

UDK: 630*524.61(497.11)

Оригинални научни рад

<https://doi.org/10.2298/GSF2123145P>

ДРУГА НАЦИОНАЛНА ИНВЕНТУРА ШУМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

др Дамјан Пантић, редовни професор, Универзитет у Београду – Шумарски факултет
(damjan.pantic@sfb.bg.ac.rs)

dr Matthias Dees, full professor, Albert Ludwigs Universität, Freiburg, Germany

др Драган Борота, асистент са докторатом, Универзитет у Београду – Шумарски факултет

Извод: Шумарски сектор Србије, други корисници, као и међународне организације и конвенције исказују потребе за све већим обимом, специфичном структуром и високом поузданошћу информација о шумском фонду Србије. Како би одговорила на ове захтеве, NFI-2 је претрпела битне измене у односу на NFI-1. У методолошком смислу, измене се огледају у томе да је NFI-2 двофазна инвентура. У фази фото-интерпретације снимака идентификују се категорије земљишта, промене настале у периоду 2006-2019 године и планирају се теренски радови. За разлику од NFI-1, сва 4 круга на кластеру имају перманентни карактер, центри кругова су боље осигурани, чиме је обезбеђено њихово лако проналажење у NFI-3. Теренска фаза се реализује употребом високо прецизних инструмената, дигиталних записа измерених или процењених вредности и online преносом у базу података. Контрола теренских радова се врши кроз три нивоа, чиме је битно смањена могућност појаве грубих и систематских грешака. Обим информација значајно је проширен, посебно у домену процене биодиверзитета, заштите природе, депоновања угљеника, биоенергије итд. Овако конципирана NFI-2 компатибилна је са инвентурама већине европских земаља, осим у сегменту њене институционалне организације која у Србији још увек није решена.

Кључне речи: NFI-2, методологија, информације, реализација, контрола

УВОД

Потреба да се задовоље и хармонизују бројни захтеви савременог друштва према шуми у условима њихове све веће угрожености, пре свега негативним дејством климатских промена, индуковала је динамичке промене шумарства почетком XXI века. Упоредо с овим процесима расте потреба за информацијама о шумским екосистемима, од локалног до глобалног нивоа (Pantić *et al.*, 2012/a). Информације везане за социо-економске функције шума и даље заузимају значајно место приликом инвентуре шума, али све израженији део чине и

информације из домена заштитних функција, очувања биодиверзитета, интеракције између шуме и климе итд. Висока прецизност информација постиже се употребом математичко-статистичких метода и све квалитетнијих технолошких решења у инвентури шума (Pantić *et al.*, 2012/b, 2013/b; Ullah *et al.*, 2019, 2020). Овај период карактерише и рад на хармонизацији информација добијених инвентуром шума (Vidal *et al.*, 2008; Gschwantner *et al.*, 2009, 2016; Alberdi *et al.*, 2018; Gschwantner *et al.*, 2019; Vauhkonen *et al.*, 2019), као и на

дефинисању правних аспеката њихове размене у оквиру бројних регионалних и глобалних асоцијација којима су шуме у фокусу деловања.

Ови трендови, у већој или мањој мери, својствени су и другој националној инвентури шума Србије (NFI-2). NFI-2 је двофазна инвентура, при чему се у првој фази, на бази авио и сателитских снимака, врши класификација примерних површина, прецизније се одређују поједине информације, посебно оне које се односе на промене у начину коришћења земљишта, чиме се редукује обим теренског мерења и омогућава његово боље планирање. У односу на NFI-1, повећан је обим информација, посебно у сегменту процене биодиверзитета, заштите природе, депоновања угљеника, биоенергије и економије. Репрезентативан узорак, прецизне процедуре мерења и перманентна контрола, употреба савремених мерних инструмената, дигитални запис мерених вредности и њихов online трансфер до базе података, обезбедиће квалитетне и употребљиве информације за различите кориснике у шумарству и додирним секторима Србије, као и за кореспонденцију са међународним институцијама према којима Србија има обавезу периодичног извештавања.

Закон о шумама Републике Србије (Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 89/2015 i 95/2018), члан 38., дефинише обавезу спровођења, периодичитет од 10 година и циљеве националне инвентуре шума. Бројни разлози, пре свега они финансијске природе, утицали су на то да NFI-2 почне тек 2019 године, односно 13 година након завршетка NFI-1 (2004-2006). Финансијска средства обезбедио је GEF (Глобални еколошки фонд), уз значајно учешће Републике Србије, а координација пројектом GCP/SRB/002/GEF, у оквиру кога се реализује и NFI-2, поверена је UN/FAO (Организација за храну и пољопривреду Уједињених Нација). У сарадњи с међународним експертима, методологију NFI-2 развили су стручњаци Катедре Планирања газдовања шумама, Шумарског факултета у Београду. Суштински, цео концепт NFI-2 базиран је на:

– Вишегодишњем искуству у креирању и реализацији састојинске инвентуре (Banković *et al.*, 2002; Pantić, 2003; Banković,

Pantić, 2006; Banković, Medarević, 2009; Pantić *et al.*, 2013/a),

- Искуству националних експерата стеченом током NFI-1 (Banković *et al.*, 2009; Pantić, Borota, 2015; Pantić *et al.*, 2016),
- Искуству националних експерата базираном на активном учешћу у ENFIN (Европској мрежи националних инвентура шума),
- Искуству међународних експерата (Dees, 1998; 2006; Dees *et al.*, 2013),
- Припремном пројекту урађеном од стране Gheorghe Marin и Дамјана Пантића,
- Законској регулативи од значаја за NFI,
- Компилацији главних аспеката националног шумарског програма и различитих стратегија,
- Обавезама Србије у извештавању према:
 - Forest Europe/MCPFE (Шуме Европе/ Министарска конференција о заштити шума Европе),
 - FRA/FAO (Глобална процена шумских ресурса),
 - UN-FCCC (Оквирна конвенција UN о климатским променама),
 - UN-CBD (Конвенција UN о биолошкој разноврсности),
 - UN-SDG (Конвенција UN за борбу против дезертификације),
 - Другим асоцијацијама, као и према EU у процесу придруживања.

Теренска реализација, интерна контрола и обрада података NFI-2 поверена је ЈП „Војводинашуме“, односно ЈП „Србијашуме“– Бироу за планирање и пројектовање у шумарству, на територији шума којима газдују.

Циљ овог рада је да се домаћа и међународна научна и стручна јавност упозна с методолошким аспектима српске NFI-2 и оствареним напретком у погледу обима, структуре и поузданости информација, као и технологије њиховог прикупљања у односу на NFI-1. Усклађена са европским стандардима (Cienciala *et al.*, 2008; Tomppo *et al.*, 2010; Forest Europe 2015; Pantić *et al.*, 2016), NFI-2 ће обезбедити широк спектар поузданих информација за домаћи шумарски сектор и друге кориснике, као и за даљу партиципацију Србије у регионалним и глобалним асоцијацијама и иницијативама које се баве шумским екосистемима, њиховим мониторингом и заштитом.

КОНЦЕПТ (ДИЗАЈН) NFI-2

Фаза 1: Фото-интерпретација

Основни циљеви ове фазе су:

- Идентификација површина под шумом за процену шумовитости, информације о категоријама земљишта као што су TOF (стабла ван шуме, De Foresta *et al.*, 2013) и OLWTC (остало земљиште са покривачем стабала) у мрежи кластера 1 x 1 km,
- Идентификација кругова које треба мерити на терену у мрежи кластера 4 x 4 km (F – шума и OWL- остало шумско земљиште),
- Идентификација кругова које треба мерити на терену у мрежи кластера 8 x 8 km (OLWTC и TOF),
- Анализа додатних информација (бројање стабала) за процену статистичких карактеристика TOF,
- Идентификација кругова у мрежи кластера 4 x 4 km и 8 x 8 km који се не мере (не посећују) на терену да би се смањили трошкови инвентуре (Borota, 2019),
- Процена промена у начину коришћења земљишта у периоду 2006-2019 године у складу са захтевима UNFCCC и LULUCF (Коришћење земљишта, промена у коришћењу земљишта и шумарство).

У реализацији наведених циљева, коришћени су различити софтвери. **Collect Earth** је програм који служи за мониторинг промена на земљишном покривачу, праћење природних катастрофа и слично. Развијен је од стране FAO у циљу лакшег прикупљања, управљања и анализе великог броја података. Израђен је на Google платформи која омогућава повезивање архивских података великог броја слободно доступних сателитских снимака из различитих временских периода. Како је NFI-2 двофазна инвентура шума, FAO је у сарадњи са NFI-2 тимом овај програм прилагодио за потребе класификације кругова и за праћење промена на земљишном покривачу у Републици Србији. **Collect Earth** аутоматски покреће **Google Earth** програм и пружа једноставан начин за систематски преглед сателитских снимака, процену начина коришћења земљишта и промена током времена, у мрежи кластера 1 x 1 km. Кликом

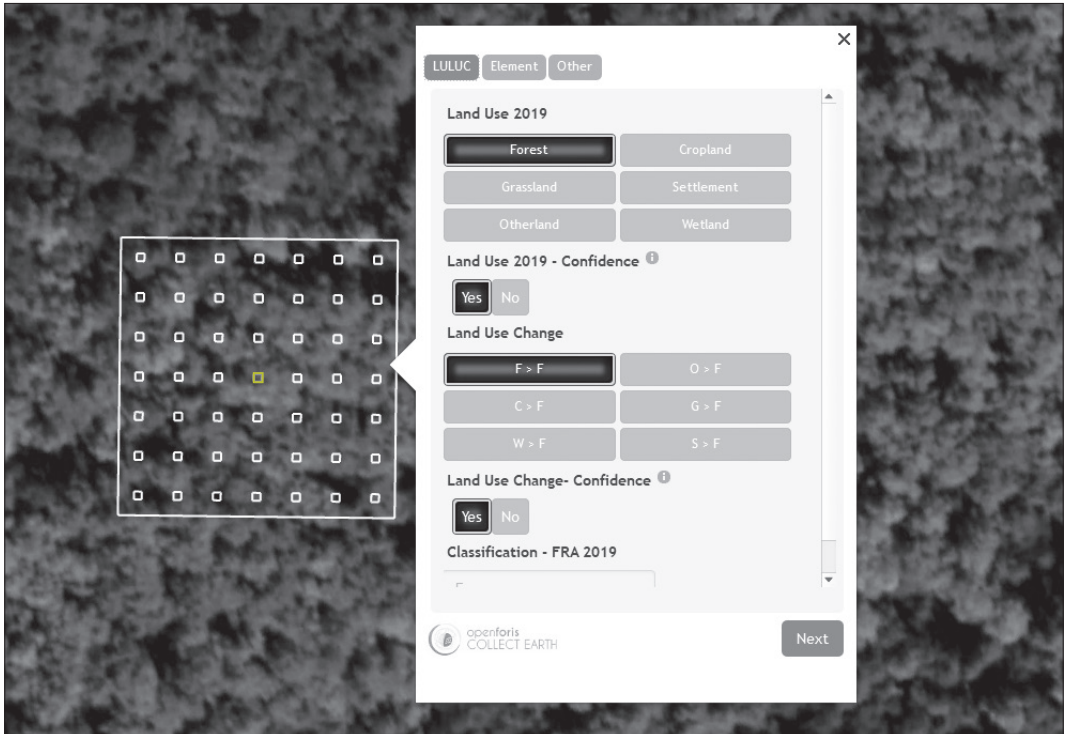
миша било где на жути квадрат који репрезентује површину од 0,5 ha, отвара се **Collect Earth** прозор (слика 1). Апликација је подељена на три странице: LULUC, Elements и Other.

На страници LULUC први корак је био процена начина коришћења земљишта у 2019. години, тако што је бирана нека од понуђених категорија земљишта и дефинисана поузданост извршене процене (слика 1 – Land Use 2019 = Forest; Confidence = YES). Следећи корак била је процена евентуалних промена у начину коришћења земљишта (из једне у другу категорију, у складу с понуђеним опцијама) у односу на референтну годину (2006., NFI-1). У три посматрана периода (има их више) било је могуће закључити да ли је на кругу било или није било промена у начину коришћења земљишта (слика 1 – није било промена, Land use Change = F > F; Confidence = YES).

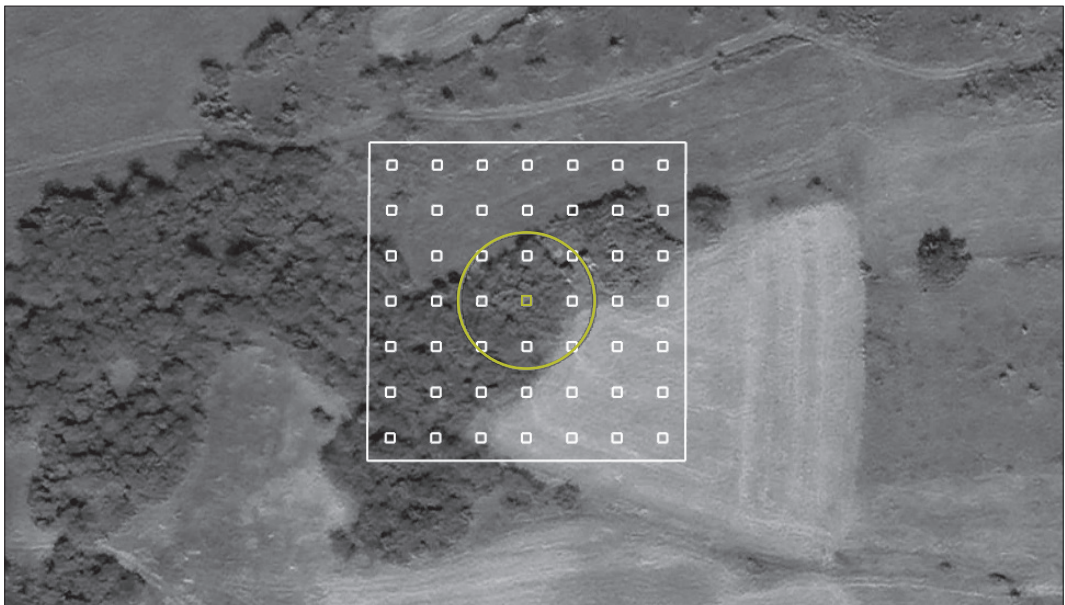
Collect Earth повезује у једну целину снимке врло високе просторне резолуције (Google Earth, Bing Maps) и снимке веома високе временске резолуције (нпр. Google Earth Engine, Google Earth Editor Code). Такође, омогућава и коришћење Google Earth engine платформе за обраду сателитских снимака грубе, средње и високе резолуције и других просторних података, попут Sentinel 2, Landsat 7 и Landsat 8 снимака. За визуелну фото-интерпретацију кругова у оквиру NFI-2 коришћени су сви наведени снимци. Такође, коришћени су и ортофото снимци из 2007-2010 године, затим ортофото снимци из 2011-2013 и SPOT сателитски снимци из 2015-2016 године, обезбеђени од стране РГЗ (Републичког геодетског завода). **Collect Earth** програм омогућава повезивање дигиталних ортофото и сателитских снимака преко WMS-а сервиса (Web Map service) у једну целину и њихово истовремено коришћење приликом класификације примерних површина.

Примери фото-интерпретације урађене у 2019. години помоћу софтвера **Collect Earth** приказани су на сликама 2, 3 и 4.

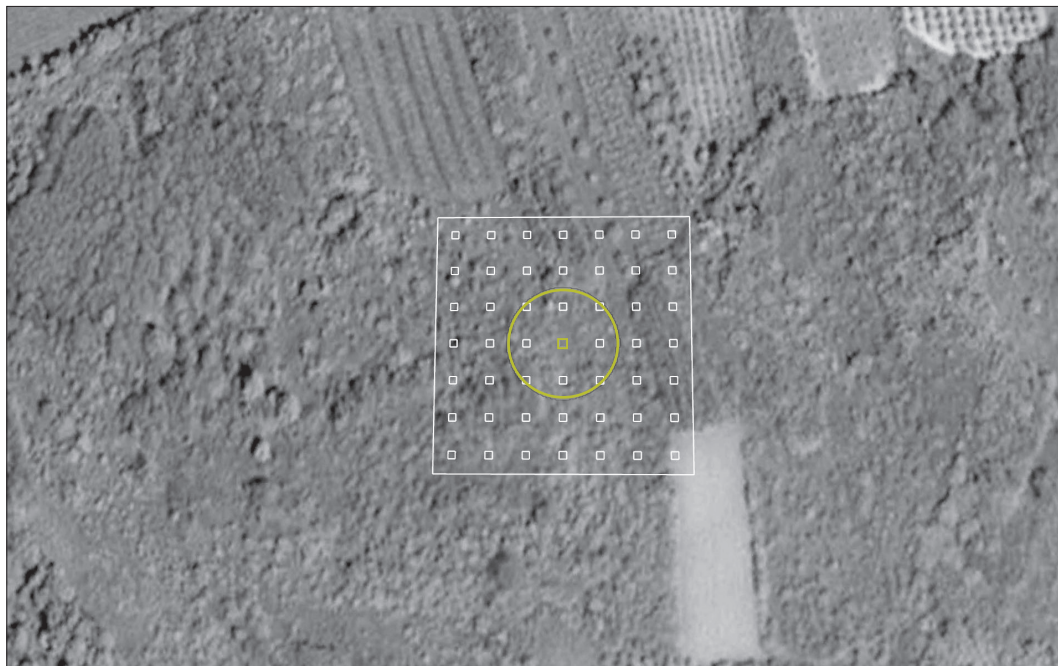
Припадност круга одређеној категорији земљишта условљена је позицијом његовог центра, након чега се утврђује површина конкретне категорије земљишта ($p \geq 0,5$ ha или $p < 0,5$ ha) и степен њене покривености крошњама дрвећа.



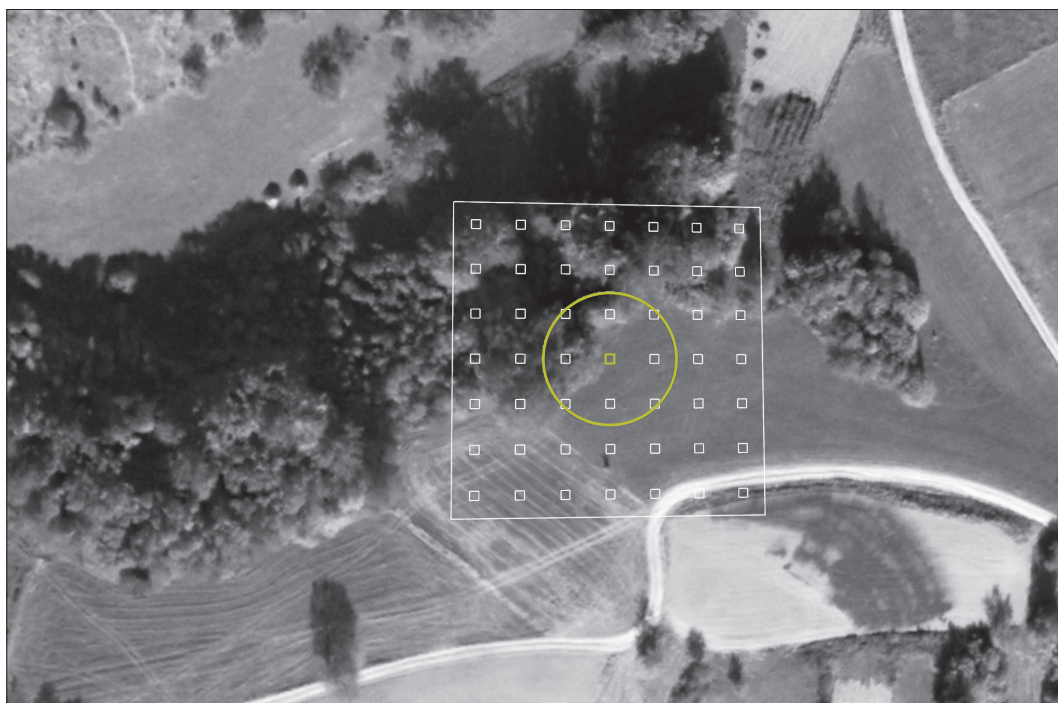
Слика 1. Collect Earth програм и модул за фото-интерпретацију “Serbia Marathon 2019 v9” – апликација за фото-интерпретацију, радни модул



Слика 2. Фото-интерпретација круга број 2911-1



Слика 3. Фото-интерпретација круга број 411 – 1



Слика 4. Фото-интерпретација круга број 625 -1

На слици 2 се види да круг пресецају две категорије земљишта - пољопривредно земљиште и шума. Међутим, према позицији центра, круг већим делом пада у шуму. Шума се протеже и изван круга и покрива површину већу од 0,5 ha. Покровност стаблима је густа. Сходно томе, круг је с високом поузданошћу класификован као шума.

На слици 3 се виде воћњак (земљиште под усевом), обрадиво (пољопривредно) земљиште, ливаде и шума настала највероватније природном сукцесијом. Центар круга се налази у шуми, површина је већа од 0,5 ha, обраслост стаблима добра. Круг је класификован као шума, а одлука је високо поуздана.

Круг на слици 4 пресецају две категорије земљишта - пољопривредно земљиште и шума. Према позицији центра, круг припада пољопривредном земљишту. Центар круга се налази на ливади, али је веома близу граница са шумом, због чега ова процена има ниску поузданост. То упућује на потребу теренске провере припадности овог круга одговарајућој категорији земљишта.

Фаза 2: Теренски премер

Када је у питању ова фаза, примењен је концепт из NFI-1 (Banković *et al.*, 2009). Суштински, он је исти или веома близак концептима NFI европских држава (Gabler, Schadauer, 2007; Tomppo *et al.*, 2010; Pantić *et al.*, 2016). Такође, примерен је просторној дистрибуцији и структури српских шума, као и расположивим финансијским средствима за реализацију пројекта. Подразумева примену систематског узорка у виду кластера, распоређених у мрежи 4 x 4 km. На сваком кластеру постављена су 4 круга позиционирана у врховима квадрата чије су странице 200 m. За разлику од NFI-1, у NFI-2 сви кругови на F и OWL имају перманентни карактер, што подразумева трајно обележавање њиховог центра и снимање позиције у простору сваког стабла путем азимута и хоризонталног растојања у односу на центар круга. Примерну површину чине три концентрична круга (слика 5):

$r_1 = 3 \text{ m}$ - броје се стабла $d < 5 \text{ cm}$ и мере стабла $d > 5 \text{ cm}$,

$r_2 = 10 \text{ m}$ – мере се стабала $d > 10 \text{ cm}$,
 $r_3 = 15 \text{ m}$ – мере се стабла $d > 30 \text{ cm}$.

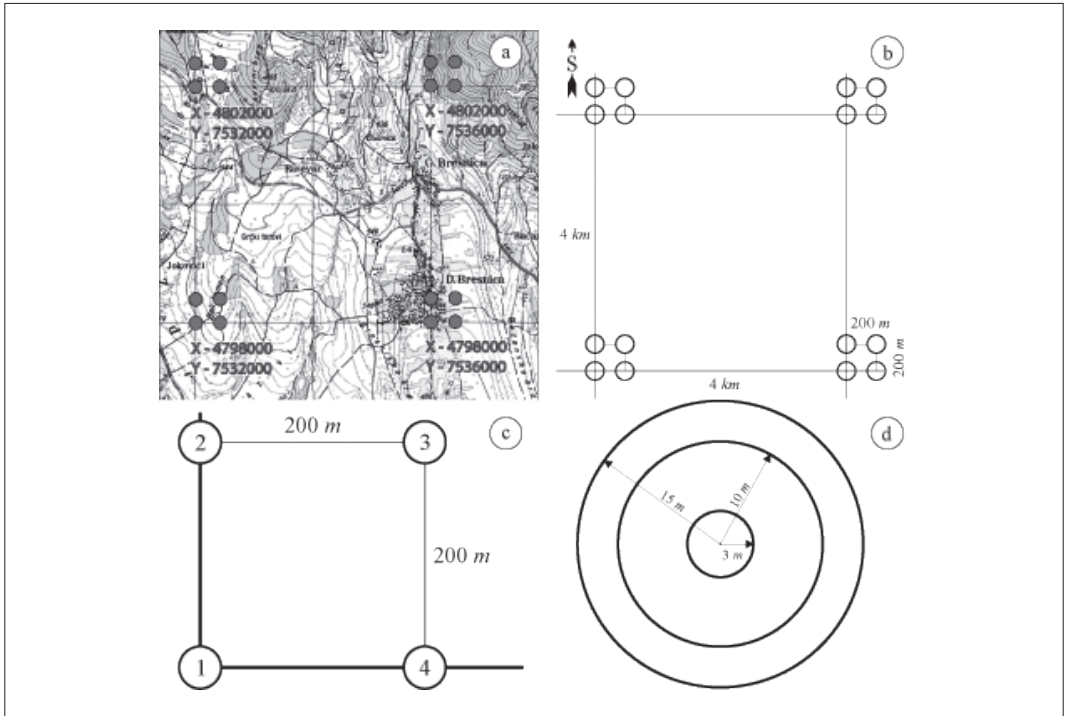
Теренске екипе (извршилац + радник) ЈП „Војводинашуме“ и ЈП “Србијашуме“ опремљене су квалитетним мерним инструментима и опремом, који треба да осигурају поуздане информације о српским шумама. У питању су следећи инструменти и опрема¹:

- Таблет Trimble T10 са софтвером за унос свих података који се прикупљају у NFI-2,
- Trimble R1 GNSS пријемник,
- Сунто тандем – бусола и падомер,
- Пантљика дужине 30-50 m,
- Метални детектор XP GMAXX II,
- Мануелна пречница 80 cm,
- Висиномер Vertex V, транспондер и телескопски штап,
- Преслерово сврдро,
- Довољан број металних кочића за обележавање центра круга,
- Мала ручна секира,
- Шумска (или бела) креда,
- Црвена (спреј) фарба за обележавање и осигурање центра кругова.

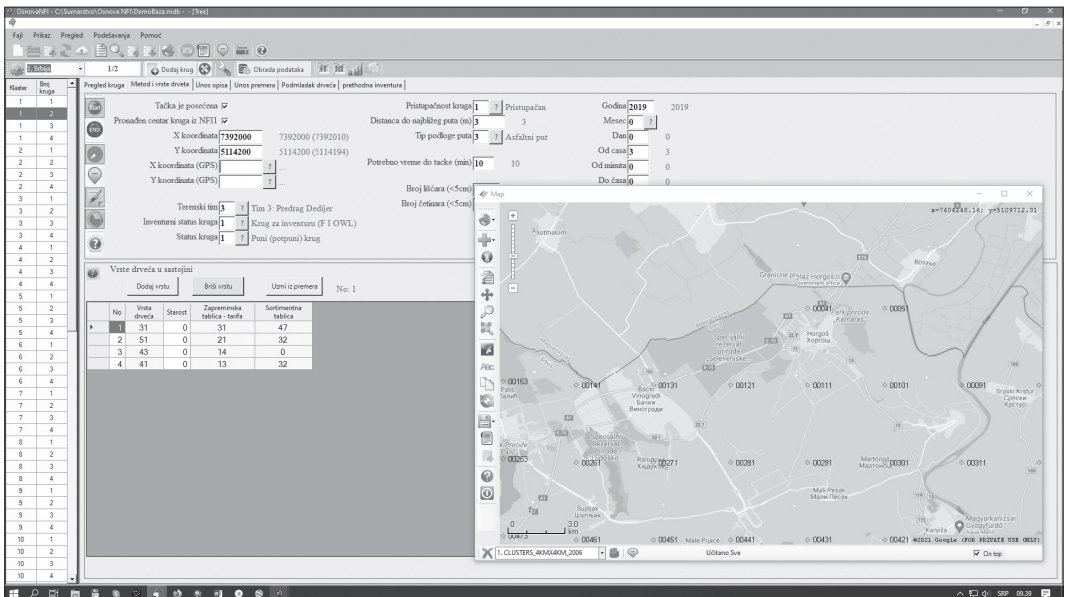
У Таблет Trimble T10 инсталирана је измењена и побољшана верзија софтвера „Основа NFI“ (Vasiljević, 2019) која садржи више модула и процедура:

- модул за унос података прикупљених у фази фото-интерпретације,
 - модул за унос теренских података (слика 6),
 - процедуру за проверу тачности и веродостојности уноса података на терену,
 - модул за обраду прикупљених података,
 - процедуру за креирање различитих извештаја из базе података, као и за њихову визуелизацију.
- Модул за унос података има више опција:
- унос административних и геопросторних информација о кругу,

¹ <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-t10>
<https://echosurveying.com/gps-gnss-systems/trimble-r-1-gps-gnss-receiver>
<https://www.yorksurvey.co.uk/suunto-tandem-compass-clinometer-c2x22546115>
<http://metaldetektori.rs/product/xp-g-maxx-ii-27cm/>
<https://haglofsweden.com/project/mantax-blue/>
<https://haglofsweden.com/project/vertex-5/>
<https://haglofsweden.com/project/increment-borers/>



Слика 5. Узорак у NFI-2 а) Систематски узорак у форми кластера; б) Мрежа кластера 4x4 km; в) Распоред кругова на кластеру; д) Примерна површина од три концентрична круга (извор: Вапковић *et al.*, 2009; Pantić *et al.*, 2016)



Слика 6. Програм „Основа NFI“ - Модул за унос теренских података (извор: Васиљевић, 2019)

- унос информација везаних за станиште, са-стојину и биодиверзитет,
- унос информација о стаблима на кругу,
- унос информација о подмлатку на кругу,
- преглед података актуелне инвентуре на кругу,
- преглед података претходне инвентуре на кругу,
- архива фотографија – повезивање фотографија са ID круга и њихово архивирање,
- трансфер података на сервер.

Програм се може користити као самостална апликација за рад са MS Access базом података или се може користити са централном базом података под SQL сервер базом података, при чему се и просторни географски подаци могу сместити у базу података. Омогућава повезивање са GIS пројектима, при чему нумерички подаци могу бити повезани са одговарајућим гео-информацијама, чиме је омогућено креирање тематских мапа, претраге по различитим упитима, одређивање положаја и визуализацију описних атрибута у простору. За позадинске мапе програм омогућава повезивање са неким од понуђених WMS-а сервиса (Web Map service) од стране RGZ Србије.

Модул за обраду прикупљених података, као и за креирање различитих извештаја из базе налази се у завршној фази израде. До јуна 2021. године биће тестиран на пилот подручјима – Северној и Западној шумској области (Закон о шумама РС, члан 17., став 3., Sl. glasnik RS”, br. 30/2010, 93/2012, 89/2015 i 95/2018)

ИНФОРМАЦИЈЕ У NFI-2

Информације које се прикупљају у NFI-2 и њихове дефиниције усклађене су са међународно прихваћеним дефиницијама и критери-

јумима (COST Action E43, 2010; FRA/FAO, 2015, 2018, 2020), осим у случају када су ове дефиниције биле у супротности са српском шумарском праксом и потребама. У том случају, приоритет је даван националним дефиницијама (Banković *et al.*, 2009; Banković, Medarević, 2009), рачунајући на хармонизацију информација на европском простору (Vidal *et al.*, 2016).

Највећим делом информације се прикупљају на терену (мерењем или проценом), али и из посредних извора, као што су:

- GIS подаци,
- РГЗ подаци,
 - карта начина коришћења земљишта, садржи слој (подлогу) шума,
 - класе земљишта за пољопривредно земљиште,
 - топографски подаци,
 - катастарски подаци,
 - подаци даљинске детекције,
 - ортофото снимци РГЗ,
- Подаци јавних предузећа,
- Резултати MAFWM-BMEL пројекта (2015-2019),
- Бесплатни доступни сателитски и други ЕО подаци,
 - Bing maps,
 - Google слојеви снимака (тренутни и историјски),
 - Подаци Sentinel 2.

У табели 1 приказане су информације које се прикупљају у NFI-2, као и начин њиховог структурирања. За сваку информацију дато је место и категорија земљишта на којој се одређује, као и у удаљеност од центра круга на којој се врши мерење, односно процена.

Табела 1. Основни елементи за одређивање информација у NFI-2

Бр.	Атрибут	Место	Категорија земљишта	Удаљеност (m)
АДМИНИСТРАТИВНЕ И ГЕОПРОСТОРНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ				
1	Редни број кластера	Ofc	Све	
2	Редни број круга	Ofc	Све	
3	Осигурање центра круга на кластеру	Fld	F, OWL	15-30
4	Померање металног кочића од центра круга	Fld	F, OWL	
5	Проналажење центра SW круга из претходне (NFI-1) инвентуре	Fld	F, OWL	20 m, max 15 минута

6	Инвентурни статус круга	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
7	Статус круга	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
8	Приступачност круга	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
9	Редукција површине круга	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
10	НСТЈ (NUTS 2) статистички регион	Ofc	Све	
11	Округ	Ofc	Све	
12	Политичка општина	Ofc	Све	
13	Шумска област	Ofc	Све	
14	Национални парк	Ofc	Све	
15	Натура 2000 станишта	Ofc	Све	
16	Емералд подручја	Ofc	Све	
17	Удаљеност центра круга од најближег пута	Ofc	F, OWL	
18	Тип подлоге пута	Ofc	F, OWL	
19	Утрошено време на кругу	Fld	F, OWL	
ИНФОРМАЦИЈЕ О СТАНИШТУ				
20	Врста (начин коришћења) земљишта	Ofc	Све	15
21	Промена категорије начина коришћења земљишта	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	15
22	Обрасло и необрасло земљиште унутар шуме и остало шумско земљиште	Fld	F, OWL	15
23	Власништво	Ofc	Све	15
24	Надморска висина	Ofc/Fld	F, OWL	15
25	Нагиб терена	Fld	F, OWL	15
26	Аспект	Fld	F, OWL	15
27	Ерозиони облик	Fld	F, OWL	25
28	Дубина земљишта	Fld	F, OWL	15
29	Мртви покривач	Fld	F, OWL	15
30	Просечна дебљина мртваг покривача	Fld	F, OWL	15
31	Процес хумификације	Fld	F, OWL	15
32	Приземна вегетација (жива)	Fld	F, OWL	15
33	Бројност врста приземне вегетације	Fld	F, OWL	15
34	Жбуње (живо)	Fld	F, OWL	25
35	Бројност врста жбуња	Fld	F, OWL	25
ИНФОРМАЦИЈЕ КОЈЕ СЕ ОДНОСЕ НА БИОДИВЕРЗИТЕТ²				
36	Фотографисање приземне вегетације	Fld	F, OWL	15
37	Врсте индикатори кључних шумских станишта	Fld	F, OWL	15
38	Инвазивне врсте	Fld	F, OWL	15
39	Присуство кључних биотопа	Fld	F, OWL	30
40	Присуство вештачких конструкција	Fld	F, OWL	30
41	Стабло са лишацима на деблу	Fld	F, OWL	15
42	Облици (форме) лишаци	Fld	F, OWL	15
43	Стабло са маховинама на деблу	Fld	F, OWL	15
44	Стабло са гљивама на деблу	Fld	F, OWL	15
45	Специјална жива стабла	Fld	F, OWL	15

² Sarić, 1997; Kitnaes, 2004; Lazarević *et al.*, 2012; Bütler *et al.*, 2013; Stojanović, 2015; Kraus *et al.*, 2016; Lindhe, Drakenberg 2016; (2016)

ИНФОРМАЦИЈЕ О САСТОЈИНИ				
46	Врсте дрвећа	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	15
47	Старост састојине	Fld	F, OWL	15
48	Редни број доброг разреда	Fld/Ofc	F, OWL	15
49	Састојинска целина	Fld	F, OWL	25
50	Газдински тип	Fld	F, OWL	25
51	Узгојна група	Fld	F, OWL	15
52	Порекло састојине	Fld	F, OWL	25
53	Спратовност састојине	Fld	F, OWL	25
54	Структурни облик састојине	Fld	F, OWL	25
55	Очуваност састојине	Fld	F, OWL	25
56	Мешовитост састојине	Fld	F, OWL	25
57	Склоп	Fld	F, OWL	25
58	Природност	Fld	F, OWL	25
59	Основне карактеристике подмладка	Fld	F, OWL	25
60	Здравствено стање састојине	Fld	F, OWL	25
61	Узроци оштећења састојине	Fld	F, OWL	25
62	Глобална намена шума	Ofc/Fld	F, OWL	30
63	Режим заштите	Ofc	F, OWL	
64	Потенцијални узгојни третман	Fld	F, OWL	25
65	Нужност узгојног третмана	Fld	F, OWL	25
ИНФОРМАЦИЈЕ О СТАБЛУ				
66	Број малих стабала ($d \leq 5$ cm)	Fld	F, OWL	3
67	Статус стабала на поновно мереним круговима	Fld	F, OWL	15
68	Прсни пречник, пречник на 1,3 m удаљености од дебљег краја лежећег стабла или пречник у средини дужине дела стабла	Fld	F, OWL, OLTWC, TOF	15
69	Азимут и удаљеност стабла од центра круга	Fld	F, OWL	15
70	Укупна висина дубећег стабала или укупна дужина лежећег стабла/дела стабла	Fld	F, OWL, OLTWC, TOF	15
71	Почетак крошње (дужина дебла)	Fld	F, OWL	15
72	Периодични прираст пречника (ширина 10 година x 2)	Fld	F, OWL	15
73	Биолошки (социјални) положај стабла	Fld	F, OWL	15
74	Здравствено стање стабла	Fld	F, OWL	15
75	Узрок оштећења стабала	Fld	F, OWL	15
76	Степен оштећења стабла	Fld	F, OWL	15
77	Технички квалитет стабла	Fld	F, OWL	15
78	Пробна дознака	Fld	F, OWL	15
79	Сува (мртва) стабла	Fld	F, OWL	15
80	Група врста дрвећа мртвог дрвета	Fld	F, OWL	15
81	Употребљивост сувог (мртвог) дрвета	Fld	F, OWL	15
82	Мерење пањева	Fld	F, OWL	15
83	Газдовање шумама	Ofc		

извор: оригинал

Легенда: Ofc-Office (Канцеларија-посредан извор); Fld-Field (Терен-мерење или процена); Ofc/Fld (Канцеларија и провера на терену)

Поред информација из наведених група и низа изведених информација из базе података, Србија у процесу извештавања, посебно према FRA/FAO (FAO, 2015), има обавезу да достави и информације о газдовању шумама (бр. 83, табела 1):

- Површина шума покривена плановима газдовања,
- Број предузећа у шумарству класификован према власништву и величини,
- Учешће шумарства, прераде дрвета и индустрије целулозе у БДП,
- Нето приход шумарских предузећа,
- Укупни трошкови за дугорочне одрживе услуге шумарства,
- Број запослених у шумарству, класификован према полу, старости, образовању и специфичности послова,
- Безбедност и здравље-учесталост несрећа на раду и професионалних болести у шумарству,
- Потрошња дрвета и производа од дрвета по становнику,
- Трговина дрветом-увоз и извоз дрвета и производа од дрвета,
- Вредност и количина обловине на тржишту,
- Вредност и количина осталих производа из шуме на тржишту,
- Вредност и обим сервисних услуга из шуме на тржишту,
- Енергија из дрвних ресурса – учешће енергије од дрвета у укупној енергији.

Информације из ове групе обезбедиће јавна предузећа у шумарству, релевантна министарства, као и Републички завод за статистику, а биће презентоване у оквиру приказа стања српских шума, по завршетку NFI-2.

КОНТРОЛА У NFI-2

Контрола даљинске детекције

Интерна контрола морала је да осигура добар квалитет интерпретације снимака и да има усаглашене критеријуме контроле за све фото-интерпретаторе. Интерни контролор је проверавао:

- 5% укупног броја кругова одређене шумске области - сваки 20. круг, при чему је избор првог круга био случајан,
- све кругове код којих је поузданост процене начина коришћења земљишта била ниска (Land Use 2019 Confidence = NO),
- све кругове са променом у начину коришћења земљишта - шума у нешумске површине и нешумске површине у шуму,
- све OWL кругове.

Екстерни контролор је на мањем узорку проверавао фото-интерпретаторе и интерне контролоре:

- мин. 5% свих интерпретација - сваки 20. круг, случајни избор првог круга,
- мин. 20% класификација код којих је поузданост процене начина коришћења земљишта била ниска (Land Use 2019 Confidence = NO)
- мин. 20% кругова код којих је дошло до промена у начину коришћења земљишта - у шуму и из шуме у друге категорије,
- све OWL класификације.

У складу са дефинисаним критеријумима квалитета, екстерни контролор је могао да наложи корекције или потпуно понављање фото-интерпретације у одређеним областима.

Контрола теренских радова

Контрола теренских радова врши се паралелно са NFI-2, с циљем да се грешке мерења задрже на толерантном нивоу и да се избегну грубе и систематске грешке (Stierlin, 2001). Величина контролног узорка је 5% укупног броја кругова у појединим шумским областима.

Контрола теренских радова у NFI-2 врши се у три нивоа (Pollard *et al.*, 2006), са задацима приказаним у табели 2:

1. Интерна контрола извођача радова (Биро за планирање и пројектовање у шумарства у оквиру ЈП “Србијашуме” и ЈП „Војводинашуме“).

Контролни тим је присутан на кругу с теренским тимом и дискутује о резултатима контроле, указује на грешке и предлаже начине њихове корекције.

2. Контрола од стране контролне јединице (КЈ) коју именује Министарство пољопривреде,

вреде, шумарства и водопривреде - Управа за шуме.

Контролни тим КЈ врши проверу података на кругу, с теренским тимом дискутује о резултатима контроле, указује на грешке и предлаже начине корекције. Контрола је осмишљена тако да NFI тиму експерата и Управи за шуме пружи потребне информације за даље управљање процесом инвентуре.

3. **Супервизија** - контрола од стране експерата NFI тима.

Контролни тим насумично бира круг/кластер за контролу и врши контролу без присуства теренског тима. Циљ је контрола нижих нивоа контроле и корекција њиховог рада.

Табела 2. Задаци индивидуалних нивоа контроле теренских радова

Задатак	Ниво контроле		
	1	2	3
Контрола теренских тимова	+	+	
Контрола теренских тимова и интерне контроле		+	
Контрола интерне и контрола КЈ			+
Појачана контрола и професионална подршка теренским тимовима који праве озбиљне и систематске грешке	+	+	
Стална комуникација с експертима NFI тима			+
Вођење евиденције о просторној дистрибуцији и % контролисаних кругова на нивоу појединачних области, односно Србије			+
Израда периодичних извештаја о резултатима контроле који се достављају експертима NFI тима и Управи за шуме			+
Израда финалног извештаја о квалитету друге NFI Србије			+

извор: оригинал

С обзиром на то да се грешке могу појавити у толерантним и нетолерантним распонима, прави се разлика између **малих** и **озбиљних грешака**. Контролишу се све информације на

круговима који се налазе F и OWL у мрежи кластера 4 x 4 km. Када су у питању кругови на OLWTC и TOF у мрежи кластера 8 x 8 km, контролишу се само информације под редним бројевима 6, 7, 8, 9, 46, 68 и 70 у табели 1. Такође, постоји разлика у толерантним нивоима грешака пречника и висини здравих стабала у односу на мртво дрво.

Квалитет премера контролисаног тима утврђује се према следећим критеријумима:

- **добар квалитет:** нема озбиљних грешака, нема систематских грешака, мање од 20 мали грешака,
- **прихватљив квалитет:** максимално једна озбиљна грешка, нема систематских грешака, мање од 30 малих грешака,
- **неприхватљив квалитет:** више од једне озбиљне грешке, присутне систематске грешке, више од 30 малих грешака.

Протокол контроле који се води потписују и контролори и теренски тимови и чува се у архиви КЈ. Ако се код истог тима утврди да је више од 6 кругова неприхватљивог квалитета инвентуре, КЈ подноси писмени предлог с образложењем одговорној особи извођача премера и експертима NFI тима да се тај теренски тим искључи из даљег рада у NFI -2.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Све израженији конфликт између захтева савремене цивилизације према шуми и способности исте да тим захтевима одговори, пре свега због дестабилизације бројним негативним утицајима антропогене, биотичке и абиотичке природе, битно су утицали на правце развоја шумарства у неколико последњих деценија. Газдовање шумама има изражени мултифункционални карактер. Економска функција је и даље доминантна, али се све већи акценат ставља на заштитне, еколошке и социјалне функције шума. Учешће површина шума намењених заштити земљишта, вода, биодиверзитета и бројним сервисним услугама у константном је порасту на глобалном нивоу. Расту и површине шума заштићене најстрожим режимима заштите (FRA/FAO 2020). Упоредо с овим процесима, пове-

ћавају се захтеви у погледу обима, структуре и поузданости информација о шумским екосистемима. Инвентура шума, посебно NFI, убрзано се развија у методолошком смислу и у погледу примене техника прикупљања података (даљинска детекција-McRoberts, Tomppo, 2007, ласерски и ултразвучни мерни инструменти, хардверска и софтверска решења итд). Једна од карактеристика савременог шумарства јесте и појава бројних међународних организација и иницијатива које се баве мониторингом и заштитом шумских екосистема. Циљ је стварање униформних и функционалних база података о шумама на различитим нивоима, њихова експертска анализа и доношење обавезујућих одлука за државе чланице организација и потписнице иницијатива. Као одговор на ове трендове, европске државе развијеног шумарства институционално и организационо су уредиле своје NFI. У том погледу, српска NFI значајно заостаје.

У Србији не постоји институција NFI са сталним експертским тимом. У перспективи теренска реализација инвентуре може се путем тендера поверавати јавним предузећима шумарства или лиценцираним фирмама. Међутим, софистицирани и креативни део инвентуре треба да ради тим стручњака различитих специјалности. Стога се препоручује формирање институције задужене за NFI у оквиру или под надзором Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде - Управе за шуме.

Тим би требао бити састављен од:

- експерта за инвентуру,
- експерта за даљинску детекцију,

- експерта за статистику,
- IT експерта,

са следећим задужењима:

- креирање методологије NFI и њено перманентно побољшање (иновирање),
- праћење савремених трендова у NFI,
- активно учешће у регионалним и глобалним организацијама којима су шуме у фокусу деловања,
- активно учешће у процесима хармонизације информација NFI на европском простору,
- сарадња са научним и стручним институцијама шумарства у Србији,
- теоријски и практични тренинг екипа за реализацију NFI,
- координација имплементације NFI,
- контрола свих фаза NFI,
- анализа података и извештавање,
- администрирање базом података,
- израда и актуелизација WEB портала о шумама Србије и трендовима развоја,
- размена информација унутар сектора који газдују природним ресурсима (шумарство, водопривреда и пољопривреда) и ван сектора (Републички геодетски завод, Републички хидро-метеоролошки завод, Служба за ванредне ситуације Министарства унутрашњих послова) у условима све већих ризика по природна богатства Србије.

Надлежности овакве институције могу се проширити и на састојинску инвентуру шума, чиме би Управа за шуме остварила квалитетнији увид и утицај на спровођење и квалитет свих нивоа инвентуре шума Србије.

THE SECOND NATIONAL FOREST INVENTORY OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Dr. Damjan Pantić, full professor, University of Belgrade-Faculty of Forestry (damjan.pantic@sfb.bg.ac.rs)

Dr. Matthias Dees, full professor, Albert Ludwig University, Freiburg, Germany

Dr. Dragan Borota, PhD assistant, University of Belgrade-Faculty of Forestry

Abstract: The forestry sector of Serbia, other users, as well as international organizations and conventions express the need for an increasing volume, specific structure and high reliability of information on the growing stock of Serbia. To meet these requirements, NFI-2 has undergone significant changes compared to NFI-1. In methodological terms, the changes are reflected in the fact that NFI-2 is a two-phase inventory. In the phase of photo-interpretation of the images, land categories are identified, changes occurred in the period 2006-2019 and field works are planned. Unlike NFI-1, all four circles on the cluster have a permanent character, the centers of the circles are better secured, which ensures their easy findings in NFI-3. The field phase is realized using high-precision instruments, digital records of measured or estimated values and online transfer to the database. The control of field works is performed through three levels, which significantly reduces the possibility of the appearance of roughhand systematic errors. The scope of information has been significantly expanded, especially in the field of biodiversity assessment, nature protection, carbon storage, bioenergy, etc. Conceived in this way, NFI-2 is compatible with the inventories of most European countries, except in the area of its institutional organization in Serbia, which has not been resolved.

Keywords: NFI-2, methodology, information, implementation, control

INTRODUCTION

The need to satisfy and harmonize the numerous demands of modern society towards the forest in the conditions of their increasing threat, primarily by the negative effect of climate change, induced dynamic changes in forestry at the beginning of the 21st century. Along with these processes, the need for information on forest ecosystems is growing, from the local to the global level (Pantić *et al.*, 2012/a). Information related to the socio-economic functions of forests still occupies a significant place in the forest inventory, but information from the domains of protection functions, biodiversity conservation, interaction between forests and climate, etc. is becoming more and more pronounced. High accuracy of information is achieved by using mathematical-statistical methods and increasingly high-quality technological solutions in forest inventory (Pantić *et al.*, 2012/b, 2013/b; Ullah *et al.*, 2019, 2020). This period is also characterized by

working on the harmonization of the information obtained by forest inventory (Vidal *et al.*, 2008; Gschwantner *et al.*, 2009, 2016; Alberdi *et al.*, 2018; Gschwantner *et al.*, 2019; Vauhkonen *et al.*, 2019), as well as on defining the legal aspects of their exchange within numerous regional and global associations to which forests are the focus of action.

These trends, are also a characteristic of the second national forest inventory of Serbia (NFI-2) in a greater or lesser extent. NFI-2 is a two-phase inventory, where in the first phase, on the basis of aerial and satellite images, the classification of sample plots is performed, certain information are determined more precisely, especially those related to changes in land use, which reduces the scope of field measurements and allows better planning. Compared to NFI-1, the volume of information has increased, especially in the segment of biodiversity assessment, nature protection, carbon storage, bi-

energy and bioeconomy. Representative sample, precise measurement procedures and permanent control, the use of modern measuring instruments, digital recording of measured values and their on-line transfer to the database, will provide quality and usable information for various users in forestry and connected sectors in Serbia, as well as correspondence with international institutions to which Serbia has an obligation of periodical reporting.

The Forest Law of the Republic of Serbia ("Official Gazette of the RS", No. 30/2010, 93/2012, 89/2015 and 95/2018), Article 38, defines the obligation of implementation, the periodicity of 10 years and the objectives of the national forest inventory. The numerous reasons, primarily those of financial nature, influenced that NFI-2 has not started until 2019, i.e. 13 years after the end of NFI-1 (2004-2006). Financial resources were provided by the GEF (Global Environment Facility), with significant participation of the Republic of Serbia, and coordination of the GCP/SRB/002/GEF project, within which NFI-2 is being implemented, was entrusted to the UN/FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). In cooperation with international experts, the NFI-2 methodology was developed by experts from the Chair of Forest Management Planning, Faculty of Forestry in Belgrade. Essentially, the whole concept of NFI-2 is based on:

- Many years of experience in creating and implementing stand inventories (Banković *et al.*, 2002; Pantić, 2003; Banković, Pantić, 2006; Banković, Medarević, 2009; Pantić *et al.*, 2013/a),
- The experience of national experts acquired during NFI-1 (Banković *et al.*, 2009; Pantić, Borota, 2015; Pantić *et al.*, 2016),
- The experience of national experts based on active participation in ENFIN (European Network of National Forest Inventories),
- The experience of international experts (Dees, 1998, 2006; Dees *et al.*, 2013)
- A preparatory project developed by Gheorghe Marin and Damjan Pantić,
- Legislation relevant to the NFIs,
- Compilation of the main aspects of the national forest program and various strategies,
- Reporting obligations of Serbia towards:

- Forest Europe/MCPFE (Forests of Europe/ Ministerial Conference on the Protection of Forests of Europe),
- FRA/FAO (Global Forest Resources Assessment),
- UN-FCCC (UN Framework Convention on Climate Change),
- UN-CBD (UN Convention on Biological Diversity),
- UN-SDG (UN Convention to Combat Desertification),
- Other associations, as well as towards the EU in the accession process.

Field implementation, internal control and data processing of NFI-2 is entrusted to PE "Vojvodinasume", i.e. PE "Srbijasume" - Bureau for Planning and Design in Forestry, in the territory of the forests they manage.

The aim of this paper is to inform the domestic and international scientific and professional public on the methodological aspects of the Serbian NFI-2 and the progress made in terms of scope, structure and reliability of information, as well as the technology of their collection in relation to NFI-1. Aligned with European standards (Cienciala *et al.*, 2008; Tomppo *et al.*, 2010; Forest Europe 2015; Pantić *et al.*, 2016), NFI-2 will provide a wide range of reliable information for the domestic forestry sector and other users, as well as for further participation of Serbia in regional and global associations and initiatives dealing with forest ecosystems, their monitoring and protection.

CONCEPT (DESIGN) NFI-2

Phase 1: Photo-interpretation

The main goals of this phase are:

- Identification of areas under forest for the assessment of forest cover, information on land categories such as TOF (trees outside the forest, De Foresta *et al.*, 2013) and OLWTC (other land with tree cover) in the cluster grid 1 x 1 km,
- Identification of sample plots to be measured in the field in a grid of clusters 4 x 4 km (F - forest and OWL - other wooded land),
- Identification of sample plots to be measured in the field in the 8 x 8 km cluster grid (OLWTC and TOF),

- Analysis of additional information (tree counting) to assess the statistical characteristics of TOF
- Identification of sample plots in the clusters grid 4 x 4 km and 8 x 8 km that are not measured (not visited) in the field to reduce inventory costs (Borota, 2019),
- Assessment of land use change in the 2006-2019 period in accordance with the requirements of the UNFCCC and LULUCF (Land use, land use change and forestry).

Various software was used in the realization of the stated goals. **Collect earth** is software for monitoring changes in land cover, monitoring natural disasters, etc. It was developed by FAO to facilitate the collection, management and analysis of large amounts of data. It was built on a Google platform that allows the archiving of large numbers of freely available satellite images from different time periods. Given that NFI-2 is a two-phase forest inventory, in cooperation with the NFI-2 team, FAO adjusted Collect Earth software for the classification needs of sample plots/clusters and for monitoring changes in land cover in the Republic of Serbia. **Google Earth** automatically launches the program and provides an easy way to systematically view satellite imagery, assessment of land use patterns, and change over time, in a 1 x 1 km cluster grid. Clicking with the mouse anywhere on the yellow square, where the yellow square represents an area of 0.5 ha, opens the Collect Earth window (Figure 1). The application is divided into three pages: LULUC, Elements and Other.

On the LULUC page, the first step was the assessment of land use change in 2019, by selecting some of the offered land categories and defining the confidence of the performed assessment (Figure 1 - Land Use 2019 = Forest; Confidence = YES). The next step was to assess possible land use changes (from one category to another, according to the offered options) in relation to the reference year (2006, NFI-1). In the three observed periods (there are several) it was possible to conclude whether there were or were no changes in the land use changes in the sample plots (Figure 1 - there were no changes, Land use Change = F > F; Confidence = YES).

Collect Earth combines very high spatial resolution images (Google Earth, Bing Maps) and very high time resolution images (e.g. Google Earth

Engine, Google Earth Editor Code) into one unit. It also allows the use of the Google Earth engine platform to process satellite images of coarse, medium and high resolution and other spatial data, such as Sentinel 2, Landsat 7 and Landsat 8 images. All the above images were used for a visual photo-interpretation of sample plots within NFI-2. In addition, orthophoto from 2007-2010 were used, then orthophoto from 2011-2013 and SPOT satellite images from 2015-2016, provided by the RGA (Republic Geodetic Authority). The Collect Earth program enables the connection of digital orthophoto and satellite images via the WMS service (Web Map service) into one whole unity and their simultaneous use in the classification of sample plots.

The examples of photo-interpretation done in 2019 using Collect Earth software are shown in Figures 2, 3 and 4.

The affiliation of the sample plot to a certain category of land is conditioned by the position of its center, after which the area of a specific category of land ($p \geq 0.5$ ha or $p < 0.5$ ha) and the degree of its coverage by tree canopies are determined.

Figure 2 shows that the sample plot is intersected by two categories of land - agricultural land and forest. However, according to the position of the center, the sample plot mostly falls into the forest. The forest extends beyond the circle and covers an area of more than 0.5 ha. The cover of the trees is dense. Accordingly, the sample plot is classified as a forest with high confidence.

Figure 3 shows an orchard (land under crops), arable (agricultural) land, meadows and forest created most probably by natural succession. The center of the sample plot is located in the forest, the area is larger than 0.5 ha, and it is well-stocked. The sample plot is classified as a forest, and the decision is highly reliable.

The sample plot in Figure 4 is intersected by two categories of land - agricultural land and forest. According to the position of the center, the sample plot belongs to agricultural land. The center of the sample plot is located on a meadow, but it is very close to the border with the forest, which is why this assessment has low confidence. This indicates the need for field verification of the affiliation of this sample plot to the appropriate land category.

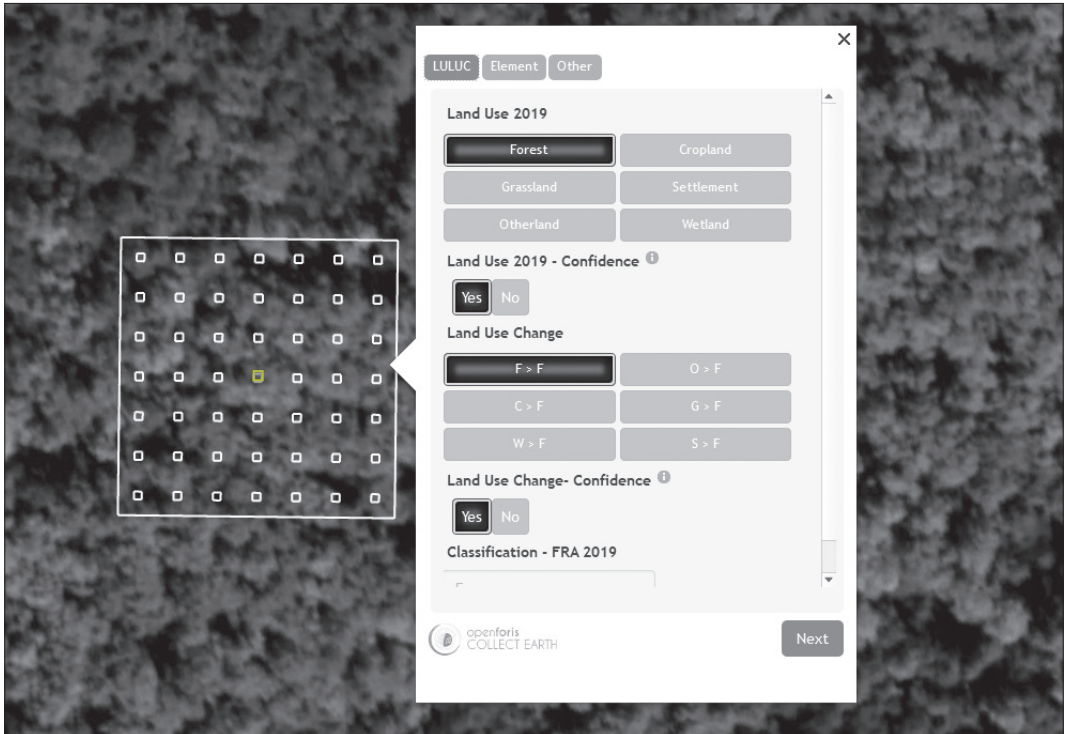


Figure 1. Collect Earth program and module for photo-interpretation “Serbia Mapathon 2019 v9”- photo-interpretation application, working module

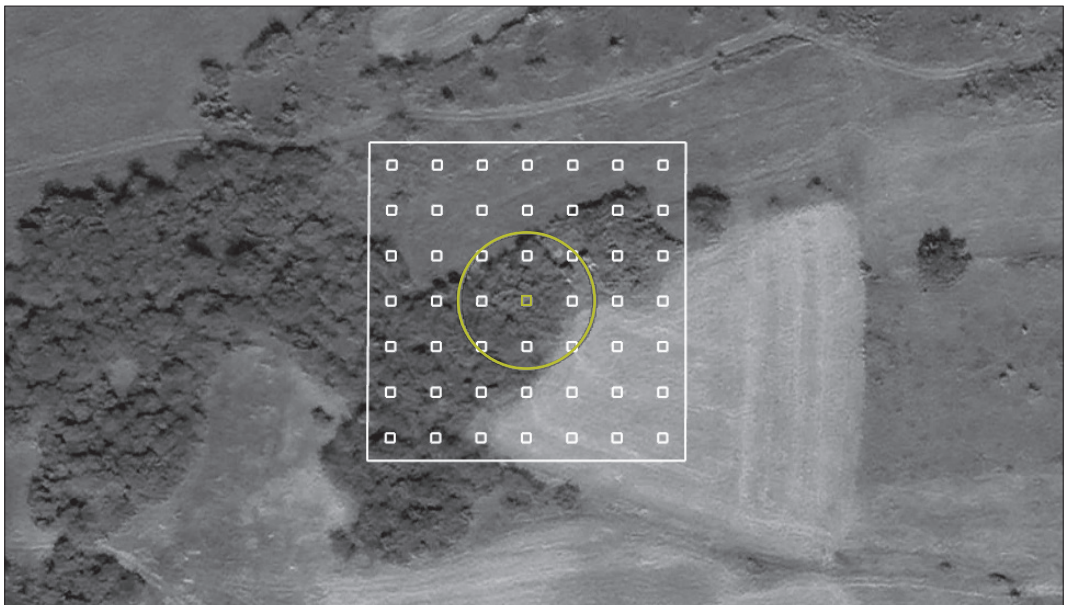


Figure 2. A photo-interpretation of sample plot number 2911 -1



Figure 3. Photo-interpretation of sample plot number 411 - 1

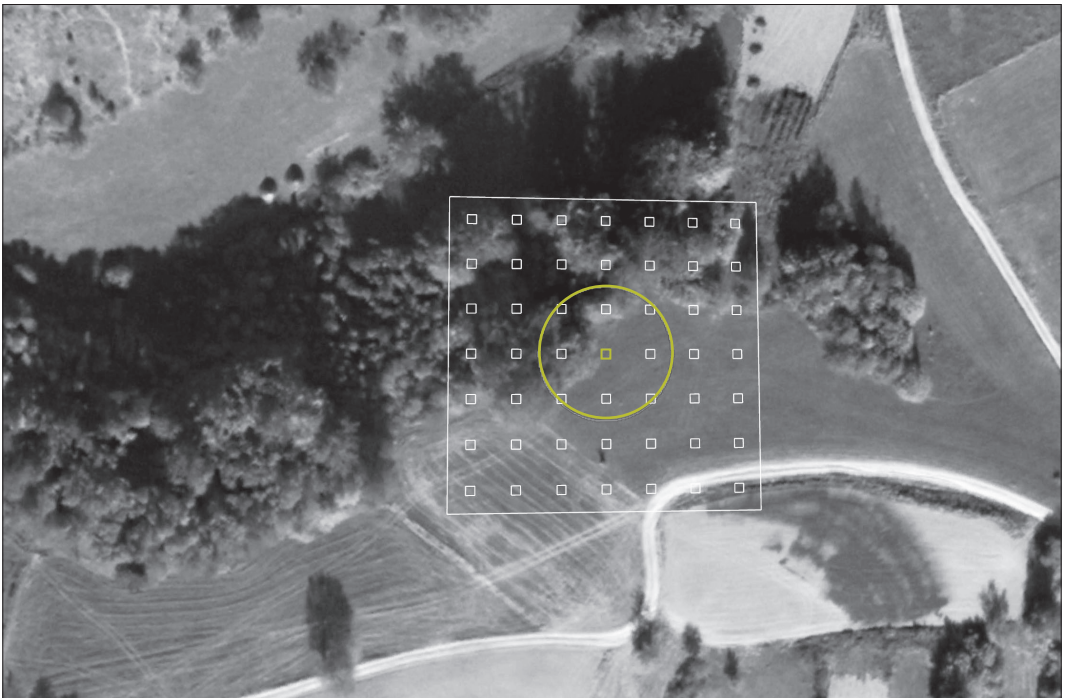


Figure 4. A photo-interpretation of sample plot number 625 -1

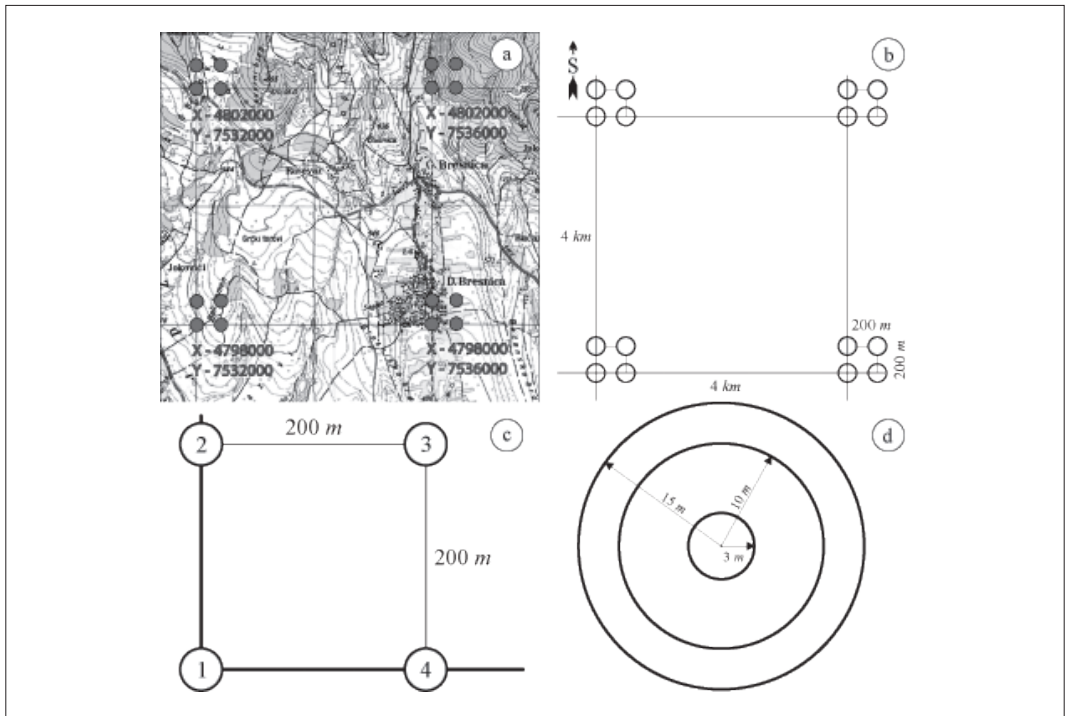


Figure 5. Sample in NFI-2 a) Systematic sample in cluster form; b) Cluster grid 4 x 4 km; c) Distribution of sample plots in the cluster; e) Sample plots of three concentric circles (source: Banković *et al.*, 2009; Pantić *et al.*, 2016)

Phase 2: Field measurement

When it comes to this phase, the concept from NFI-1 was applied (Banković *et al.*, 2009). Essentially, it is identical or very similar to the concepts of NFIs in European countries (Gabler, Schadauer, 2007; Tomppo *et al.*, 2010; Pantić *et al.*, 2016). It is also suitable for the spatial distribution and structure of Serbian forests, as well as for the available financial budget for the realization of the project. This concept includes the application of a systematic sample in the form of clusters, distributed in 4 x 4 km grid. Each cluster consists of 4 sample plots distributed in the vertices of a square with 200 m sides. Unlike NFI-1, in NFI-2 all sample plots on F and OWL have a permanent character, which means permanently marking their center and positioning each tree in space using the azimuth and horizontal distance from the center of the sample plot. Three concentric circles constitute a sample plot (Figure 5):

$r_1 = 3 \text{ m}$ - $d < 5 \text{ cm}$ trees are counted, and $d > 5 \text{ cm}$ trees are measured,

$r_2 = 10 \text{ m}$ - $d > 10 \text{ cm}$ trees are measured,

$r_3 = 15 \text{ m}$ - $d > 30 \text{ cm}$ trees are measured.

Field teams (operator + worker) of PE "Vojvodinasume" and PE "Srbijasume" are equipped with quality measuring instruments and equipment, which should provide reliable information about Serbian forests. These are the following instruments and equipment¹:

- A Trimble T10 Tablet with software for entering all data collected in NFI-2,

¹ <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-t10>
<https://echosurveying.com/gps-gnss-systems/trimble-r-1-gps-gnss-receiver>
<https://www.yorksurvey.co.uk/suunto-tandem-compass-clinometer-c2x22546115>
<http://metaldetektori.rs/product/xp-g-maxx-ii-27cm/>
<https://haglofsweden.com/project/mantax-blue/>
<https://haglofsweden.com/project/vertex-5/>
<https://haglofsweden.com/project/increment-borers/>

- A Trimble R1 GNSS Receiver,
- Suunto Tandem - compass and clinometers,
- A 30-50 m long measuring tape,
- A metal detector XP GMAXX II,
- A regular 80 cm caliper,
- A hypsometer Vertex IV, a transponder and a telescopic pole,
- A Pressler's increment borer,
- A sufficient number of metal bars for sample plot center marking,
- A small hand axe,
- Forest (or white) chalk,
- A red spray paint for sample plot marking and ensuring.

A modified and improved version of the «NFI Osnova» software (Vasiljević, 2019) has been installed in the Tablet Trimble T10, which contains several modules and procedures:

- module for entering data collected from the photo-interpretation phase,
 - module for field data entry (Figure 6),
 - procedure for checking the accuracy and reliability of data entry in the field,
 - module for processing the collected data,
 - procedure for creating various reports from the database, as well as for their visualization.
- The data entry module has several options:

- the input of administrative and geospatial information related to the sample plot,
- the input of information related to the site, stand and biodiversity,
- the input of information about the trees in the sample plot,
- the input of information about the regeneration and small trees in the sample plot,
- a review of the current inventory data in the sample plot,
- a review of the previous inventory data in the sample plot,
- a photo archive - linking photos with the sample plot ID and their archiving,
- data transfer to the server.

The program can be used as a standalone application for working with MS Access database or it can be used with a central database under the SQL server database, with spatial geographic data which also could be stored in the database. It enables linking to GIS projects, and thus numerical data can be linked to relevant geo-information, enabling the maticmaps to be created, searches for different queries, and the positioning and visualization of descriptive attributes in space. For background maps, the software allows connecting to some of the VMS services offered (Web Map

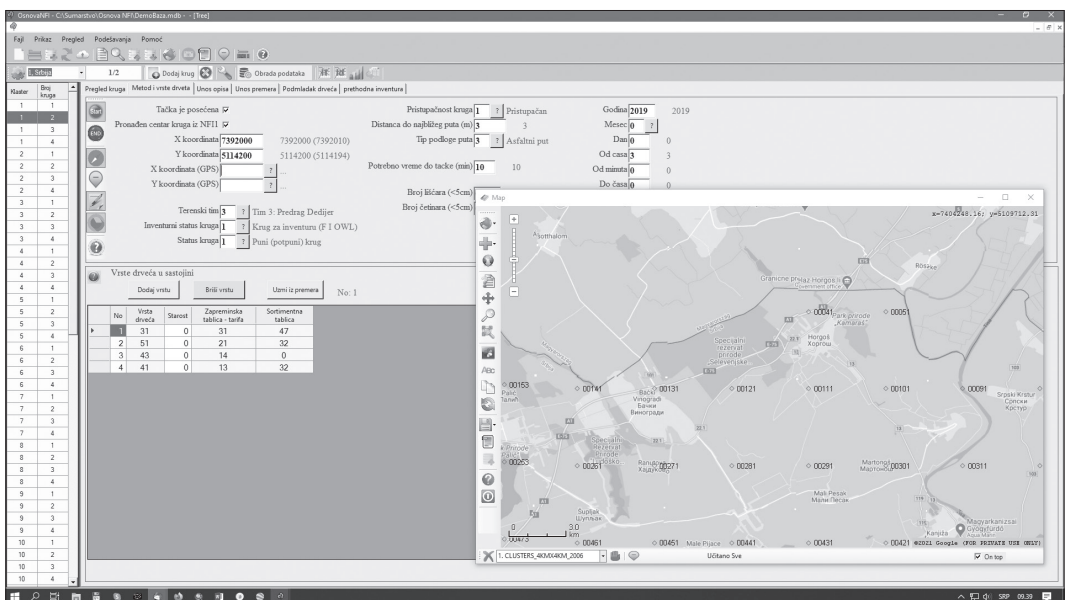


Figure 6. “NFI Osnova” software - Field Data Entry Module (source: Vasiljevic, 2019)

service) by the Republic Geodetic Authority of the Republic of Serbia.

The module for the processing of the collected data, as well as for creating various reports from the database is in the final stage of development. Until June 2021, it will be tested in pilot areas - Northern and Western forest areas (Law on Forests of RS, Article 17, paragraph 3, Official Gazette of RS “, No. 30/2010, 93/2012, 89/2015 and 95/2018).

INFORMATION IN NFI-2

The information collected in NFI-2 and their definitions are in line with internationally accepted definitions and criteria (COST Action E43, 2010; FRA/FAO, 2015, 2018, 2020), except when these definitions were contrary to Serbian forestry practices and needs. In this case, priority was given to national definitions (Banković *et al.*, 2009; Banković, Medarević, 2009), counting on the harmonization of information at the European level (Vidal *et al.*, 2016).

The information was mainly collected in the field (by measurement or estimation), as well as from indirect sources, including:

- GIS data,
- RGA data,
 - land use map, which includes a forest layer mask,
 - land classes for agricultural land,
 - topographic data,
 - cadastral data,
 - remote sensing data,
 - orthophoto images from RGA,
- Data of public enterprises
- Results of the MAFWM-BMEL project (2015-2019),
- Free available satellite and other EO data,
 - Bing maps,
 - Google Image Layers (current and historical),
 - Sentinel 2 Data.

Table 1 shows the information collected in NFI-2, as well as a way of their structure. For each information, the place and category of the land on which it is determined is given, as well as the distance from the center of the circle where the measurement or assessment is performed.

Table 1. Basic elements for determining information in NFI-2

No	Attribute	Place	Land category	Distance (m)
ADMINISTRATIVE AND GEOSPATIAL INFORMATION				
1	Cluster identification number	Ofc	All	
2	Sample plot identification number	Ofc	All	
3	Securing the centre of sample plot on the cluster	Fld	F, OWL	15-30
4	Moving of the metal stake from the sample plot centre	Fld	F, OWL	
5	Finding the center of SW sample plots from the previous (NFI-1) inventory	Fld	F, OWL	20 m, max 15 minutes
6	Inventory status of the sample plot	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
7	Status of the sample plot	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
8	Accessibility of the sample plot	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
9	Reduction of the surface of the circle	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	
10	NUTS	Ofc	All	
11	District	Ofc	All	
12	Political municipality	Ofc	All	
13	Forest region	Ofc	All	
14	National park	Ofc	All	
15	Natura 2000 habitats	Ofc	All	
16	Emerald areas	Ofc	All	

17	Distance of the sample plot center from the nearest road	Ofc	F, OWL	
18	Type of the road substrate	Ofc	F, OWL	
19	Time spent on the sample plot	Fld	F, OWL	
SITE INFORMATION				
20	Land use categories	Ofc	All	15
21	Land use category changed	Ofc/Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	15
22	Wooded ground and non-wooded ground inside the forest and other wooded land	Fld	F, OWL	15
23	Land ownership	Ofc	All	15
24	Altitude	Ofc/Fld	F, OWL	15
25	Slope	Fld	F, OWL	15
26	Aspect	Fld	F, OWL	15
27	Erosion	Fld	F, OWL	25
28	Depth of soil	Fld	F, OWL	15
29	Litter (Dead cover)	Fld	F, OWL	15
30	Mean litter depth	Fld	F, OWL	15
31	The process of humification	Fld	F, OWL	15
32	Ground vegetation (living)	Fld	F, OWL	15
33	Number of ground vegetation species	Fld	F, OWL	15
34	Shrubs (living)	Fld	F, OWL	25
35	Number of shrub species	Fld	F, OWL	25
INFORMATION RELATING TO BIODIVERSITY²				
36	Photographing of ground vegetation	Fld	F, OWL	15
37	Indicator species of key forest habitats	Fld	F, OWL	15
38	Invasive Species	Fld	F, OWL	15
39	Presence of key biotopes	Fld	F, OWL	30
40	Presence of artificial constructions	Fld	F, OWL	30
41	Tree with lichens on the stem	Fld	F, OWL	15
42	Forms of lichens	Fld	F, OWL	15
43	Tree with mosses on the stem	Fld	F, OWL	15
44	Tree with fungi on the stem	Fld	F, OWL	15
45	Living special trees	Fld	F, OWL	15
STAND INFORMATION				
46	Tree species	Fld	F, OWL, OLWTC, TOF	15
47	Age of the stand	Fld	F, OWL	15
48	Age class identification number	Fld/Ofc	F, OWL	15
49	Stand categories	Fld	F, OWL	25
50	Management types	Fld	F, OWL	25
51	Treatment phase	Fld	F, OWL	15
52	Stand origin	Fld	F, OWL	25
53	Stand layers	Fld	F, OWL	25
54	Stand structure	Fld	F, OWL	25

² Sarić, 1997; Kitnaes, 2004; Lazarević *et al.*, 2012; Büttler *et al.*, 2013; Stojanović, 2015; Kraus *et al.*, 2016; Lindhe, Drakenberg 2016; (2016)

55	Stand preservation status	Fld	F, OWL	25
56	Stand mixture	Fld	F, OWL	25
57	Stand canopy	Fld	F, OWL	25
58	Naturalness	Fld	F, OWL	25
59	Basic characteristics of the young crop	Fld	F, OWL	25
60	Health condition of the stands	Fld	F, OWL	25
61	Causes of stand damage	Fld	F, OWL	25
62	Global forest purpose	Ofc/Fld	F, OWL	30
63	Protection regime	Ofc	F, OWL	
64	Potential silvicultural treatment	Fld	F, OWL	25
65	Silvicultural treatment need	Fld	F, OWL	25
TREE INFORMATION				
66	Number of small trees $d \leq 5$ cm	Fld	F, OWL	3
67	Tree status on re-measured sample plots	Fld	F, OWL	15
68	Diameter at breast height (DBH), diameter of fallen tree at 1,3 m from the thicker side or diameter in the middle of a tree part	Fld	F, OWL, OLTWC, TOF	15
69	Azimuth and distance of the tree from the sample plot center	Fld	F, OWL	15
70	Total height of a standing tree or total length of a laying tree/part of a tree	Fld	F, OWL, OLTWC, TOF	15
71	Crown base (length of the stem)	Fld	F, OWL	15
72	Periodic diameter increment (width of 10 growth rings x 2)	Fld	F, OWL	15
73	Biological (social) status of the tree	Fld	F, OWL	15
74	Health conditions of the tree	Fld	F, OWL	15
75	Causing agents of tree damage	Fld	F, OWL	15
76	Degree of tree damage	Fld	F, OWL	15
77	Technically good-quality trees	Fld	F, OWL	15
78	Virtual marking	Fld	F, OWL	15
79	dry (dead) trees	Fld	F, OWL	15
80	Group of tree species for the dead wood	Fld	F, OWL	15
81	Usability of dry (dead) trees	Fld	F, OWL	15
82	Stump measurement	Fld	F, OWL	15
83	Forest management	Ofc		

Source: original

Legend: Ofc-Office (Office-indirect source); Fld-Field (Field - measurement or assessment); Ofc/Fld (Office and check on the field)

In addition to the information from the above groups and a series of derived information from the database, Serbia is obliged to provide the following information from forest management in the reporting process, in particular to the FRA/FAO (FAO, 2015):

- Forest area covered by management plans,
- Number of enterprises in forestry classified by ownership and size,
- The share of forestry, wood processing and pulp (paper) in the GDP,
- Net income of forest enterprises,

- Total costs for long-term sustainable forest services,
- Number of employees in forestry classified by gender, age, education and work specifics,
- Safety and health - the frequency of accidents at work and occupational diseases in forestry,
- Consumption of wood and wood products per capita,
- Trade in wood - import and export of wood and wood products,
- The value and quantity of roundwood on the market,
- Value and quantity of other products from the forest on the market,
- The value and volume of services from the forest on the market,
- Energy from wood resources - the share of energy from wood in total energy consumption.

The information will be provided by public forestry enterprises, relevant ministries, as well as by the National Bureau of Statistics, and will be presented within of the state of Serbian forests upon completion of NFI-2.

CONTROL OF NFI-2

Control of remote sensing

Internal control had to ensure good quality of interpretation of the images and have harmonized control criteria for all photo-interpreters. The internal controller checked:

- 5% of the total number of sample plots - every 20th sample plot, with a random selection of the first sample plot,
- all sample plots where the confidence of land use assessment was low", (Land Use 2019 Confidence = NO),
- all sample plots with changes in land use forest to non-forest and non-forest to forest,
- all OWL sample plots.

The external controller checked the photo-interpreters and internal controllers on a small sample:

- min 5% of all interpretations (every 20th sample plot, random selection of the first sample plot)

- min. 20% of classifications where the confidence of land use assessment was low (Land Use 2019 Confidence = NO)
- min. 20% of sample plots in which there have been changes in the way of land use - in the forest and from the forest to other categories,
- all OWL classifications.

In accordance with the defined quality criteria, the external controller could order corrections or complete repetition of photo-interpretation in certain areas.

Field work control

Fieldwork control is performed in parallel with NFI-2, with the aim of keeping measurement errors at a tolerable level and avoiding rough and systematic errors (Stierlin, 2001). The size of the control sample is 5% of the total number of sample plots in individual forest areas. Fieldwork control in NFI-2 is performed at three levels (Pollard *et al.*, 2006), with the tasks shown in Table 2:

1. The internal control of contractors (Bureau for forestry planning and design within PE "Srbijašume" and PE "Vojvodinašume").

The control team is present in the sample plot with the field team and discusses the results of the control, indicates errors and suggests data to be corrected.

2. Control by the control unit (CU) of the Institute of Forestry in Belgrade, appointed by the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management - Forest Directorate.

The control team performs a data check in the sample plot, discusses the results of the control with the field team, indicates errors and suggests ways to correct them. The control is designed to provide the NFI team and the Forest Directorate with the necessary information to further manage the inventory process.

3. Supervision - controlled by the experts of the NFI team.

The control team randomly selects a sample plot to control and performs controls without the presence of a field team. The goal is to control the lower levels of control and, if necessary, correct their work.

Table 2.Tasks of individual levels of fieldwork control

Tasks	Level of control		
	1	2	3
Control by field teams	+	+	
Control by field teams and internal control		+	
Control by internal and CU control			+
Reinforced control and professional support for field teams that make serious and systematic errors	+	+	
Maintenance of ongoing communication with the NFI team		+	
Keeping records of the spatial distribution and % of controlled clusters at the level of individual regions, that is, Serbia		+	
Delivery of periodic reports on the results of the control submitted to the NFI team and Forest Directorate		+	
Delivery of a final report on the quality of the second NFI of Serbia			+

Source: original

Since errors can occur in tolerant and intolerant ranges, a distinction is made between **small** and **serious** errors. All information on the plots located in F and OWL in the cluster grid 4 x 4 km is controlled. When it comes to plots on OLWTC and TOF in the cluster grid 8 x 8 km, only the information under ordinal numbers 6, 7, 8, 9, 46, 68 and 70 in Table 1 is controlled. In addition, there is a difference in tolerance levels of diameter errors and the height of healthy trees relative to dead wood.

The quality of measurement of the controlled team is determined according to the following criteria:

- **good quality:** no serious errors, no systematic errors, less than 20 slight errors,
- **acceptable quality:** maximum one serious error, no systematic errors, less than 30 slight errors,
- **inacceptable quality:** more than one serious error, presence of systematic errors, more than 30 slight errors

The protocol must be signed both by the controller and the field teams and kept in the CU ar-

chives. If more than 6 sample plots handled by the same field team are found to have an unacceptable quality of inventory, the CU shall submit a written proposal with an explanation to the contractor's responsible person and the experts of the NFI team to exclude that field team from further work on NFI-2.

CONCLUDING REMARKS

The growing conflict between the demands of modern civilization towards the forest and its ability to respond to these demands, primarily due to destabilization by numerous negative influences of anthropogenic, biotic and abiotic nature, have significantly influenced the development of forestry in the last few decades. Forest management has a pronounced multifunctional character. The economic function is still dominant, but increasing emphasis is placed on the protective, ecological and social functions of forests. The share of forest areas intended for land protection, water, biodiversity and numerous services is constantly increasing globally. Forest areas protected by the strictest protection regimes are also growing (FRA/FAO 2020). Along with these processes, the requirements regarding the scope, structure and reliability of information on forest ecosystems are increasing. Forest inventory, especially NFI, is rapidly developing in methodological terms and in terms of the application of data collection techniques (remote detection-McRoberts,Tomppo, 2007, laser and ultrasound measuring instruments, hardware and software solutions, etc.). One of the characteristics of modern forestry is the emergence of numerous international organizations and initiatives that deal with the monitoring and protection of forest ecosystems. The aim is to create uniform and functional databases on forests at different levels, their expert analysis and binding decisions for the member states of organizations and signatories of initiatives. In response to these trends, European developed forestry countries have institutionally and organizationally regulated their NFIs. In this respect, the Serbian NFI lags significantly behind.

There is no NFI institution in Serbia with a permanent expert team. In the future, the field realization of the inventory can be entrusted to public forestry companies or licensed companies through a tender. However, the sophisticated and creative part of the inventory should be done by a team of experts of different specialties. Therefore, it is recommended to establish an institution in charge of NFIs within or under the supervision of the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management – Forest Directorate.

The team should be composed of:

- an inventory expert,
- a remote sensing expert,
- a statistics expert,
- an IT expert,

with the following responsibilities:

- the creation of an NFI methodology and its continuous improvement (innovation),
- keeping up with the current trends in NFI,
- active participation in regional and global forest-focused organizations,
- active participation in the process of harmonizing NFI information in the European area,
- cooperation with scientific and professional forestry institutions in Serbia,
- theoretical and practical training of NFI realization teams,
- NFI implementation coordination,
- control of all NFI phases,
- data analysis and reporting,
- database administration,
- development and updating of the WEP portal on Serbian forests and development trends,
- exchange of information within the sectors managing natural resources (forestry, water management and agriculture) and outside the sector (Republic Geodetic Authority, Republic Hydro-Meteorological Institute, Emergency Service of the Ministry of Interior affairs) in the conditions of increasing risks to Serbia's natural resources.

The competencies of such an institution can be extended to the stand inventory of forests, which would provide the Forest Directorate with a better insight and impact on the implementation and quality of all levels of forest inventory in Serbia.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Alberdi I., Condés S., McRoberts R.E., Winter S. (2018): *Mean species cover: a harmonized indicator of shrub cover for forest inventories*, European Journal of Forest Research 137 (3): (265-278)
- Banković S., Medarević M., Pantić D. (2002): *Pouzdanost informacija o šumskom fondu kao osnov relnog planiranja gazdovanja šumama*, Glasnik Šumarskog fakulteta 86, Univerzitet u Beogradu-Šumarskifakultet, Beograd (67-79)
- Banković S., Pantić D. (2006): *Dendrometrija*, Univerzitet u Beogradu-Šumarskifakultet, Beograd
- Banković S., Medarević M. (2009): *Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Republike Srbije*, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd
- Banković S., Medarević M., Pantić D., Petrović N. (2009): *The National Forest Inventory of the Republic of Serbia-The growing stock of the Republic of Serbia*, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia-Forest Directorate, Belgrade
- Borota D. (2019): *Primena aerofotogrametrije u inventuri šuma Vojvodine*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd
- Bütler R., Lachat T., Larrieu L., Paillet Y. (2013): *Habitat trees: Key elements for forest biodiversity*, Integrative Approaches as an Opportunity for the Conservation of Forest Biodiversity, European Forest Institute, Joensuu
- Cienciala E., Tomppo E., Snorrason A., Broadmeadow M., Colin A., Dunger K., Exnerova Z., Lasserre B., Petersson H., Priwitzer T., Sanchez, G., Ståhl G. (2008): *Preparing emission reporting from forests: Use of national forest inventories in European countries*, Silva Fennica 42 (1): (73-88)
- COST Action E43 (2010): *Harmonisation of National Forest Inventories in Europe -Techniques for common reporting*, European Cooperation of Science and Technology

- Dees M. (1998): *Regression estimation using a cluster design in large scale forest inventories*, Allgemeine Forst und Jagdzeitung 169 (177-185)
- Dees M. (2006): *Kombination von Fernerkundung und Stichprobeninventur bei betrieblichen und nationalen Waldinventuren*, Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung 37
- Dees M., Anđelić M., Borota D. et al. (2013): *Prva nacionalna inventura šuma Crne Gore*, Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Lux-Development FODEMO Projekat, Podgorica
- De Foresta H., Somarriba E., Temu A., Boulanger D., Feuilly H., Gauthier M. (2013): *Towards the Assessment of Trees Outside Forests*, A Thematic Report prepared in the framework of The Global Forest Resources Assessment, Forest Resources Assessment Working Paper 183, Rome
- FAO (2015): *Global forest resources assessment 2015—desk reference*, Forest Resources Assessment Programme, Rome
- FAO (2018): *Terms and Definitions FRA 2020*, FRA Working Paper 188, Rome
- FAO (2020): *Global Forest Resources Assessment 2020, Main report*, Rome
- Forest Europe (2015): *Updated Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the Forest Europe Expert Level*, Meeting 30 June – 2 July 2015, Madrid, Spain
- Gabler K., Schadauer K. (2007): *Some approaches and designs of sample-based national forest inventories*, Austrian Journal of Forest Science 124 (2): (105-133)
- Gschwantner T., Schadauer K., Vidal C., Lanz A., Tomppo E., di Cosmo L., Robert N., EnglertDuursma D., Lawrence M. (2009): *Common tree definitions for national forest inventories in Europe*, Silva Fennica 43 (2): (303-321)
- Gschwantner T., Lanz A., Vidal C., Bosela M., Di Cosmo L., Fridman J., Gasparini P., Kuliešis A., Tomter S., Schadauer K. (2016): *Comparison of methods used in European National Forest Inventories for the estimation of volume increment: towards harmonisation*, Annals of Forest Science 73 (4): (807–821)
- Gschwantner T., Borota D., Pantić D. et al. (2019): *Harmonisation of stem volume estimates in European National Forest Inventories*, Annals of Forest Science 76:24
- Kitnaes K.S. (2004): *Method for nature value assessment and mapping of key biotopes in forests*, Orbicon, Denmark
- Kraus D., Büttler R., Krumm F., Lachat T., Larrieu L., Mergner U., Paillet Y., Rydkvist T., Schuck A., Winter S. (2016): *Catalogue of tree microhabitats – Reference field list*, Integrate + Technical Paper
- Lazarević P., Stojanović V., Jelić I., Perić R., Krsteski B., Ajtić R., Sekulić N., Branković S., Sekulić G., Bjedov V. (2012): *Preliminarni spisak invazivnih vrsta u Republici Srbiji sa opštim merama kontrole i suzbijanja kao potpora budućim zakonskim aktima*, Zaštita prirode 62(1): (5-31)
- Lindhe A., Drakenberg B. (2016): *Forest Integrity Assessment – A simple and user-friendly tool for assessing and monitoring biodiversity conditions in forests and forest remnants*, February 2016, The HCV Resource Network, Proforest and WWF
- McRoberts R.E., Tomppo E.O. (2007): *Remote sensing support for forest inventories*, Remote Sensing of Environment 110 (4): (412-419)
- Pantić D. (2003): *Izbor optimalnog metoda premera u veštački podognutim sastojinama topole na području Ravnog Srema*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd
- Pantić D., Medarević M., Tubić B., Borota D. (2012/a): *Options for using remote sensing and its reliability in structural and spatial determination of forest ecosystems*, Proceedings, International Scientific Conference “Forests in Future – Sustainable Use, Risks and Challenges”, 4th-5th October 2012, Belgrade (39-48)
- Pantić D., Medarević M., Borota D., Tubić B., Marinković M. (2012/b): *Aerofoto-interpretacija u sastojinskoj inventuri šuma Srbije*, Šumarstvo 3-4, UŠITS, Beograd (1-16)
- Pantić D., Stojkovic N., Borota D., Tubić B., Marinković M., (2013/a): *Possibilities of applying sampling measurement in the inventory of structurally heterogeneous stands*, Agriculture & Forestry 59 (4): (65-79)

- Pantić D., Medarević M., Borota D., Filipović Đ., Tubić B. (2013/b): *Application of GIS in creating information basis for management of forest ecosystems of Belgrade*, Proceedings, The 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science "Soil – Water – Plant", September 23 – 26th, Belgrade (645-665)
- Pantić D., Borota D. (2015): *The national forest inventory of Serbia: State and possible further directions of development*, Bulletin of Faculty of Forestry 112, Belgrade (9-32)
- Pantić D., Medarević M., Borota D. (2016): *The Serbian National Forest Inventory, "National forest inventories – assessment of wood availability and use"*, Eds. Vidal C., Alberdi I., Hernández L., Redmond J., Springer International Publishing (709 – 730)
- Pollard J.E., Westfall J.A., Patterson P.L., Gartner D.L., Hansen M., Kuegler O. (2006): *Forest Inventory and Analysis National Data Quality Assessment Report for 2000 to 2003*, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-181. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station
- Sarić M. (Ed) (1997): *Vegetacija Srbije II – Šumske zajednice 1*. Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd
- Stierlin H.R. (2001): *Criteria and provisions for quality assurance, "Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment"* Eds.Brassel P., Lischke, H., Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL (109-114)
- Stojanović V. (Ed) (2015): *Biljke od međunarodnog značaja u flori Srbije*, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Beograd
- Tomppo E., Gschwantner T., Lawrence M., McRoberts R.E. (Eds.) (2010): *National Forest Inventories Pathways for Common Reporting*, Springer, Netherlands
- Ullah S., Dees M., Datta P., Adler P., Schardt M., Koch B. (2019): *Potential of Modern Photogrammetry Versus Airborne Laser Scanning for Estimating Forest Variables in a Mountain Environment*, Remote Sensing 11 (6):661
- Ullah S., Dees M., Datta P., Adler P., Saeed T., Khan M.S., Koch B. (2020): *Comparing the potential of stereo aerial photographs, stereo very high-resolution satellite images, and TanDEM-X for estimating forest height*, Remote Sensing 41 (18): (6976-6992)
- Vasiljević A. (2019): *Uputstvo za upotrebu softvera NFI 2007-2021, v.2.6.0.0 Srbija*, rukopis
- Vauhkonen J., Pantić D., Borota D., et al. (2019): *Harmonised projections of future Forest Resources in Europe*, Annals of Forest Science 76 (3): (1-12)
- Vidal C., Lanz A., Tomppo E., Schadauer K., Gschwantner 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 (2): (247-266)
- Vidal C., Alberdi I., Redmond J., Vestman M., Lanz A., Schadauer K., (2016): *The role of European National Forest Inventories for international forestry reporting*, Annals of Forest Science 73 (4): (793-806)
- (2015-2019): *Implementation of an innovative forest management planning considering economic, ecological and social aspects in Serbia*, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of Serbia (MAFWM) and German Ministry of Food and Agriculture (BMEL)
- (2015): *Zakon o šumama*, Službeni glasnik RS br. 30/2010, 93/2012, 89/2015 i 95/2018 - dr. zakon, Beograd
- (2016): *Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva*, Službeni glasnik RS br. 5/2010, 47/2011, 32/2016 i 98/2016, Beograd

