

Инвентура шума и њен значај за одрживи развој шумарства

Дамјан Пантић, Душко Чуковић

Сажетак. У савременом шумарству нужне су свеобухватне анализе приликом планирања и доношења одлука. Свака одлука, непосредно или посредно, утиче на шуму, рефлектујући се кроз различите економске, еколошке и социјалне критеријуме. Све је већи број елемената које планери и доносиоци одлука морају узети у обзир. Ово је посебно изражено у XXI вијеку, када су шуме угрожене различитим штетним утицајима, прије свега антропогеног поријекла (непосредног или посредног), док се истовремено функционална одрживост и трајност намећу као императиви газдовања. Између ових крајности планери морају наћи таква рјешења која ће повећати степен шумовитости, заштитити постојеће шуме, побољшати њихов квалитет и функционалну способност, уз трајно задовољење све комплекснијих захтјева савременог друштва према шуми. Полазни основ за њихово дјеловање су свеобухватне и поуздане информације о шумама на различитим нивоима, од локалног до глобалног. Инвентура шума има све већи значај и убрзано се развија у методолошком и технолошком смислу, као и у погледу удруживања националних инвентура у различите регионалне и глобалне асоцијације које се баве шумама.

Цитирање: Пантић Д, Чуковић Д (2023) Инвентура шума и њен значај за одрживи развој шумарства. У: Говедар З, Матаруга М, Пржуљ Н (уредници) Одрживи развој и управљање шумским екосистемима. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LI:769–807

Cite as: Pantić D, Ćuković D (2023) Forest inventory and its importance for sustainable forestry development. In: Govedar Z, Mataruga M, Pržulj N (eds) Sustainable development and management of forest ecosystems. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LI:769–807

Циљ ових асоцијација је размјена искустава и стварање функционалних база података, које би експертима омогућиле детаљне анализе и мониторинг шумских екосистема, а власницима шума и управљачима, на бази тих експертиза, доношење обавезујућих одлука за државе чланице. У времену које долази шуме су препознате као услов опстанка људске цивилизације, тако да шумарство све више поприма наднационални значај. Инвентура шума БиХ, односно Републике Српске, све до почетка 90-их година XX вијека, имала је све одлике модерне инвентуре, засноване на статистичким принципима. Ратне и политичке околности након поменутог периода, недостатак финансија, научних истраживања и кадрова уско специјализованих за инвентуру шума, утицали су на вишедеценијску стагнацију инвентуре шума Републике Српске. Стагнација је вишесмјерна, са негативним импликацијама на процес планирања и доношења одлука у шумарству, односно с негативним утицајима на стање шума Републике Српске.

Инвентура шума за потребе израде шумскопривредних основа, које представљају основни плански документ за регулисање газдовања шумама у духу очувања континуитета газдовања шумама, често не обезбјеђује прописану прецизност процјене за шире категорије високих шума са природном обновом на нивоу шумскопривредних подручја. Подаци инвентуре за ниже уређајне јединице (одјељења и одсјеци) оптерећени су великим грешкама процјене, тако да је извршиоцу плана на овом нивоу остављена слобода рада, с тим да се план газдовања, прописан за газдинску класу, изврши у цјелости. Поузданост и контрола реализације планова на оваквом концепту инвентуре шума су дискутабилни. Резултати инвентуре шума на великим површинама (Државна инвентура шума, ДИШ-1 и ДИШ-2), неупоредиви су због међусобно различитих концепата узорака који су коришћени, импровизације теренских радова и лоших процедура обраде података, нереалних повећања површине, запремине и запреминског прираста у ДИШ-2, тако да је релевантне закључке о тренду шумског фонда у 40-годишњем периоду немогуће донијети. Предлаже се читав низ мјера како би се овакво стање превазишло, а инвентура шума Републике Српске методолошки, технолошки и функционално унаприједила и стала у ред с модерним европским инвентурама. Императивна мјера је обезбјеђење научног кадра специјализованог за инвентуру шума, који би се бавио научно-истраживачким и стручним радом у овој области, као и едукацијом кадра за потребе шумарства Републике Српске.

Тек након тога може се говорити о методолошким корекцијама малоповршинске и националне инвентуре, примјени савремених технологија

и аутоматизацији прикупљања, трансфера и обраде података, стварању информационог система и о укључењу инвентуре шума Републике Српске у регионалне и глобалне асоцијације којима су шуме у фокусу дјеловања. Без реализације ових и других мјера, инвентура шума Републике Српске ће и даље стагнирати на нивоу 80-их година XX вијека и биће све мање способна да одговори бројним захтјевима који се намећу пред савремено шумарство.

Кључне ријечи: Република Српска, одрживост, информације, метод узорка, даљинска детекција

21.1. Увод

Крчење шума ради коришћења земљишта у друге сврхе једна је од најраспрострањенијих активности човјека на Земљи. Током периода од 5.000 година, кумулативни губитак шума у свијету процјењује се на 1,8 милијарди ха, односно просјечни нето губитак је 360.000 ха годишње (Williams 2002). Раст становништва и повећање потражње за храном, влакнима и горивом убрзали су крчење шума, тако да оно у посљедњих 25 година износи 5,2 милиона ха (0,13%) годишње.

У Европи прије 2.000 година шуме су покривале око 80% земљишта (Plochmann 1992). Процјењује се да је око половине површине шума западне Европе посјечено прије средњег вијека. Историјски гледано, постоји јака корелација између великих друштвених промјена и начина коришћења шума (Williams 2002):

- пре-аграрна друштва (ловачко-сакупљачке заједнице) преживљавају зависно од шума,
- аграрна друштва крче шуме у потрази за обрадивим пољопривредним земљиштем,
- индустријализација дрво користи као сировину и као енергију,
- пост-индустријске економије, засноване на сектору услуга, дефинишу трајност социо-економских, еколошких и заштитних услуга као приоритет газдовања шумама.

Дакле, крајем XX и почетком XXI вијека квалитативно и квантитативно се усложњавају захтјеви друштва према шумским екосистемима, а ти захтјеви се огледају у:

- ублажавању ефеката климатских промјена, превенцији ерозије земљишта, регулацији кружења воде, везивању угљеника итд. – **еколошке и заштитне функције,**

- шуме као станиште биљних и животињских врста, генетички извор врста – **очување биодиверзитета,**
- запошљавању, развоју руралних подручја, рекреацији, здравству, духовности – **социолошке функције,**
- обезбјеђивању дрвета, биомасе, недрвних производа, различитих сервисних услуга – **економске функције** (Pantić i Borota 2016).

При том, шумски екосистеми су и даље веома угрожени, од локалног до глобалног нивоа. У оваквој, условно речено, парадоксалној ситуацији, шумарска наука и струка, а посебно планирање газдовања шумама и шумским простором у цјелини, имају посебну одговорност. Она се огледа у потреби да се трајно осигура задовољење свих захтјева савременог друштва према шуми, а да се при томе спријечи даља девастација шумских екосистема и омогући њихова ревитализација у еколошком, структурном и функционалном погледу.

Рационално, промишљено и усклађено планирање, од стратешког до оперативног нивоа, нужна је претпоставка за испуњење овако сложених задатака. У том смислу, прогресивно расте и значај инвентуре шума као научне дисциплине која треба да обезбиједи поуздан, комплексан и добро структуриран информациони основ на којем би се такво планирање заснивало. Не само планирање газдовања шумама, већ и бројне друге шумарске дисциплине које своје активности темеље на подацима инвентуре шума, зависе од квалитета прикупљања информација током инвентуре шума.

21.2. Историјски развој инвентуре шума

Инвентура шума интегрише различита знања, те се и њен развој током времена одвијао у више праваца:

- методолошки развој – имплементација статистичких принципа,
- повећање захтјева за информацијама и њиховом поузданошћу,
- технолошки развој,
- удруживање националних инвентура у регионалне и глобалне асоцијације.

21.2.1. Методолошки развој – интеграција технике узорка

У почетним инвентурама коришћена је **визуелна (окуларна) процјена**, као јефтин и брз „метод“. Процјењивана је запремина састојине на основу запремине средњег стабла и познатог броја стабала на парцели фиксне величине, те су резултати са парцеле преношени на 1 ха, а затим и на укупну површину (Banković i Pantić 2006). Основни метод који се користио у инвентури шума у XIX вијеку био је **потпуни (тотални) премјер**, али се брзо увидјела могућност редуковања трошкова употребом технике узорка.

Методи засновани на техници узорка коришћени су у инвентури шума знатно прије него што су математички описани и имплементирани у друге области. (Seppälä 1985; Gregoire 1992; Van Hooser et al. 1992; Frayer and Furnival 1999). Статистичко знање постепено се уводи у шумарску литературу између 1900. и 1925. године, прије свега у Скандинавији (Schumacher and Chapman 1942). Прве националне инвентуре шума, засноване на узорку, покренуте су у нордијским земљама: 1919. године у Норвешкој, 1921. у Финској и 1923. у Шведској. У Сједињеним Америчким Државама то је учињено 1928. године (Tomppo et al. 2008).

Према Bellhouse (1988), употребу репрезентативног узорка у инвентури шума препоручио је норвешки статистичар Kjaer A.N. крајем XIX вијека (Kjaer 1899). У почетку су реакције на његову препоруку углавном биле негативне, али је 1925. године идеја општеприхваћена. У том периоду, у највећој мјери, коришћен је једноставни систематски узорак. Neuman (1934) даје прецизан статистички оквир за теорију узорковања, уводећи интервал повјерења за процјене на бази узорка. Такође, истиче предности случајног избора у односу на систематски (Bellhouse 1988), који након тога доживљава пуну афирмацију у пракси. Овај аутор је представио и принципе стратификованог узорка 1934. године. Током наредне двије деценије теорија узорковања добија пуну математичку и практичну потврду. Најважнији догађај у том периоду везан је за узорковање са неједнаком вјероватноћом избора (селекције), чију практичну имплементацију представља **угаоно изабрајање**, које је први пут примијењено 1947. и 1948. године (Bitterlich 1984). Grosenbaugh (1958) проширује интерпретацију узорка неједнаке вјероватноће избора развијајући теорију за процјену било које нумеричке вриједности на стаблима узорка употребом **ППС узорка** (*Probability Proportional to size Sampling Methods, PPS*).

Перманентна инвентура шума (*Continuous Forest Inventory System, CFI*) ослања се на сталне, фиксне парцеле на којима су стабла обројчана, снимљених позиција у односу на центар парцеле и која се мјере сваке

године (тзв. принцип везаних узорака) (Stott, 1947). У исто вријеме, користе се и методи засновани на **тачкастим узорцима** (*Point Sampling*), а годишњи премјери постепено уступају мјесто периодичним инвентурама (сваких 5 или 10 година).

Bickford (1959), односно Ware and Cunia (1962), оптимално комбинују информације о расту са перманентних површина са информацијама о запремини са привремених површина. У **узорку са дјелимичном замјеном парцела** (*Sampling with Partial Replacement, SPR*) један дио првобитно установљених парцела се поново мјери, а остатак је замијењен новим парцелама. SPR је брзо прихваћен и показао се као ефикасан концепт.

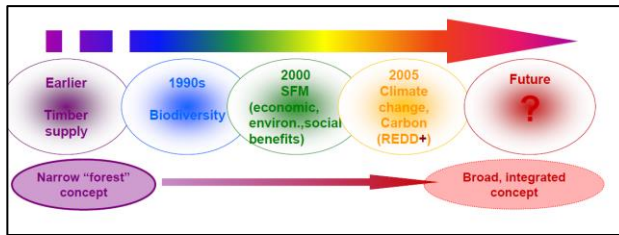
Утицај статистике на развој инвентуре шума огледа се у сљедећем:

- помоћу варијационе статистике утврђује се прецизност процјене средње и тоталне вриједности неког елемента,
- тражи се оптимално рјешење на релацији: величина узорка – прецизност – трошкови инвентуре,
- моделовањем стохастичких веза између различитих елемената (регресионом и корелационом анализом) развијене су и поузданије методе за одређивање запремине и запреминског прираста (Kangas et al. 2006).

Наведени типови узорака и концепти премјера (CFI, SPR), уз извјесна проширења, посебно у области сложених узорака који се примјењују у инвентури великих површина шума, као и по питању облика примјерних површина, примјењују се и данас у савременој инвентури шума.

21.2.2. Прогресивно увећање захтјева за информацијама

Током времена, процес планирања у шумарству постаје све тежи и комплекснији у настојању да осигура трајност бројних функција шума у условима њихове све веће угрожености штетним факторима различитог поријекла. Сходно томе, повећава се захтјев за информацијама о шумским екосистемима, мијења се структура информација, а захтјеви за њиховом тачношћу и поузданошћу све су строжи. Од уског шумарског концепта у прошлости, који је био фокусиран само на снабдијевање дрветом, преко информација везаних за биодиверзитет, одрживо газдовање и трајно обезбјеђење економских, еколошких и социјалних користи од шуме, дошло се до захтјева за информацијама о климатским промјенама, депоновању угљеника, односно до широког концепта прикупљања информација који ће и у будућности имати растући тренд (Сл. 21.1).



Сл. 21.1. Тренд повећања обима информација које се прикупљају у NFI (Morales-Hidalgo 2015)

Fig. 21.1. Trend of increasing the scope of information collected in NFIs (Morales-Hidalgo 2015)

У већини националних инвентура шума европских држава, уз минималне разлике, информације које се данас прикупљају структуриране су на следећи начин:

- административно-геопросторне информације,
- информације о станишту,
- информације везане за биодиверзитет,
- информације о стаблима,
- информације о шуми (састојини),
- информације везане за газдовање шумама.

Комбиновањем основних информација из наведених група, кроз вишеструке упите у бази података, може се добити изузетно широк и комплексан спектар информација који битно доприноси квалитету планирања, од стратешког до оперативног нивоа.

21.2.3. Технолошки развој

Поред примјене статистике, проналазак и развој рачунара и електронске обраде података најважнији су утицајни фактори на развој инвентуре шума у другој половини XX вијека. Убрзала се обрада података, и то са највећом тачношћу и поузданошћу. Неки од сложенијих концепата узорка, које је раније било скоро немогуће примјенити због обимних и компликованих рачунских операција, постали су једноставни и потпуно разумљиви (Banković i Pantić 2006). Континуирано увођење нових технологија у праксу инвентуре шума омогућује да се одговори на све комплексније захтјеве за информацијама о шумском простору (Miller et al. 2000; Matejka 2009) и на високе критеријуме њихове тачности. Прикупљање података на терену унапријеђено је системима за глобално сателитско позиционирање (GPS),

аутоматским мјерним уређајима, теренским компјутерима и бежичним преносом података, док се савременом даљинском детекцијом могу обезбиједити веома прецизни просторни подаци (Gong et al. 2002). Аероснимци и аерофотограметрија, као и ласерско скенирање, постали су незаобилазан метод масовног прикупљања просторних података (Акџа et al. 1991; Pantić et al. 2012), док су GIS софтвери омогућили њихове просторне анализе, као и нумеричке и графичке приказе. Слиједи кратак приказ технологија које се користе у инвентури шума и које обезбјеђују садржајнији и економичнији информациони основ за даљу употребу у планирању газдовања шумама и другим шумарским дисциплинама.

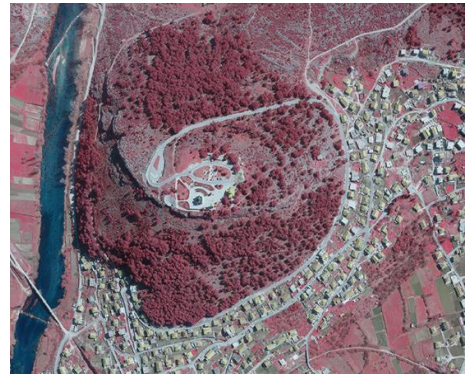
Даљинска детекција или даљинска истраживања (*Remote Sensing*) може се поједностављено дефинисати као вјештина и знање добијања информација о неком објекту или појави без физичког контакта мјерних инструмената с објектом, односно истраживаном појавом. Укључује два темељна аспекта: прикупљање података о објектима на површини Земље и анализу података са интерпретацијом (Oluić 2001).

Фотограметрија је метода мјерења помоћу које се на основу фотограметријских снимака добијају облик, димензије и положај сниманог објекта (Kraus 2005). Снимак је регистровано електромагнетно зрачење настало дјеловањем свјетла на фотоосјетљиви слој у камери (аналогни снимци) или дјеловањем свјетла на фотоосјетљиве сензоре (дигитални снимци) (Сл. 21.2, 21.3. и 21.4). Суштински, фотограметрија је грана даљинске детекције (Lарајне i Франџула 2001; Regodić 2008; Ђковић 2018). Фотограметрија се у шумарству користи од почетка XX вијека (1910. године у Њемачкој), а данас је редовна процедура већине националних инвентура шума, као њена прва фаза у којој се прикупља читав сет информација са аеро или сателитских снимака, чиме се битно редукују укупни трошкови инвентуре.

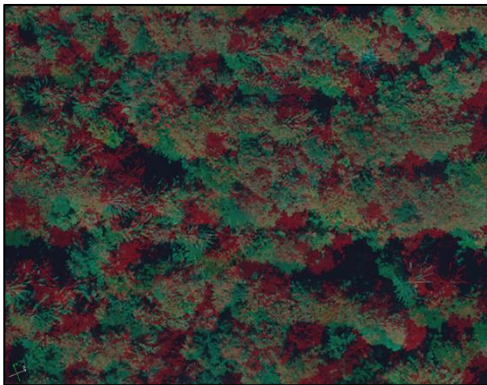
LiDAR систем (*Light Detection and Ranging*) помоћу ласерских зрака детектује објекат и одређује удаљеност до њега. С обзиром на то гдје се налази уређај за снимање, постоји: ласерско скенирање са земље (TLS), из ваздуха (ALS) и из свемира (SLS). Систем LiDAR користи блиско ИС зрачење електромагнетног спектра за активно прикупљање података у свим приликама (Laes et al. 2008), независно од доба дана и услова видљивости (магла или облаци). Филтрирањем овако насталих података добијају се информације на основу којих се могу израдити: дигитални модел површине (DSM), дигитални модел терена (DTM) (Сл. 5.5) и дигитални модел висине састојине, односно дигитални модел висине крошњи (CHM) (Goetz et al. 2005; Balenović i Marjanović 2016).



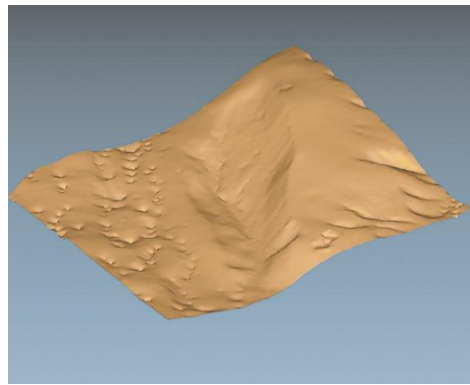
Сл. 21.2. Дигитални аероснимак у боји (поклон InfoMap d.o.o.)
Fig. 21.2. Color digital aerial image (gift InfoMap d.o.o.)



Сл. 21.3. Дигитални инфрацрвени аероснимак (поклон InfoMap d.o.o.)
Fig. 21.3. Color infrared (digital) aerial image (gift InfoMap d.o.o.)



Сл. 21.4. Анаглифски стерео пар у боји (Фото Чуковић Д 2018)
Fig. 21.4. Anaglyph 3D (colour) image (Photo Čuković D 2018)



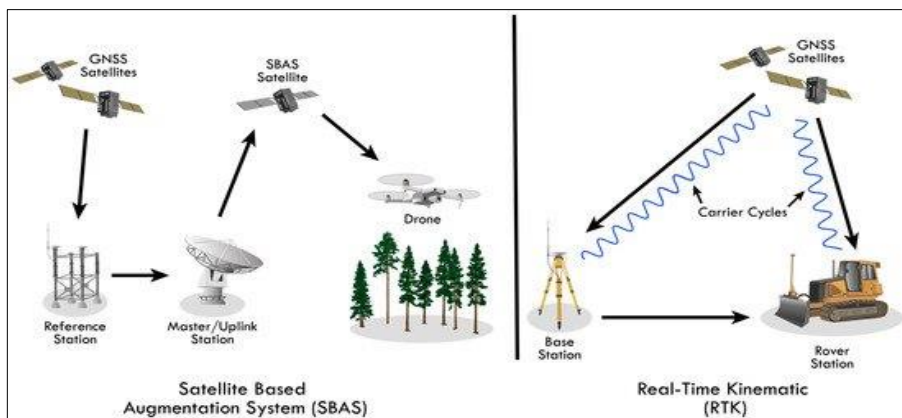
Сл. 21.5. Дигитални модел терена добијен ласерским скенирањем (Фото Чуковић Д 2018)
Fig. 21.5. Laser scanning derived digital terrain model (Photo Čuković D 2018)

RaDAR систем (*Radio Detection And Ranging*), као и LiDAR, спада у групу активних система даљинске детекције. Најчешће се користе радарске технике SAR (*Sinthetic Aperture Radar*) и InSAR (*Interferometric Sinthetic Aperture Radar*). Микроталаси су много продорнији од таласа оптичког дијела спектра, тако да ни они не зависе од временских прилика. RaDAR систем се није показао као боље рјешење од система LiDAR, тако да није нашао ширу примјену у пракси.

Географски информациони систем (GIS) је систем за управљање просторним подацима и њима придруженим особинама. У питању је манипулација просторним подацима, њихова анализа, просторно статистичка анализа и просторно моделовање. Систем се састоји од рачунарске опреме, софтвера и самих података. Примјена GIS система у шумарству омогућава:

- ефикасније управљање и газдовање шумама,
- ефикаснију заштиту биодиверзитета,
- ефикаснију заштиту природних и других вриједности унутар шума,
- садржајнију и квалитетнију просторну анализу података,
- поузданију манипулацију и квалитетнију експлоатацију база података,
- ефикаснији мониторинг стања шума,
- квалитетнију евиденцију газдовања шумама,
- ефикаснију размјену информација између различитих институција (Pantić et al. 2013).

Систем за глобално позиционирање (GPS) има широку примјену у шумарству (Сл. 21.6). Најчешће се користи у инвентури шума за позиционирање центара примјерних површина и њиховог осигурања у простору, позиционирање стабала на примјерним површинама, затим за снимање граница одсјека, путева, шумских влака, објеката итд.



Сл. 21.6 Систем референтних станица за GPS позиционирање (Keefe et al. 2019)
Fig. 21.6. System of reference stations for GPS positioning (Keefe et al. 2019)

Синергија терестричког и прикупљања података аерофотограметријом и даљинском детекцијом препозната је данас као значајна за свеобухватне и правовремене анализе фактора животне средине и њихов мониторинг на локалном, регионалном и националном нивоу.

21.2.4. Удруживање националних инвентура у регионалне и глобалне асоцијације

Удруживање националних инвентура у регионалне и глобалне асоцијације, приступ различитим програмима и конвенцијама, такође је карактеристика развоја инвентуре шума с краја XX и почетка XXI вијека. Активности ових удружења огледају се у размјени знања и искустава између земаља чланица, у усклађивању дефиниција за информације које се прикупљају у оквиру националних инвентура шума (*National Forest Inventory*, NFI односно *National Forest Monitoring and Assessment*, NFMA) итд. Основни циљ овог процеса је стварање заједничких база података и перманентан мониторинг шумских екосистема на регионалном и глобалном нивоу, као нужних услова за заједничко и правовремено стручно и политичко дјеловање у шумарству (Pantić i Borota 2015). Уколико се овоме придружи и актуелан рад на правним аспектима размјене информација између држава чланица, онда је јасно да шумарство постепено добија наднационални значај. Европске NFI укључене су у више међународних асоцијација, програма и конвенција. Наводимо неке од њих:

- FRA/FAO – *Forest Resources Assessment*,
- ENFIN – *European National Forest Inventory Network*,
- MCPFE – *Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe*,
- LULUCF – *Land Use, Land-Use Change and Forestry*,
- UN-CBD – *United Nations Convention on Biological Diversity*,
- UN-CCD – *United Nations Convention to Combat Desertification*,
- UN-FCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*,
- IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*,
- REDD+ – *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*,
- ICP – *International Co-operative Programme on Assessment and monitoring of Air Pollution Effects on Forests*.

Према Mc Roberts et al. (2010), NFI имају заједнички основни циљ, који се огледа у утврђивању стања шумских ресурса ради процјене одрживог коришћења и креирања шумарске политике. Иако је циљ исти, варијабле које се процјењују и њихове дефиниције разликују се између појединих NFI. Разликују се и концепти узорака, број, величина и облик примјерних површина, протоколи мјерења и примијењене аналитичке методе. Ефекат ових разлика (специфичности NFI) је неупоредивост података на међународном нивоу. Дакле, формирање функционалних база података о шумама на регионалном и глобалном нивоу повезано је са низом проблема. Постоје два основна приступа у превазилажењу ових проблема:

- 1. Хармонизација (усклађивање)** користи националне податке инвентуре шума и преводи их у међународно договорени систем номенклатура. Може се посматрати као приступ „одоздо–нагоре”, који почиње од постојећих различитости и завршава се у стању упоредивости, уз очување поузданости информација. Хармонизација NFI може се постићи на различите начине, али је најприхватљивији усвајање FAO и COST Action E43 референтних дефиниција у наредним националним инвентурама шума.
- 2. Стандардизација** се базира на приступу „одозго–надоље” и приморава националне инвентуре шума на усвајање заједничких стандарда. Имплементација стандардизације је проблематична из више разлога. С једне стране, она захтијева изналажење и договарање међународних стандарда, а, с друге стране, присиљава земље да одустану од националних система номенклатура и усвоје заједничке стандарде или да спроводе два паралелна система (национални и заједнички-стандардизован). У првом случају последица је губитак претходних националних инвентурних циклуса, а у другом повећање трошкова и неусклађеност различитих система са свим проблемима који из тога произилазе.

Прихваћено је да стандардизација елиминише неусаглашености, те је прилично оперативна, али и ригидна јер поништава националне особености. Стога стандардизација не може бити реална опција, јер су поједине земље развиле јединствене методе својих NFI и оправдана је њихова жеља да их и убудуће спроводе. Хармонизација не би требало да доведе до појаве нових стандарда. Уз постојеће стандарде, ефикасан развој, добру синергију и усаглашеност рјешења, она омогућава националним стручњацима да наставе процјену података на начин којим ће задовољити своје експлицитне интересе. Неки аутори (Kohl et al. 2000; Tomppo 2006; Gschwantner et al. 2009) излаз виде у хармонизацији NFI, као прихватљивом поступку за стварање регионалних и глобалних база података о шумама. Стварање заједничких дефиниција обухвата 2 корака:

- изградња заједничких и референтних дефиниција,
- изградња мостова (кључева) који преводe националне дефиниције у заједничке.

Рад на изградњи референтних дефиниција и мостова је у току. За знатан број информација дефиниције су договорене у потпуности, за неке само дјелимично, а код неких не постоји напредак. Дакле, ради се о веома дуготрајном процесу хармонизације националних инвентура шума.

21.2.5. Развој инвентуре шума у Републици Српској

Инвентура шума у БиХ, заснована на математичко-статистичким основама, први пут је примијењена 1962. године, приликом уређивања шума Оловског и Кривајског шумскопривредног подручја (Stojanović 1964). По препорукама професора Матића, коришћена је М-1 варијанта (Таб. 21.1) концентричних кругова (Petrović 1964):

Таб. 21.1. Варијанте полупречника концентричних кругова (Petrović 1964)

Table 21.1. Different variants of radius of concentric circles (Petrović 1964)

Варијанта	Дебљинска класа (цм)						
	5,0–9,9	10,0–14,9	15,0–19,9	20,0–29,9	30,0–49,9	50,0–79,9	≥ 80,0
	Полупречник концентричног круга (м)						
М-1		3,60	4,60	6,00	7,00	12,00	15,00
М-2	2,20	3,60	4,60	6,00	7,00	14,00	20,00
СД-1	2,20	3,60	4,60	6,00	7,00	14,00	20,00
СД-2	2,70	4,40	5,60	7,50	9,00	17,00	25,00
СД-3	1,80	2,90	3,70	5,00	6,00	11,00	16,00
СД-4	2,50	3,50	4,50	5,50	9,00	15,00	25,00

Легенда: М – (Matić 1977); СД – (Stojanović i Drinić 1974)

У зависности од хомогености састојина, концентрични кругови били су распоређени у квадратној мрежи са растојањем центара од 80 и 100 м. На основу анализе добијених резултата, професор Матић је за потребе прве инвентуре шума на великим површинама (1964-1968. године) предложио М-2 варијанту концентричних кругова. Ова варијанта коришћена је и приликом прикупљања нумеричких података за израду шумскопривредних основа углавном за високе шуме у државној (друштвеној) својини.

Приликом истраживања варијабилности и прецизности процјене запремине и запреминског прираста у чистим буковим шумама и мјешовитим шумама букве, јеле и смрче, коришћене су три варијанте (СД-1, СД-2 и СД-3) концентричних кругова са циљем да се утврди која од њих је најповољнија за процјену тих таксационих елемената (Stojanović i Drinić 1974):

- СД-1 варијанта – коришћена је приликом прве инвентуре шума на великим површинама (М-2),
- СД-2 варијанта – кругови су за око 50% већи од кругова СД-1 варијанте,
- СД-3 варијанта – кругови су за око 50% мањи од кругова СД-1 варијанте.

Аутори закључују да грешке процјене запремине и запреминског прираста ни код једне варијанте не задовољавају потребе планирања газдовања на нивоу одјељења. Како се шумскопривредним основама планови газдовања праве за класификационе и уређајне јединице више од одјељења, на том нивоу нумерички елементи утврђују са далеко већом прецизношћу која задовољава потребе планирања. Као резултат истраживања, аутори предлажу СД-4 комбинацију концентричних кругова.

Приликом писања методике за израду шумскопривредних основа за шуме у друштвеној својини на подручју БиХ (Матић 1971), одбачен је приједлог Стојановића и Дринића и предложено је да се примјењују кругови коришћени приликом прве инвентуре шума на великим површинама (М-2) све док наука не изнађе концентричне кругове оптималних величина. Међутим, овај Матићев приједлог у пракси није прихваћен, тако да су се од друге половине 70-их година прошлог вијека, приликом инвентуре за потребе израде шумскопривредних основа, користили концентрични кругови предложени од стране Стојановића и Дринића (СД-4).

Историјски посматрано, инвентура шума БиХ, односно РС, развија се и прати трендове европских земаља развијеног шумарства све до почетка 90-их година XX вијека. То се огледа у раној имплементацији репрезентативног метода заснованог на математичко-статистичким основама (метод узорка), како у инвентури која се спроводи за потребе израде оперативних планских докумената, тако и када је у питању дизајн узорка у инвентури на великим површинама (NFI) која обезбјеђује информације за стратешко планирање.

Међутим, ратне, политичке и финансијске околности, одсуство ускостручног кадра и научног подмлатка у овој области, као и „робовање“ ауторитетима из прошлости (принцип који је неприхватљив и ретроградан у науци), утицали су на стагнацију у развоју инвентуре шума Републике Српске од наведеног периода до данас. Стагнација је вишедимензионална, како методолошка, технолошка, тако и по питању укључења у регионалне и глобалне асоцијације у којима би Република Српска партиципирала и имала вишеструку корист.

21.3. Подјела инвентуре шума

У складу с монографским карактером овог текста и ограничењима у његовом обиму, описаће се само инвентуре које су највише у употреби. Остале подјеле инвентуре (према техници узорка, временском аспекту, специјалне инвентуре итд.) нису разматране.

21.3.1. Глобална инвентура шума

Глобална инвентура (*Forest Resource Assessment, FRA*) реализује се под окриљем УН/ФАО и прати стање свјетских шума у интервалима од пет до десет година, почев од 1946. године. Референтне године су: 1946–1948, 1953, 1958, 1963, средина 1970-их (регионалне процјене), 1980, 1988, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010. и 2015. Свака наредна процјена (инвентура) била је обухватнија од претходне.

Подаци на глобалном нивоу добијају се сублимирањем података NFI држава чланица – већим дијелом и на бази аеро и сателитских снимака у појединим регионима – мањим дијелом. Глобалне процјене пружају драгоцјене информације креаторима политике, учесницима међународних преговора, шумарским организацијама и широј јавности.

Неки од циљева FRA су:

- Зауставити и преокренути губитак шума широм свијета, укључујући заштиту, рестаурацију, пошумљавање постојећих и нових површина;
- Одрживо и природи блиско газдовање успоставити као универзалне принципе газдовања шумама;
- Значајно повећати површине заштићених шума широм свијета;
- Умањити негативне ефекте климатских промјена;
- Повећати економске, социјалне и еколошке вриједности засноване на шумарству, укључујући побољшања животног стандарда људи зависних од шуме;
- Међународни трансфер људи, финансијског и инфраструктурног капитала како би се увећала улога шума у реализацији миленијумских развојних циљева (FAO 2012; 2017).

Питања која су разматрана у оквиру FRA су:

- површине под шумом и њене промјене у времену,
- шумске плантаже (вјештачки подигнуте шуме),
- дрвна запремина и дрвна биомаса,
- стабла ван шуме,
- депоновање угљеника,
- биодиверзитет,
- заштићена шумска подручја,
- пожари,
- газдовање шумама,
- коришћење дрвета,
- недрвни шумски производи.

Актери провођења шумарске политике треба да буду информисани о томе како се свјетски шумски ресурси мијењају током времена и како ти процеси утичу на нашу колективну способност за ублажавање климатских промјена, заштиту биолошке разноврсности, смањење сиромаштва и сигурност производње хране.

21.3.2. Национална инвентура шума

Националне инвентуре шума треба да одговоре на неколико значајних питања:

- Да ли постоје неискоришћени потенцијали у сектору?
- Шта је потенцијални економски, социјални и еколошки допринос шума у друштву?
- Који су економски, социјални и еколошки компромиси између шума које се користе за конзервацију, комерцијално газдовање и/или за издржавање руралног становништва?
- Како шуме утичу на климатске промјене и како такве промјене утичу на шуме?

Осим података из економског и еколошког домена (биофизички аспект), прикупљају се и социо-економски подаци, чиме је омогућен комплекснији увид у стање шумарског сектора и чиме је сигурност доношења одлука подигнута на виши ниво (Pantić et al. 2016). Данас NFI одражавају шири и холистички поглед на шумске ресурсе, управљање и њихово коришћење. Ова перспектива изражава се преко седам тематских елемената одрживог газдовања шумама (Tompro et al. 2010):

- величина шумских ресурса и њихов допринос глобалном кружењу угљеника,
- здравље и виталност шума,
- биолошка разноврсност шума,
- производне функције шума,
- заштитне функције шума,
- друштвено-економске функције шума,
- правни, политички и институционални оквири који се односе на шуме.

Дизајн националних инвентура појединих европских земаља је различит, с обзиром на број кластера и примјерних површина (Таб. 21.2). Посматране државе у инвентури шума користе систематски узорак у виду кластера распоређених у мреже различитих величина, од 0,5 x 1 км на Исланду и у Луксембургу до 10 x 10 км у Финској.

Таб. 21.2. Концепти NFI појединих европских земаља (Tomppo et al. 2010)
 Table 21.2. NFI concepts of some European countries (Tomppo et al. 2010)

Држава	Систематска мрежа кластера са примјерним површинама (км x км)	Број примјерних површина по кластеру	Број сталних/укупан број примјерних површина
Аустрија	3,889 x 3,889	4	1,00
Данска	2 x 2	4	0,33
Естонија	5 x 5	16	0,25 до 0,50
Исланд	0,5 x 1 до 1,5 x 3	1	1,00
Ирска	2 x 2	1	1,00
Летонија	2 x 2 до 4 x 4	1	1,00
Литванија	4 x 4	1	1,00
Луксембург	1 x 0,5	1	1,00
Њемачка	2 x 2 до 4 x 4	4	1,00
Норвешка	3 x 3	4	0,17 до 1,00
Пољска	4 x 4	1	1,00
Румунија	2 x 2 до 4 x 4	4	
Словачка	4 x 4	1	
Словенија	4 x 4	5	1,00
Србија	4 x 4	4	0,25 (у NFI 2-1,00)
Финска	3 x 3 до 10 x 10	9 до 14	0,25 (1,00)
Француска	1,41 x 1,41	2	
Црна Гора	2 x 2	4	1,00
Чешка	2 x 2	1	1,00
Шпанија	1 x 1	1	1,00
Шведска	варира	4 до 12	0,60
Швајцарска	1,41 x 1,41	1	1,00

У земљама у којима је вршена стратификација шума или гдје је инвентура вршена по административним регионима, коришћене су мреже кластера (трактова) међусобно различитих густина. Најчешћи облик кластера је квадрат, рјеђе правоугаоник. Примјерне површине су углавном облика концентричних кругова (у 90% случајева), рјеђе површине угаоног изборања (*angle counting*, WZP), а њихов број на кластеру варира од 1 до 16. Учешће сталних примјерних површина (CFI) у њиховом укупном броју код већине земаља, укључујући и оне које на кластеру постављају више од једне примјерне површине (нпр. 4 или 5), износи 1,00. То значи да све примјерене површине на кластеру имају перманентан карактер. Код осталих држава тај однос не пада испод 0,25. Неке земље спроводе периодичну инвентуру која се у цјелости заврши у једној или неколико година, а затим се понавља на сваких 5 или 10 година (инвентурни циклус). Међутим, све више земаља почиње да практикује годишње инвентуре, које подразумијевају да се 10–20% површине премјери континуирано, сваке године.

Израдом методике Прве инвентуре шума на великим површинама у БиХ (1964–1968) руководио је професор Василије Матић (Matić et al. 1971). Као основа послужила му је методика треће шведске националне инвентуре, која је спроведена од 1953. до 1962. године. Методика се састојала из већег броја поступака за:

- утврђивање површина појединих категорија шума и голети,
- класификацију шума и шумских земљишта,
- класификацију стабала,
- утврђивање нумеричких елемената стабала и неких других података.

Задаци прве инвентуре шума на великим површинама били су да се утврди:

- површина шума, шикара и голети,
- величина и квалитет залихе,
- величина запреминског прираста,
- величина залихе која би се могла посјећи са становишта принципа континуитета продукције;
- отвореност шума;
- детаљније педолошко-вегетацијско картирање и дефинисање основних и производних типова шума.

С обзиром на то да у БиХ нису била рађена типолошка истраживања, на основу општих сазнања о шуми дефинисано је 11 категорија шума, шикара и голети. Њихове површине одређиване су на пругама дужине 2,8 км и ширине 20 м. По двије такве пруге настављале су се једна на другу, чинећи један тракт. Уздужне осовине пруга назване су страницама тракта. Дужина тракта, као и број примјерних површина на њему, одабрана је тако да су се сва предвиђена снимања могла обавити у току једног дана. Странице тракта постављене су под азимутом од $18^{\circ}26'$. Предвиђено је да се у току 10 година положи 4.000 трактова, односно 400 годишње, равномјерно распоређених на територији цијеле БиХ. Нумерички и други подаци утврђивани су на 8 примјерних површина у облику концентричних кругова, који су полагани на свакој страници тракта. Центри кругова постављани су на 180 м, 540 м, 880 м, 1.240 м, 1.580 м, 1.940 м, 2.280 м и 2.640 м од почетка странице, односно центра тракта. Коришћена је М-2 варијанта концентричних кругова (Таб. 21.1), уз додатак:

- 0,70 м за подмладак висине 0,10–0,50 м,
- 0,90 м за подмладак висине 0,50–1,30 м,
- 1,20 м за подмладак прсног пречника 0–5 м.

У току 1963. године спроведен је пробни премјер на подручју Фојнице и Бусоваче, а теренски радови на инвентури почели су маја 1964. године.

Планирано је да се снимања у првих 5 година обаве по усвојеној методици, а у наредних 5 година по усавршеној методици, добијеној на основу стечених искустава у првом петогодишњем периоду. Због финансијских проблема инвентура је „привремено прекинута” на крају првог петогодишњег периода. Укупно је постављено 1.999 трактова са 31.984 концентричних кругова. Трактови су постављени у квадратној мрежи са међусобним растојањем центара од 5,056 км. Реализовани обим снимања сматрао се довољним за остваривање циљева инвентуре шума.

Методика Друге инвентуре шума на великим површинама у БиХ (2006–2009) настала је као резултат рада тима стручњака са Шумарског факултета у Сарајеву и Шумарског факултета у Бањој Луци (Lojo et al. 2008). Поред теренских радова, методика је предвидјела и прикупљање података о границама и површинама шума са расположивих сателитских снимака (*Indian Remote Sensing Satellite Linear Imaging Self-Scanning, IRS LISS III 23*) задовољавајуће просторне резолуције (5,8 м), који су се користили и за класификацију и процјену структуре шума на минираним подручјима – двофазна инвентура (Ћабаравдић et al. 2016). Тестирање методике спроведено је 2006. године. Након незнатних корекција и допуна теренски радови реализовани су у периоду од 2007. до 2009. године. Задаци друге инвентуре шума на великим површинама били су да се утврди:

- површина шума и шумског земљишта по појединим класификационим јединицама,
- величина и квалитет залихе,
- величина запреминског прираста,
- величина и квалитет залихе која би се могла посјећи са становишта принципа континуитета продукције,
- главни чиниоци који отежавају или спречавају природно подмлађивање, те обим потребних мелиоративних радова на савладавању тих проблема,
- обим извршених сјеча,
- отвореност шума,
- здравствено стање и количина мртвог дрвета у шуми.

Циљеви друге инвентуре шума на великим површинама били су:

- Извршити процјену затеченог стања и утврдити промјене шумских ресурса (површине, залихе, прираста и др.) између двије инвентуре на великим површинама, као основе за израду реалне стратегије развоја шумарства и дрвне индустрије на ентитетском и државном нивоу;

- Сагледати најважније чиниоце који угрожавају стање шума и процијенити потребни обим радова на санацији и унапређењу стања шума;
- Обезбиједити релевантне информације ради укључивања и кореспонденције са међународним асоцијацијама;
- Обезбиједити податке за нова научна истраживања и студије.

Тестиране су различите форме трактова, а као оптимална одабрана је форма квадрата страница 200 м, са примјерним површинама са концентричним круговима (Таб. 21.3) постављеним на тјеменима квадрата. Кругови су нумерисани бројевима од 1 до 4 у смјеру кретања казаљки на сату.

Таб. 21.3. Полупречници концентричних кругова у другој државној инвентури шума (Lojo i sar. 2008)

Table 21.3. The radii of the concentric circles used in the second State Forest Inventory (Lojo i sar. 2008)

Дебљинска класа (цм>)						
0-4,9	5-9,9	10-19,9	20-29,9	30-49,9	50-79,9	≥ 80,0
Полупречник концентричног круга (м)						
1,50	2,50	4,50	5,50	9,0	15,0	25,0 ^(*)
0,70	утврђивање бројности подмлатка висине 0,10-0,50 м					
0,90	утврђивање бројности подмлатка висине 0,50-1,30 м					
7,0	премјер мртвог дрвета и оцјена квалитета подмлатка					
(*)	информације везане за опис станишта и састојине					

Центри концентричних кругова позиционирани су на терену и осигурани металним шипкама, тако да их је могуће пронаћи приликом наредне инвентуре (принцип CFI). На основу прелиминарне обраде података добијених из фазе 1, закључено је да би требало поставити око 11.700 кругова. Овај број кругова требало је да обезбиједи двоструку релативну грешку процјене залихе од 1,1 до 1,4%, при вјероватноћи 95%, која може да се толерише приликом будућих планирања и анализа. Иста величина узорка потребна је и за процјену обима сјеча са становишта принципа континуитета продукције, али са двоструко већом грешком процјене него за залиху. Квалитет стабала одређиван је на свим примјерним површинама. Очекивана грешка је у просјеку, по квалитетним класама, два пута већа него грешка процјене залихе. Оцијењено је да се остали елементи (текући запремински прираст, бројност и квалитет подмлатка, запремина мртвог дрвета и др.) могу довољно прецизно утврдити на четири пута мање кругова, тако да су ови елементи утврђивани само на првом кругу тракта.

Оваква процјена потребне величине узорка довела је до дефинисања два стратума са различитом густином мреже трактова:

- Стратум 1 – државне високе шуме: мрежа трактова 2 x 2 км,
- Стратум 2 – изданачке шуме, шибљаци, голети, приватне шуме: мрежа трактова 4 x 4 км.

На терену су извршена снимања на свим примјерним површинама чији центар пада у шуму или на шумско земљиште (високе и ниске шуме, шибљаци и голети). У Републици Српској постављено је 2.737 трактова са 8.340 концентричних кругова.

21.3.3. Инвентура шума за израду шумскопривредних основа

Када је у питању овај ниво инвентуре, акценат је стављен на инвентуру шума у Републици Српској. Инвентура шума за потребе израде шумскопривредних основа у Републици Српској обезбјеђује информације о стању шума и необраслог шумског земљишта на бази којег се пројектују циљеви газдовања (краткорочни и дугорочни), те мјере и смјернице за њихову реализацију.

Стање се исказује по класификационим (категорије шума и газдинске класе) и уређајним јединицама (шумскопривредно подручје, привредне јединице, одјељења, одсједи и подручја општина). Таксациона граница у високим шумама је 5,0 цм, а у изданачким 0,0 цм. Максимална релативна грешка процјене нумеричких елемената високих шума са природном обновом за цијело шумскопривредно подручје, добијена на бази вјероватноће од 95%, а не смије бити већа од:

- $\pm 1\%$ за процјену запремине свих врста дрвећа, свих дебљинских класа и свих квалитетних класа,
- $\pm 2\%$ за процјену запреминског прираста свих врста дрвећа и свих дебљинских класа,
- $\pm 3\%$ за процјену запремине пробне дознаке свих врста дрвећа, свих дебљинских класа и свих квалитетних класа,
- $\pm 4\%$ за процјену биљака природног подмлатка свих врста дрвећа.

Толеришу се и веће грешке под условом да је инвентура шума реализована на примјерним површинама у облику концентричних кругова (Таб. 21.3), чији су центри постављени у квадратној мрежи највећег међусобног растојања од 100 м. Ово је основни разлог зашто су кругови готово искључиво постављени у квадратној мрежи са међусобним растојањем центара од 100 м. Иако је мрежа кругова „стална” и пружа могућност за

перманентну и динамичку инвентуру, то није случај, већ се ради о статичкој инвентури, без трендова развоја шума унутар планских јединица, као корективног фактора газдовања шумама.

Подаци о стању шума у нижим уређајним јединицама (одјељења и одсјеци) односе се искључиво на запремину и оријентационог су карактера јер су оптерећени великим двоструким релативним грешкама процјене. Овакав концепт инвентуре шума, настао у другој половини 70-их година XX вијека, није се значајно мијењао до данашњих дана, иако су објелодањени резултати научних истраживања везаних за величину узорка (Subotić 1981; Корџица 1986), односно оптималан облик примјерних површина (Џиковић 2005). На тај начин је и планирање учињено несигурним, с могућношћу злоупотребе и деградације шума. Планови газдовања израђују се за газдинске класе као основне јединице планирања. Планови газдовања за остале јединице планирања израђују се на основу планова газдовања газдинским класама. Планови газдовања на нивоу одјељења и одсјека не израђују се у оквиру шумскопривредних основа, већ се извршиоцу пројекта оставља слобода рада, с тим да се план газдовања прописан за газдинску класу изврши у цјелости.

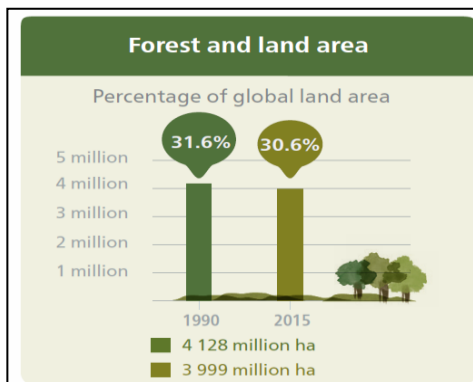
21.4. Стање шума

Информације о стању шума на основу резултата инвентуре обично представљају полазну основу за анализу трендова и промјена главних таксационих елемената, како на глобалном (свјетском) тако и на европском и државном нивоу. Ти резултати омогућавају пројектовање основних мјера за управљање и газдовање шумама у циљу унапређења општег стања шума. Због тога се поклања посебна пажња информацијама добијеним из инвентуре шума и оснивају посебне базе података на разним нивоима.

21.4.1. Стање шума на глобалном нивоу

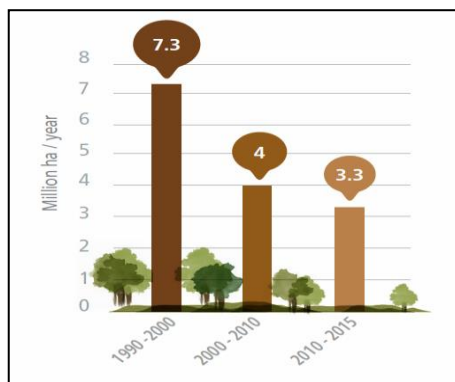
У 1990. години површина свјетских шума износила је 4.128 милиона ха (31,6% укупне површине копна), да би 2015. године шуме заузиле 3.999 милиона ха, односно 30,6% укупне копнене површине (Сл. 21.7). Губитак шума у периоду од 25 година износи 129 милиона ха, односно 5,2 милиона хектара (0,13%) годишње. На глобалном нивоу губитак шума успорен је од 0,18% (7,3 милиона ха) годишње у периоду 1990–2000. године до 0,08% (3,3 милиона хектара) у периоду 2010–2015. године (Сл. 21.8).

Највећи губитак шумских површина карактеристичан је за тропске предјеле, посебно за Јужну Америку и Африку. Учешће природних шума смањено је са 96% у 1990. години на 93% у 2015. години. Смањење овог параметра својствено је свим климатским подручјима. Учешће плантажних шума у укупној површини повећано је са 4% на 7% (Сл. 21.9). Површина шума по једном становнику смањена је са 0,8 ха у 1990. години на 0,6 ха 2015. године (Сл. 21.10).

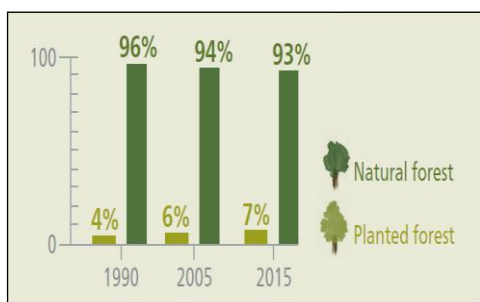


Сл. 21.7. Промјена степена шумовитости
Fig. 21.7. Forest change rate

(Извор/Source ФРА/ФАО 2015; FRA/FAO 2015)

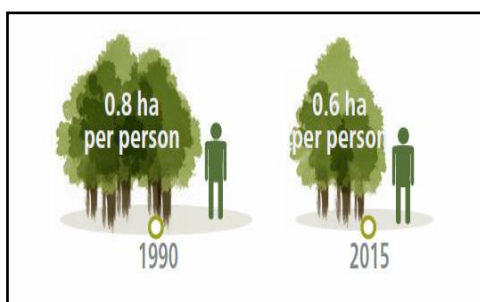


Сл. 21.8. Годишњи губитак шума
Fig. 21.8. World's forest annual net loss



Сл. 21.9. Природне и плантажне шуме
Fig. 21.9. Natural and planted forest

(Извор/Source ФРА/ФАО 2015; FRA/FAO 2015)



Сл. 21. 10. Површина по становнику
Fig. 21.10. Forest area per capita

Сјеча дрвета незнатно је порасла у периоду 1990–2011. године. У 2011. години на глобалном нивоу посјечено је 3 милијарде м³ дрвета, са учешћем огревног дрвета од 49%, и то 17% у развијеним и 93% у земљама са ниским приходима (Сл. 21.11).

Учешће индустријског дрвета у укупној производњи у високоразвијеним државама је било знатно веће него у неразвијеним државама. То је посљедица примјене савремене технологије у пословима сјече, транспорта и прераде дрвета. Ове промјене су израженије у каснијим периодима све до појаве пандемије Согопа 19 вируса када су ове разлике смањене.



Сл. 21.11. Учешће огревног дрвета у укупној сјечи 2011. године (FRA/FAO 2015)
Fig. 21.11. Share of woodfuel on total wood removals in 2011 year (FRA/FAO 2015)

Око 31% свјетских шума има примарно производну намјену, близу 28% вишеструку употребу (обезбеђују широк спектар производа и услуга истовремено), 13% је намијењено конзервацији и очувању биодиверзитета, а око 31% обухваћене површине има улогу заштите земљишта и вода.

Негативни трендови свјетског шумског фонда дјелимично су успорени, али су и даље веома значајни и забрињавајући у појединим регионима. Пораст броја становника, изразито лоша прерасподјела богатства и економске моћи на глобалном нивоу, неконтролисано понашање мултинационалних компанија (концесионара) у сјечи шума неразвијених држава, с једне стране, као и све израженији негативни утицаји климатских промјена и усложњавање захтјева према шуми, с друге стране, утицаће да се негативни трендови наставе.

Питање одрживог развоја савремене цивилизације заоштраваће се у времену које долази, уз настојања да се посебна пажња посвећује одрживом развоју природних ресурса, међу којима су шумски ресурси на копну најзначајнији због функција које испуњавају. Зато постоји општи интерес за њихово очување и развој.

21.4.2. Стање европских шума

Експертски тим са супервизијом UNECE/FAO Forestry and Timber Section анализирао је квантитативне индикаторе, док су експерти EFI (*European Forest Institute*) у сарадњи са LUM (*Liaison Unit Madrid*) анализирали квалитативне индикаторе. Кључни налази везани за европске шуме (без Руске Федерације), према Forest Europe (2015) су сљедећи:

- Укупна површина шума је 215 милиона ха;
- Шумовитост је 33% са растућим трендом;
- Европа је једини регион у свијету са повећањем површине шума током посљедњих 25 година (за 17,5 милиона ха);
- Приватне шуме заузимају 51%, а државне 49% шумом обрасле површине;
- Мјешовите шуме са 70% површине доминирају у Европи, док чисте шуме, углавном четинара, заузимају 30%. Површина чистих шума константно опада у посљедњих 15 година;
- Шуме у Европи углавном су једнодобне, при чему 12% површине заузимају шуме млађе од 20 година, 40% шуме старости 20–80 година и 18% шуме старости преко 80 година. Скоро трећина европских шума су разнодобне у најширем смислу;
- Укупна запремина дубећих стабала је 35 милијарди m^3 са просјеком од $163 \text{ m}^3/\text{ха}$, који је знатно изнад свјетског просјека од $129 \text{ m}^3/\text{ха}$. У периоду 1990–2015. године укупна запремина увећавала се сваке године за око 403 милиона m^3 , док се у истом периоду запремина по хектару повећала са $126 \text{ m}^3/\text{ха}$ на $163 \text{ m}^3/\text{ха}$;
- Просјечна годишња апсорпција CO_2 у шумској биомаси од 2005. до 2015. године износи 719 милиона тона;
- Просјечна запремина мртвог дрвета (дубећег и лежећег) износи 8–20 $\text{m}^3/\text{ха}$;
- Прираст у европским шумама знатно је изнад обима сјеча и обезбјеђује трајност газдовања;
- Шумарска политика европских држава има снажан фокус на очувању биодиверзитета. Више од 30 милиона ха шума (14%) је заштићено са основним циљем конзервације биодиверзитета или околине (пејзажа);
- За рекреацију је доступно 90% површине шума и осталог шумског земљишта;
- Више од 110 милиона хектара шума намијењено је заштити земљишта, вода, екосистема, инфраструктуре и другим услугама;
- Скоро 3 милиона људи у Европи зарађује за живот радећи у шумарству или у индустрији заснованој на шумарству.

Према већини параметара, Европа је једини регион у свијету који има позитивне трендове када су у питању шуме (Таб. 21.4). Научне и стручне активности, и на бази њих донијете обавезујуће политичке одлуке за чланице ЕУ, резултирале су оваквим стањем. Међутим, нужна је проактивнија улога европских научних и политичких институција на промјени негативних трендова када су у питању шуме у другим регионима свијета.

Таб. 21.4. Шуме Европе са Руском Федерацијом (FRA 2015)

Table 21.4. Forests of Europe with the Russian Federation (FRA 2015)

Варијабла	Укупно	Правац промјена	Годишње промјене (%)
Шуме (милион ха, 2015)	1.015 (44,5%)	↑	0,08
Природне шуме (милион ха, 2015)	929	~	0,01
Плантажне шуме (милион ха, 2015)	83	↑	1,11
Дубећа запремина (милијарда м ³ , 2015)	115	↑	0,40
Дубећа запремина (м ³ ха ⁻¹ , 2015)	113	↑	0,32
Угљеник у надземној и подземној биомаси (Gt, 2015)	45	↑	0,37
Производне шуме (милион ха, 2015)	511	↓	- 0,27
Шуме вишеструке намјене (милион ха, 2015)	238	↓	- 0,49
Укупна сјеча (милион м ³ , 2011)	681	↓	- 0,29
Заштита земљишта и вода (милион ха, 2015)	123	↑	1,37
Екосистемске услуге, културне и духовне вриједности (милион ха, 2015)	122	↑	1,51
Конзервација и заштита биодиверзитета (милион ха, 2015)	53	↑	2,31

21.4.3. Стање шума Републике Српске

На основу података пројекта „Обрада, анализа и публикување резултата друге инвентуре шума у Републици Српској”, који је реализовао Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, у овом поглављу приказано је стање површина, запремине и запреминског прираста шума по вегетацијским облицима, власништву и доступности (Таб. 21.5 до 21.11).

Таб. 21.5. Структура површина шумског фонда према власништву
(Шумарски факултет Бања Лука, 2011)

Table 21.5. Structure of forest fund areas by ownership
(Faculty of Forestry Banja Luka, 2011)

Вегетацијски облик	Својина РС		Приватно		Укупно	
	(000)					
	ха	%	ха	%	ха	%
Високе шуме	620,6	40,6	152,3	10,0	772,9	50,6
Изданачке шуме	305,0	20,0	349,3	22,9	654,3	42,9
Шибљаци	18,5	1,2	20,0	1,3	38,5	2,5
Голети	60,3	3,9	-	-	60,3	3,9
Остале непродуктивне шумске површине	1,0	0,1	-	-	1,0	0,1
Шуме и шумска земљишта	1.005,4	65,8	521,6	34,2	1.527,0	100,0

Таб. 21.6. Структура површина шумског фонда према доступности (својина
РС + приватно) и власништву (Шумарски факултет Бања Лука, 2011)

Tab. 21.6. Structure of forest fund areas by availability (RS property + private)
and ownership (Faculty of Forestry Banja Luka, 2011)

Вегетацијски облик	Доступно		Недоступно		Минирано		Укупно	
	(000 ха)							
	ха	%	ха	%	ха	%	ха	%
Високе шуме	669,6	43,9	17,1	1,1	86,2	5,6	772,9	50,6
Изданачке шуме	549,1	36,0	43,0	2,8	62,2	4,1	654,3	42,8
Шибљаци	24,5	1,6	7,6	0,5	6,4	0,4	38,5	2,5
Голети	51,0	3,3	5,4	0,4	3,9	0,3	60,3	3,9
Остале непродукт. шум. површине	0,4	-	-	-	0,6	-	1,0	0,1
Шуме и шумска земљишта	1.294,6	84,8	73,1	4,8	159,3	10,4	1.527,0	100,0

Укупна запремина у шумама које се начазе у власништву Републике Српске у односу на шуме у приватном власништву у просеку за све категорије шума је три пута већа. Та разлика је нарочито изражена у категорији високих шума које иначе доминирају и према површини у власничкој структури шума Републике Српске.

Таб. 21.7. Запремина (цијело стабло) на доступним површинама према власништву
(Шумарски факултет Бања Лука, 2011)

Table 21.7. Volume (whole tree) on available areas according to ownership
(Faculty of Forestry Banja Luka, 2011)

Вегетацијски облик	Врста дрвећа	Својина РС		Приватно		Укупно	
		10 ⁶ м ³	%	10 ⁶ м ³	%	10 ⁶ м ³	%
Високе шуме	Четинари	78,7	27,0	6,7	2,3	85,4	29,3
	Лишћари	105,5	36,1	26,0	8,9	131,5	45,1
	Σ	184,2	63,1	32,7	11,2	216,9	74,3
Изданачке шуме	Четинари	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
	Лишћари	28,8	9,9	45,7	15,6	74,4	25,5
	Σ	28,9	9,9	45,8	15,7	74,8	25,6
Шибљаци	Четинари	-	-	-	-	-	-
	Лишћари	0,1	-	0,1	-	0,2	0,1
	Σ	0,1	-	0,1	-	0,2	0,1
Голети	Четинари	-	-	-	-	-	-
	Лишћари	-	-	-	-	-	-
	Σ	-	-	-	-	-	-
Шуме и шумска земљишта	Четинари	78,9	27,0	6,9	2,4	85,8	29,4
	Лишћари	134,3	46,0	71,8	24,6	206,1	70,6
	Σ	213,2	73,0	78,7	27,0	291,9	100,0

Таб. 21.8. Запремина (цијело стабло) на доступним површинама и власништву
према резултатима друге инвентуре шума Републике Српске

Table 21.8. Volume (whole tree) per ha on available area by ownership owned by
results of the second forest inventory of Republika Srpska

Вегетацијски облик	Врста дрвећа	Својина РС		Укупно
		м ³ ха ⁻¹		
Високе шуме	Четинари	146,91	50,07	127,54
	Лишћари	196,86	194,47	196,39
	Σ	343,77	244,54	323,93
Изданачке шуме	Четинари	0,68	0,59	0,63
	Лишћари	115,12	152,54	135,52
	Σ	115,80	153,13	136,15
Шибљаци	Четинари	0,19	0,32	0,26
	Лишћари	4,86	10,26	7,58
	Σ	5,05	10,57	7,93
Голети	Четинари	-	-	-
	Лишћари	0,52	-	0,52
	Σ	0,52	-	0,52
Шуме и шумска земљишта	Четинари	92,94	15,44	66,24
	Лишћари	158,26	161,04	159,22
	Σ	251,20	176,48	225,46

Таб. 21.9. Запремина (цијело стабло) по врстама дрвећа на доступним површинама у високим и изданачним шумама према резултатима друге инвентуре шума Републике Српске

Table 21.9. Volume (whole tree) by tree species on available area in high and coppice forests owned by results of the second forest inventory of Republika Srpska

Врста дрвећа	Својина РС		Приватно		Укупно	
	10 ⁶ м ³	%	10 ⁶ м ³	%	10 ⁶ м ³	%
Јела	37,1	12,7	1,8	0,6	38,9	13,3
Смрча	29,0	9,9	2,9	1,0	31,9	10,9
Бијели бор	4,2	1,4	0,9	0,3	5,1	1,7
Црни бор	8,0	2,7	0,7	0,2	8,7	3,0
Остали четинари	0,6	0,2	0,6	0,2	1,2	0,4
Буква	88,7	30,4	22,5	7,7	111,2	38,1
Храст лужњак	0,7	0,2	3,4	1,2	4,1	1,4
Храст китњак	15,6	5,4	8,5	2,9	24,1	8,3
Храст цер	5,3	1,8	4,4	1,5	9,7	3,3
Остали храстови	0,1	-	0,3	0,1	0,4	0,1
Питоми кестен	0,4	0,2	0,4	0,1	0,8	0,3
Воћкарице	1,5	0,5	1,7	0,6	3,2	1,1
Племенити лишћари	4,8	1,6	2,1	0,7	6,8	2,3
Остали тврди лишћари	12,9	4,4	19,6	6,7	32,5	11,1
Меки лишћари	2,6	0,9	5,4	1,9	8,0	2,7
Остали лишћари	1,6	0,6	3,4	1,2	5,0	1,7
Четинари	78,9	27,0	6,9	2,4	85,8	29,4
Лишћари	134,	46,0	71,7	24,6	205,9	70,6
Укупно	213,	73,1	78,6	26,9	291,7	100,0

Анализа развоја (трендова) шума и шумског земљишта у Републици Српској током посљедњих 40 година (1968–2009, тј. период између двије државне инвентуре ДИШ-1 и ДИШ-2), на начин како је то урађено на глобалном и европском простору, није могућа. Неки од разлога леже у чињеници да су подаци ДИШ-1 приказани на бази 50% предвиђене величине узорка, и то збирно, на нивоу цијеле БиХ. Уколико ти подаци још увијек постоје, било би веома тешко реконструисати узорак који је пао на територију данашње Републике Српске како би се на бази њега направила компаративна анализа са подацима ДИШ-2. Осим тога, ДИШ-1 и ДИШ-2 имају сасвим различите концепте узорка, па би и с тог аспекта извођење неких валидних закључака о промјенама шумског фонда било дискутабилно.

Поређење података ДИШ-2 са збирним подацима добијеним по шумскопривредним подручјима у Републици Српској, такође није опција, јер се ради о различитим методолошким приступима ова два нивоа инвентуре, а европска пракса је да се таква анализа избјегава. Наиме, поређење резултата инвентуре шума на основу различитих методолошких приступа, а посебно на бази различитих начина прикупљања података, односно информација, представља отежавајућу околност за извођење закључака и може узроковати значајне грешке у анализи промјена великог броја параметара који се добијају инвентуром шума. Код друге инвентуре шума у Републици Српској то се посебно одражава у поређењу са резултатима прве инвентуре, који се односе на приватне шуме и категорију изданачких шума.

Таб. 21.10. Текући запремински прираст (цијело стабло) на доступним површинама према власништву према резултатима друге инвентуре шума Републике Српске

Table 21.10. Annual volume increment (whole tree) on available area by ownership owned by results of the second forest inventory of Republika Srpska

Вегетацијски облик	Врста дрвећа	Својина РС		Приватно		Укупно	
		милиона м ³				10 ⁶ м ³	%
		10 ⁶ м ³	%	10 ⁶ м ³	%		
Високе шуме	Четинари	2,54	27,5	0,34	3,7	2,88	31,2
	Лишћари	2,93	31,7	0,92	10,0	3,85	41,7
	Σ	5,48	59,2	1,26	13,6	6,74	72,8
Изданачке шуме	Четинари	-	-	-	-	0,01	0,1
	Лишћари	1,00	10,8	1,50	16,2	2,50	27,0
	Σ	1,00	10,9	1,50	16,2	2,50	27,1
Шибљаци	Четинари	-	-	-	-	-	-
	Лишћари	-	-	0,01	0,1	0,01	0,1
	Σ	-	-	0,01	0,1	0,01	0,1
Голети	Четинари	-	-	-	-	-	-
	Лишћари	-	-	-	-	-	-
	Σ	-	-	-	-	-	-
Шуме и шумска земљишта	Четинари	2,55	27,6	0,34	3,7	2,89	31,2
	Лишћари	3,94	42,5	2,43	26,2	6,36	68,8
	Σ	6,48	70,1	2,77	29,9	9,25	100,0

У прилог изнијетим тврдњама и генерално о квалитету ДИШ-2 на територији цијеле БиХ, Корговица (2019) наводи: „Резултати 2. ДИШ и изнијете констатације о изузетно великом повећању површина шума (за 575.800 ха), залихе дрвета (за 99,4%), као и огромно повећање годишњег запреминског

прираста (за 104%), упућују на генерални закључак да су подаци двије инвентуре шума на великим површинама, проведене у БиХ у временском растојању од око четрдесет година, практично неупоредиви. Свако даље настојање да се ваљано објасне добијене разлике, нема чвршћег стручног упоришта. Разлози су у различитом дизајну трактова и величини узорка, присуству систематских и грубих грешака у мјерењима и процјенама, квалитету изведене инвентуре на терену, начину обраде података итд. Зато, сви подаци треба да имају оријентациону вриједност". Инвентура шума на великим површинама несумњиво указује на потребу перманентне активности у складу са потребама друштва, а прије свега потребама шумарске струке и науке, при чему је потребно благовремено планирати средства за њено провођење.

Таб. 21.11. Текући запремински прираст (цијело стабло) на доступним површинама према власништву према резултатима друге инвентуре шума Републике Српске

Table 21.11. Annual volume increment (whole tree) on available area by ownership owned by results of the second forest inventory of Republika Srpska

Вегетацијски облик	Врста дрвећа	Својина РС		
		Својина РС	Приватно	Укупно
		м ³ ха ⁻¹		
Високе шуме	Четинари	4,10	2,22	3,71
	Лишћари	4,73	6,05	5,00
	Σ	8,83	8,27	8,71
Изданачке шуме	Четинари	0,01	0,01	0,01
	Лишћари	3,28	4,29	3,83
	Σ	3,29	4,29	3,84
Шибљаци	Четинари	0,08	0,00	0,04
	Лишћари	0,08	0,36	0,20
	Σ	0,16	0,36	0,25
Голети	Четинари	-	-	-
	Лишћари	-	-	-
	Σ	-	-	-
Шуме и шумска земљишта	Четинари	2,59	0,70	1,94
	Лишћари	3,97	4,76	4,24
	Σ	6,56	5,46	6,18

Приоритетне активности које спадају у домен припрема за наредну инвентуру шума на великим површинама су: израда нове методике за инвентуру шума на великим површинама, ажурирање резултата инвентуре са базом у Статистици шумарства Републике Српске и стална едукација шумарских стручњака за потребе инвентуре шума.

21.5. Закључак

Бројне европске и свјетске организације, конвенције и стратегије, дефинишу читав сет циљева у погледу заштите природе и очувања животне средине у будућности:

- смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште,
- повећање складиштења угљеника,
- ограничење и смањење раста температуре на глобалном нивоу,
- побољшање енергетске ефикасности,
- повећање удјела енергије из обновљивих извора,
- „нулто загађење” животне средине до 2050. године,
- очување и повећање биолошке разноликости,
- одрживи развој и зелена економија итд.

Улога шуме и шумарства у реализацији ових циљева недвосмислено је препозната као доминантна. Међутим, негативни трендови на глобалном нивоу и даље су присутни и огледају се у значајном смањењу површина шума (3,3 милиона ха/годишње), смањењу учешћа природних шума, као и у смањењу површине шума по становнику (за 0,2 ха посљедњих 25 година). Овакво стање карактеристично је за већину региона, осим за Европу, која биљежи позитивне трендове када је у питању шумовитост и стање шума у посљедњих двадесетак година. Изнијета ситуација намеће велику одговорност пред шумарство у изналажењу рјешења која би омогућила трајно задовољење комплексних потреба савременог човјека према шуми, уз истовремено очување шума, повећање степена шумовитости и степена њихове функционалности. Нужна претпоставка за наведено је да се осигура поуздан и веома широк спектар информација о шумским екосистемима, о трендовима њиховог развоја итд., како би усвојена рјешења имала утемељење у реалном стању.

Због тога, инвентура шума добија све више на значају. Развој инвентуре од друге половине XX вијека до данас веома је динамичан и вишесмјеран: методолошки (имплементација технике узорка), технолошки (компјутерска обрада података, софистицирани мјерни инструменти, фотограмetriја и даљинска детекција), удруживање националних инвентура у различите глобалне и регионалне асоцијације којима су шуме у фокусу дјеловања итд. Инвентура шума БиХ, односно Републици Српској, прогресивно се развија и прати трендове европских земаља развијеног шумарства све до почетка 90-их година XX вијека. Међутим, ратне, политичке и финансијске околности, одсуство специјализованог научног кадра и научног подмлатка у овој области, утицали су на стагнацију инвентуре шума Републике Српске, од

наведеног периода до данас. Стагнација је вишедимензионална, са озбиљним импликацијама по цјелокупно шумарство. Превазилажење овакве ситуације у инвентури шума Републике Српске налаже реализацију низа мјера које је нужно предузети како би се она осавременила, учинила функционалнијом и како би могла одговорити на све захтјеве које данашње шумарство поставља пред инвентуру шума. У научно-образовним институцијама шумарства Републике Српске не постоји кадар који је уско специјализован за инвентуру шума, који би био генератор промјена и који би осигурао квалитетно образовање стручног кадра из ове области за потребе ЈП „Шуме Републике Српске“. Република Српска нема довољно квалификованих стручњака за веома сложене и обимне послове који се односе на инвентуру шума, па се у наредном периоду посебна пажња мора посветити образовању кадрова. Неке од осталих мјера су:

- Институционална организација инвентуре шума и њене контроле, лицензирање фирми и појединача;
- Укључење инвентуре шума Републике Српске у регионалне и међународне асоцијације којима су шуме у фокусу дјеловања, из којих би добијала искуства и друге користи у виду донација, учешћа у заједничким научним пројектима и сл.;
- Развој информационог система о шумама Републике Српске, као и израда протокола размјене информација између институција које се баве заштитом и коришћењем природних ресурса, посебно у условима повећаних ризика;
- Методолошке корекције и побољшања малоповршинске и националне инвентуре шума, ослањајући се на савремене европске трендове, уз уважавање позитивних националних искустава и специфичности шумских екосистема;
- Имплементација принципа динамичке инвентуре у планска документа различитог нивоа;
- Употреба аеро и сателитских снимака у просторном диференцирању и просторним анализама шумских екосистема;
- Имплементација даљинске детекције;
- Потпуна аутоматизација прикупљања, трансфера и обраде података;
- Реализација појединих мјера има ургентни или средњорочни карактер, захтијева већа или мања финансијска средства, веће или мање институционално ангажовање, али њихова реализација у највећој мјери зависи од ангажовања научног кадра из домена инвентуре шума, као и стварање научног и стручног подмлатка из ове области.

Литература

- Akça A, Dong PH, Bockmann TH (1991) Der Stellenwert von Luftbildern und anderen Fern-Erkundungsmethoden im Rahmen vonGrossrauminventuren, Abschlussbericht DFGAK 9/1-2.A
- Balenović I, Marjanović H (2016) Odabir optimalne prostorne rezolucije fotogrametrijskih digitalnih modela površine za primjenu u šumarstvu – primjer s područja nizinskih šuma hrasta lužnjaka. Nova mehanizacija šumarstva 37:1–13
- Banković S, Pantić D (2006) Dendrometrija. Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd, str 556
- Bellhouse DR (1988) A Brief History of Random Sampling Methods. In: Krishnaiah PR, Rao CR (eds) Handbook of Statistics 6, Sampling, pp 1-13
- Bickford CA (1959) A test of continuous inventory for national forest management based upon aerial photographs, double sampling, and remeasured plots. Society of American Foresters Proceedings 1959, Society of American Foresters, pp 143–148
- Bitterlich W (1984) The relascope idea: Relative measurements in forestry. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, England, pp 1–242
- Van Hooser DD, Cost ND, Lund HG (1992) The history of forest survey program in the United States. pp 19-27. In: Preto G, Koch B (eds) Forest resource inventory and monitoring and remote sensing technology. Proceedings of the IUFRO Centennial Meeting in Berlin 31.8-4.9.1992
- Goetz W, Laes D, Maus P, Lachowski H (2005) Lidar mapping: a reference for natural resource managers. RSAC-0073-RPT1. Salt Lake City, UT US Department of Agriculture, Forest Service, Remote Sensing Applications Center, pp 1–22
- Gong P, Sheng Y, Biging GS (2002) 3D Model-Based Tree Measurement from High-Resolution Aerial Imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 68(11)1203–1212
- Gregoire T (1992) Roots of Forest inventory in North America. A paper presented at the A1 Inventory Working Group session at the SAF National Convention held at Richmond, VA 25-28.10.1992
- Grosenbaugh LR (1958) Point-sampling and line-sampling: Probability theory, geometric implications, synthesis. Southern Forest Experiment Station Occasional Paper 160:1–34
- Gschwantner T, Schadauer K, Vidal C, Lanz A, Tomppo E, di Cosmo L, Robert N, Englert Duursma D, Lawrence M (2009) Common tree definitions for national forest inventories in Europe. Silva Fennica 43(2):303–321
- Inventura šuma Republike Srpske (2006–2009) Rezultati druge inventure šuma na velikim površinama. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet (2011), nepublikovani podaci, str 364

- Kangas A, Gove H J, Scott C T (2006) Historical Background of Sampling Theory. In: Kangas A, Maltamo M (eds) *Forest Inventory, Methodology and Applications*. Book Series: *Managing Forest Ecosystems 10*, Springer, Netherlands, pp 362
- Kiaer AN (1899) Sur les méthodes représentatives ou typologiques appliquées A. la statistique. *Bulletin de l'Institut international de statistique*, t. 11 hr 1:180–189
- Kohl M, Traub B, Paivinen R (2000) Harmonization and standardization in multi-national environmental statistics - mission impossible? *Environmental Monitoring and Assessment* 63(2):361–380
- Koprivica M (1986) Varijabilitet taksacionih elemenata i planiranje veličine uzorka za taksacionu procjenu šuma u SR Bosni i Hercegovini. *Narodni šumar* 10–12:523–533
- Koprivica M (2019) Stanje šuma i šumskog zemljišta u Bosni i Hercegovini - kritički osvrt. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci* 29:93–110
- Kraus K (2005) Fotogrametrija – 1. dio: Osnove i standardni procesi (četvrto i prošireno izdanje). *SYNOPSIS*, Zagreb-Sarajevo, str 384
- Keefe RF, Wempe AM, Becker RM, Zimbelman EG, Nagler ES, Gilbert SL, Caudill ChC (2019) Positioning Methods and the Use of Location and Activity Data in Forests. *Forests* 10(458):1–46
- Laes D, Warnick R, Goetz W, Maus P (2008) *Lidar Applications for Forestry and Geosciences*, USDA Forest Service, Remote Sensing Applications Center, Salt Lake City, UT
- Lapajne M, Frančula N (2001) Kartografija i daljinska istraživanja. *Bilten Znanstvenog vijeća za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju*, HAZU, Zagreb 15–16:145–154
- Lojo A, Balić B, Mekić F, Beus V, Koprivica M, Treštić T, Musić J, Čabaravdić A, Hočevar M (2008) Metodika druge inventure šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini. *Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu – posebna izdanja* 20(1):1–155
- Matejka K (2009) Assessment of tree layer biomass and structure using aerial photos in lake catchments of the Šumava Mts. *Journal of Forest Science* 55(2):63–74
- Matić V (1977) Metodika izrade šumskoprivrednih osnova za šume u društvenoj svojini na području SR BiH. *Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo u Sarajevu – posebna izdanja* 12, Sarajevo
- Matić V, Drinić P, Stefanović V, Ćirić M, Beus V, Bozalo G, Golić S, Hamzić U, Marković Lj, Petrović M, Subotić M, Talović N, Travar J (1971) Stanje šuma u SR Bosni i Hercegovini prema inventuri šuma na velikim površinama u 1964–1968 godini. *Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo u Sarajevu – posebna izdanja* 7, Sarajevo
- Mc Roberts RE, Tomppo E, Næsset E (2010) Advances and emerging issues in national forest inventories. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25:368–381
- Miller D, Quine CP, Hadley W (2000) An investigation of the potential of digital photogrammetry to provide measurements of forest characteristics and abiotic damage. *Forest Ecology and Management* 135:279–288

- Morales-Hidalgo D (2015) Promoting national forest inventories - FAO lessons learned. Presentation International Forestry Policies Seminar: The role of National Forest Data and Information, FAO, presentation slide 1-31
- Neyman J (1934) On the two different aspects of the representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive sampling. *Journal of the Royal Statistical Society* 97:558–606
- Oluić M (2001) Snimanje i istraživanje Zemlje iz svemira. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i GEOSAT, Zagreb, pp 1–516
- Pantić D, Medarević M, Borota D, Tubić B, Marinković M (2012) Aerofotointerpretacija u sastojinskoj inventuri šuma Srbije. *Šumarstvo* 3–4:1–15
- Pantić D, Medarević M, Borota D, Filipović Đ, Tubić B (2013) Application of GIS in creating information basis for management of forest ecosystems of Belgrade. *Soil Science Society of Serbia and Soil Science Institute, Belgrade, Serbia, Proceedings The 1st International Congress on Soil Science, XIII National Congress in Soil Science „Soil – Water – Plant”, September 23–26th, Belgrade, Serbia*, pp 645–665
- Pantić D, Borota D (2015) Nacionalna inventura šuma Srbije – stanje i mogući pravci daljeg razvoja. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu* 112:9–32
- Pantić D, Medarević M, Borota D (2016) The Serbian National Forest Inventory. In: Vidal C, Iciar A, Hernández L, Redmond J (eds) *National Forest Inventories Assessment of Wood Availability and Use*. Springer, pp 709–730
- Petrović M (1964) Stepen tačnosti procjene zalihe drveta u šumama Olovskog šumskog privrednog područja. *Narodni šumar* 5–6:245–252
- Plochmann R (1992) The forests of Central Europe: new perspectives. *American Forests* 98(5/6):1–43
- Regodić M (2008) Daljinska detekcija kao metod prikupljanja podataka o prostoru. *Vojnotehnički glasnik LVI(1):91–123*
- Schumacher FX, Chapman RA (1942) Sampling methods in forestry and range management. *Duke University, School of Forestry Bulletin* 7:1–222
- Seppälä R (1985) Forest Inventories and the Development of Sampling Methods. *Silva Fennica* 3:218–219
- Stojanović O (1964) Primjena reprezentativnog metoda pri taksacionoj procjeni šuma. *Narodni šumar* 11–12:539–550
- Stojanović O, Drinić P (1974) Istraživanje veličine koncentričnih kružnih površina za taksacionu procjenu šuma. *Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu* 4–6:5–35
- Stott CB (1947) Permanent growth and mortality plots in half the time. *Journal of Forestry* 45:669–673
- Subotić M (1981) Planiranje veličine uzorka pri taksacionoj procjeni šuma. *Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet, Zagreb*
- Tomppo E (2006) The Finnish National Forest Inventory. In: Kangas A, Maltamo M (eds), *Forest inventory, Methodology and applications. Managing Forest Ecosystems* 10. Springer, Dordrecht, pp 179–194

- Tomppo E, Olsson H, Ståhl G, Nilsson M, Hagner O, Katila M (2008) Combining national forest inventory field plots and remote sensing data for forest databases. *Remote Sensing of Environment* 112(5):1982–1999
- Tomppo E, Gschwantner T, Lawrence M, McRoberts RE (2010) National forest inventories: Pathways for common reporting. Springer, pp 612
- FAO (2012) Manual for integrated field data collection. NFMA Working Paper No.37/E Rome, 2012, Version 3.0 (1st Edition). Edited by Anne Branthomme in collaboration with Dan Altrell, Kewin Kamelarczyk and Mohamed Saket, pp 1–75
- FAO (2016) Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing? Second edition, Roma, pp 1–44
- FAO (2017) Voluntary Guidelines on National Forest Monitoring, pp 61
- FOREST EUROPE (2015) State of Europe's Forests 2015, pp 160
- FRA/FAO (2015) Global Forest Resources Assessment 2015 - How are the world's forests changing? – Infographics
- Frayser WE, Furnival GM (1999) Forest survey sampling designs. A history. *Journal of Forestry* 97:4–10
- Čabaravdić A, Dundjer A, Avdagić A, Delić S, Osmanović M, Mraković A (2016) The Bosnia and Herzegovina National Forest Inventory. In: Vidal C, Iciar A, Hernández L, Redmond J (eds) National Forest Inventories Assessment of Wood Availability and Use. Springer, pp 181–196
- Čuković D (2005) Izbor optimalnog metoda uređajne (sastojinske) inventure u raznodobnim i prebirmim šumama u Republici Srpskoj. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- Čuković D (2018) Mogućnost primjene aerofotogrametrije pri uređajnoj (sastojinskoj) inventuri šuma u Republici Srpskoj. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd
- Ware KD, Cunia T (1962) Continuous forest inventory with partial replacement of samples. *Forest Science Monograph* 3, pp 1–40
- Williams M (2002) Deforesting the earth: from prehistory to global crisis. Chicago, USA, University of Chicago Press, pp 689

Forest inventory and its importance for sustainable forestry development

Damjan Pantić, Duško Čuković

Summary

In modern forestry, comprehensive analyzes are necessary when planning and making decisions. Each decision, directly or indirectly, affects the forest, reflecting through different economic, environmental and social criteria. There is a growing number of elements that planners and decision makers need to consider. This is especially pronounced in the XXI century when forests are endangered by various harmful influences, primarily of anthropogenic origin (direct or indirect), while at the same time functional sustainability and sustainability are imposed as management imperatives. Between these extremes, planners must find such solutions that will increase the degree of forest cover, protect existing forests, improve their quality and functional capacity, while permanently satisfying the increasingly complex requirements of modern society towards forests. The starting point for their action is comprehensive and reliable information on forests at various levels, from local to global. In that sense, the forest inventory is gaining more and more importance and is rapidly developing in the methodological and technological sense, as well as in terms of merging national inventories into various regional and global associations dealing with forests. The aim of these associations is to exchange experiences and create functional databases, which would enable experts to make detailed analyzes and monitoring of forest ecosystems, and politicians, based on these expertises, to make binding decisions for member states. In the time to come, forests have been recognized as a condition for the survival of human civilization, so that forestry is increasingly taking on supranational significance.

The forest inventory of BiH, ie the Republika Srpska, until the beginning of the 90s of the 20th century, had all the features of a modern inventory, based on statistical principles. The war and political circumstances after the mentioned period, the lack of finances, scientific research and personnel closely specialized in forest inventory, influenced the decades-long stagnation of the forest inventory of the Republic of Srpska. Stagnation is multidirectional with negative implications for the process of planning and decision-making in forestry, ie with negative impacts on the condition of the forests of Republika Srpska.

Forest inventory for the needs of forest management, which is the basic planning document for regulating forest management in the spirit of the principle of continuity of forest management, often does not provide the prescribed accuracy of assessment for broader categories of high forests with natural regeneration at the level of forest areas. Inventory data for lower unit units (departments and sections) are burdened with large estimation errors, so that the executor of the plan at this level is left with the freedom to work, with the management plan prescribed for the management class being executed in full. Reliability and control of the implementation of plans on this concept of forest inventory are debatable.

The results of forest inventory on large areas (DIŠ-1 and DIŠ-2) are incomparable due to the different concepts of samples used, improvisation of field work and poor data processing procedures, unrealistic increases in area, volume and volume increment in DIŠ-2, so that relevant conclusions about the forest fund trend over a 40-year period are impossible to draw.

A number of measures are proposed in order to overcome this situation, and the RS forest inventory is methodologically, technologically and functionally improved and in line with modern European inventories. The imperative measure is to provide scientific staff specialized in forest inventory, which would deal with scientific research and professional work in this area, as well as education of staff for the needs of RS forestry. Only after that can we talk about methodological corrections of small-area and national inventory, application of modern technologies and automation of data collection, transfer and processing, creation of information system and inclusion of RS forest inventory in regional and global associations that focus on forests. Without the implementation of these and other measures, the RS forest inventory will continue to stagnate at the level of the 1980s and will be less and less able to meet the numerous demands imposed on modern forestry.

Keywords: Republic of Srpska, sustainability, information, sampling method, remote sensing

