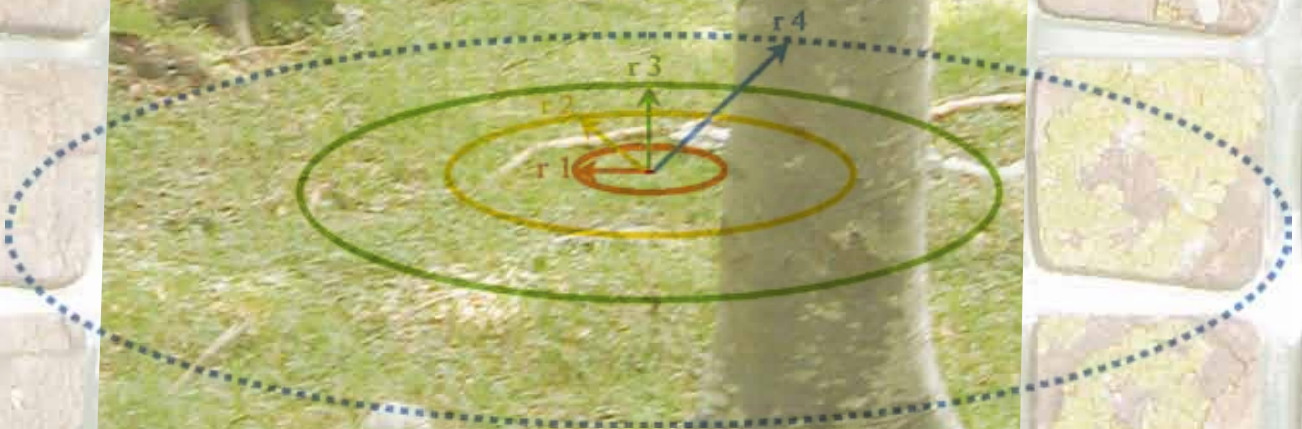




Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba

Studia forestalia Slovenica
Strokovna in znanstvena dela
134



Ljubljana, 2009

Gozdarski inštitut Slovenije
Silva Slovenica

Studia Forestalia Slovenica
Strokovna in znanstvena dela

134

**Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina,
značilnosti in uporaba**

Control sampling method in Slovenia - history,
characteristics and use

dr. Marko KOVAČ, dr. Gal KUŠAR, prof.dr. Milan HOČEVAR,
dr. Primož SIMONČIČ, dr. Aleš POLJANEC, Mitja SKUDNIK,
Tomaž ŠTURM, Andrej GARTNER, Edo KOZOROG

Ljubljana, 2009

UDK 630*52(497.4)
GDK 524.636(497.4)

ISSN = 0353-6025

Studia Forestalia Slovenica / *Strokovna in znanstvena dela* 134

Izdaja / *Issued by*
Gozdarski inštitut Slovenije, Založba: *Silva Slovenica*
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www.gozdis.si>

Uredniški odbor založbe *Silva Slovenica* / *Editorial board of Silva Slovenica*
prof. dr. dr. h.c. Niko TORELLI, doc. dr. Tom LEVANIČ, doc. dr. Hojka KRAIGHER, dr. Mirko MEDVED, dr. Nike KRAJNC,
prof. dr. Bojan BUČAR, prof. dr. Vesna TIŠLER, doc. dr. Janez KRČ, prof. dr. Iztok WINKLER, doc. dr. Davornin KAJBA,
prof. dr. John KOTAR, prof. dr. David E. HANKE, dr. Monika KONNERT

Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba
Control sampling method in Slovenia - history, characteristics and use

Glavna in odgovorna urednica / *Editor in Chief*
Špela PLANINŠEK

Recenzenti / *Reviewers*
dr. Marko KOVAČ, dr. Gal KUŠAR, dr. Aleš POLJANEC, dr. Aleš KADUNC, doc. dr. Janez KRČ, doc. dr. David HLADNIK

Prevod in lektura / *Translations and lecture*
Henrik CIGLIČ

Slike na naslovnici / *Cover page photos*
Špela PLANINŠEK

Na naslovnici: mrežica za snemanje lišajske flore na deblu (rob naslovnice), ploskev intenzivnega monitoringa Fondek (ozadje), shematska prikaza trakta in kontrolne vzorčne ploskve (ozadje)

Dokumentacijska obdelava / *Indexing, classification and abstracting*
mag. Maja BOŽIČ

Tehnični urednik / *Technical editor*
Blaž BOGATAJ

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*56(497.4)(082)

KONTROLNA vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba = Control sampling method in Slovenia - history, characteristic and use / Marko Kovač ... [et al.] ; [glavna urednica Špela Planinšek ; prevod Henrik Ciglič]. - Ljubljana : Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2009. - (Studia forestalia Slovenica : strokovna in znanstvena dela ; 134)

ISBN 978-961-6425-49-0

1. Vzp. stv. nasl. 2. Kovač, Marko, 1957- 3. Planinšek, Špela

249073664

Tisk / *Print*
BIROGRAFIKA BORI d.o.o., Ljubljana
Ljubljana, 100 izvodov

Strokovna in znanstvena dela so referirana v mednarodnih bibliografskih podatkovnih zbirkah: CAB, Abstracts, TREECD, AGRIS / *Abstracts from the journal is comprised in the following international bibliographic databases: CAB, Abstracts, TREECD, AGRIS*

PREDGOVOR

FOREWORD

Velike prostorske razsežnosti gozdov, njihova dolga življenjska in proizvodna obdobja, nenehna izpostavljenost biotskim in abiotskim dejavnikom ter velike potrebe po lesu so bili najpomembnejši razlogi, zaradi katerih je gozdarstvo srednje Evrope pred več kot stoletjem v gospodarjenju z njimi vtkalo načelo trajnosti. Danes to načelo, ki se praktično izraža v preprečevanju spodkopavanja njihove integritete, v gospodarjenju z gozdovi ni več edino. Nekoliko krajši čas se bolj ali manj uspešno ureničuje tudi načelo sonaravnosti (izkoriščanje naravnih sil pri obnovi in vzgoji gozdov), razmeroma novo pa je načelo večnamenskosti, s katerim se krepijo in ohranjajo različne funkcije in storitve gozdov. V skladu z njim gozdovi niso samo proizvodni objekti, marveč tudi dom številnim živim bitjem, zadrževalniki in filtri vode, objekti, ki zmanjšujejo verjetnost pojavljanja naravnih nesreč, kulturna in duhovna vrednota, itn.

Vse naštetje je razlog, da gozdarstvo podatke o svojih virih sistematično zbira že desetletja. V skladu z razvojem paradigem in njihovim uveljavljanjem je bilo zbiranje sprva omejeno le na podatke, kot so površina, lesna zaloga, prirastek ter drevesna sestava gozdov, že več kot dve desetletji pa se njihovo število, zaradi potreb področja in tudi naravovarstvenih potreb, nezadržno večja. V povezavi z zbiranjem podatkov je razumljivo tudi, da gozdarska praksa in znanost že zelo dolgo razvijata metode snemanja in interpretacije podatkov; sprva so bile te nestatistične, po utemeljitvi statistične teorije pa predvsem objektivne, vzorčne. Med slednjimi zelo poznana je kontrolna vzorčna metoda, ki jo je svetu prvi predstavil P. Schmid-Haas. Metoda temelji na periodičnem snemanju različnih znakov dreves na stalnih vzorčnih ploskvah z odmerjeno površino, ki so razporejene prek obračunske enote. Tak način zajemanja podatkov dovoljuje obračune po pravilih naključnega vzorčenja, ker so vzorčne enote (isto drevo ali ploskev v času) vezane, pa je mogoča tudi obravnava podatkov v smislu časovnih vrst. Kot taka je metoda pravzaprav predhodnica vseh sodobnih monitoringov.

V Sloveniji ima zbiranje podatkov o gozdovih dolgo tradicijo. Kljub dejstvu, da se pred l. 1950 podatki niso zbirali za vse gozdove v državi, ni mogoče prezreti dejstva, da so se le-ti vendarle zbirali za nekdanje državne gozdove in za nekatere veleposesti in, da se je za upravljanje nekaterih izmed njih, v istem času kot npr. v Franciji in v Švici, uporabljala kontrolna metoda, ki sta jo razvijala L. Hufnagl in A. Shollmayer. Zaradi potreb po poznavanju ciljnih parametrov veliko kasneje oblikovanih gozdnogospodarskih enot, se je ta metoda v več različicah (npr. polna premerba dreves oddelkov, vzorčenje dreves po Bitterlichu) vse do uvedbe kontrolne vzorčne metode uporabljala tudi v smislu namenskega vzorčenja (*purposive sampling*). Bistvo tega pristopa je bilo, da se je na podlagi ocen, pridobljenih v nekaj "reprezentativnih" oddelkih, sklepalo na razvoj gozdov gozdnogospodarskih enot in razredov. Kontrolno vzorčno metodo je v Sloveniji v začetku 70. let prvi uvedel dr. J. Grilc na takratnem Blejskem gozdnem gospodarstvu. Precej kasneje, po več letih njenega preučevanja s strani prof. dr. M. Hočevarja ter njegovih ožjih sodelavcev in študentov, je bila metoda l. 1998 s Pravilnikom o gozdnogospodarskem načrtovanju uradno uvedena v slovensko načrtovanje gozdov. Slovenska gozdarska praksa ima zato danes – verjetno kot edina na svetu – na voljo izjemno gosto mrežo postavljenih in izmerjenih ploskev (več kot 100.000 na 1,247.000 ha gozdov), na katerih začenja že drugo inventarizacijo.

Ker so slovenski in tuji gozdarji, delujoči na naših tleh, pomembno prispevali k razvoju izvorne kontrolne metode in ker ima njena naslednica v našem gozdarstvu pomembno mesto, ta publikacija, v kateri so prikazane njena zgodovina na naših tleh ter možnosti uporabe v gozdarstvu in zunaj njega, ni presenetljiva. Pravzaprav je presenetljivo samo to, da se je zgodila tako pozno.

Marko Kovač

V Ljubljani, septembra 2009

VSEBINA

PRAKTIČNA UPORABA KONTROLNE VZORČNE METODE *CONTROL SAMPLING METHOD IN PRACTICE*

Marko KOVAČ, Milan HOČEVAR

KRATEK ORIS RAZVOJA GOZDNIH INVENTUR IN KONTROLNE VZORČNE METODE PO SVETU IN V SLOVENIJI

SHORT DESCRIPTION OF FOREST INVENTORIES AND CONTROL SAMPLING METHOD AROUND THE WORLD AND IN SLOVENIA

9-12

Marko KOVAČ, Mitja SKUDNIK

SESTOJNA KARTA - TEHNOLOGIJA IZDELAVE IN VZDRŽEVANJA

STAND MAP – THE TECHNOLOGY OF ITS MAKING AND UPDATING

13-30

Tomaz ŠTURM

KAKOVOST SESTOJNE KARTE SLOVENIJE

QUALITY OF THE FOREST STAND MAP OF SLOVENIA

31-38

Edo KOZOROG

ČASOVNO IN STROŠKOVNO OVREDNOTENJE KONTROLNE VZORČNE METODE IN PRIMERJAVA Z DRUGIMI METODAMI IZMERE GOZDOV

TIME AND COST ASSESSMENT OF CONTROL SAMPLING METHOD AND COMPARISON WITH OTHER METHODS OF FOREST INVENTORY

39-46

Aleš POLJANEC, Andrej GARTNER

IZKUŠNJE S KONTROLNO VZORČNO METODO V GOZDNOGOSPODARSKEM OBMOČJU BLED

EXPERIENCE WITH THE CONTROL SAMPLING METHOD IN THE FOREST MANAGEMENT REGION BLED

47-55

Gal KUŠAR

LOKACIJSKA TOČNOST IN ANALIZA ČASA ISKANJA STALNIH VZORČNIH PLOSKEV PRI KONTROLNI VZORČNI METODI

LOCATION ACCURACY AND SEARCH TIME ANALYSIS OF THE PERMANENT SAMPLING PLOTS BY CONTROL SAMPLING METHOD

57-66

TEORETIČNA IZHODIŠČA KONTROLNE VZORČNE METODE *FUNDAMENTALS OF CONTROL SAMPLING METHOD*

Gal KUŠAR, Milan HOČEVAR

IZBOR USTREZNEGA TARIFNEGA NIZA PRILAGOJENIH ENOTNIH FRANCOŠKIH TARIF ZA IZRAČUN LESNE ZALOGE SESTOJEV V SKLOPU KONTROLNE VZORČNE METODE

SELECTION OF APPROPRIATE TARIFF FUNCTIONS OF ADAPTED UNIFORM FRENCH TARIFFS FOR STAND'S GROWING STOCK COMPUTATION BY CONTROL SAMPLING METHOD

69-83

Gal KUŠAR, Marko KOVAČ, Primož SIMONČIČ

METODOLOŠKE OSNOVE MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV

METHODOLOGICAL BASES OF THE FOREST AND FOREST ECOLOGICAL CONDITION SURVEY

85-96

Marko KOVAČ

STATISTIČNA MOČ KONTROLNE VZORČNE METODE – PRIMER MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV

STATISTICAL POWER OF THE CONTROL SAMPLING METHOD – THE CASE OF FOREST AND FOREST ECOSYSTEM CONDITION SURVEY

97-103



**PRAKTIČNA UPORABA
KONTROLNE VZORČNE METODE**

***CONTROL SAMPLING METHOD IN
PRACTICE***

GDK: 524.6:902(497.4)

KRATEK ORIS RAZVOJA GOZDNIH INVENTUR IN KONTROLNE VZORČNE METODE PO SVETU IN V SLOVENIJI

Marko KOVAČ¹, Milan HOČEVAR²

Izvleček

Zaradi potreb po načrtovanju trajnih donosov iz gozda, je ideja o gozdnih inventurah najprej zagledala luč sveta v srednji Evropi. Inventure so bile preproste in so temeljile na delitvi gozdov na majhne površine in vizualnem ocenjevanju lesnih mas teh površin. Kljub temu, da je bila teorija vzorčnih inventur najprej predstavljena v srednji Evropi, konkretno v Nemčiji, so gonilo razvoja vzorčnih inventur kmalu prevzele Skandinavske države in ZDA.

V Sloveniji je bil razvoj gozdnih inventur kljub obetavnim začetkom počasen. Z izjemo gozdnega gospodarstva Bled so se v glavnem začele opravljati šele ob koncu sedemdesetih let 20. stoletja. Od l. 1998, po uvedbi Pravilnika o gozdnogospodarskem in gojitvenem načrtovanju, zbiranje podatkov o gozdovih v celoti temelji na kontrolni vzorčni metodi.

Ključne besede: vzorčne inventure, kontrolna metoda, kontrolna vzorčna metoda, zgodovinski pregledi, Evropa, ZDA, Slovenija

SHORT DESCRIPTION OF FOREST INVENTORIES AND CONTROL SAMPLING METHOD AROUND THE WORLD AND IN SLOVENIA

Abstract

Owing to the needs for continuous assuring of timber, the concept of forest inventories was first born in Central Europe. These inventories were quite simple and were based on the area allotment and corresponding visual estimates of wood masses. In spite of the fact, however, that the theory of sampling techniques for forest inventories was first presented in Central Europe, i.e. in Germany, the development of sampling techniques was soon undertaken by Scandinavian countries and the USA.

Despite its fairly promising beginnings, the development of forest inventories in Slovenia was rather slow. With the exception of Forest Enterprise of Bled, the beginning of inventorying dates to as late as at the end of the 1970s. Since 1998, when the new Regulations on forest management and silvicultural planning came into force, the collection of forest data has been based entirely on the control sampling method.

Key words: sample inventories, control method, control sampling method, history overview, Europe, USA, Slovenia

KRATEK PREGLED RAZVOJA VZORČNIH GOZDNIH INVENTUR V SVETU SHORT DESCRIPTION OF THE DEVELOPMENT OF FOREST INVENTORIES AROUND THE WORLD

Čeprav se inventarizacija in načrtovanje gozdov v okviru gozdarske znanosti že dolgo razvijata vsaka zase, je v prid razumevanju razvoja obeh področij treba poudariti, da je do pomembnejših inventarizacij gozdov prišlo v začetku 18 st. v srednji Evropi predvsem zaradi potreb po načrtovanju trajnih donosov v takrat že močno fragmentiranih gozdovih (prim. JOHANN 2006). Inventarizacija je sprva temeljila na deljenju gozdov na manjše površine in okularnem ocenjevanju lesnih zalog za te površine. Po poseku teh prostorskih enot so se njihove lesne zaloge ponovno izmerile, primerjava med

obema ocenama zalog pa je rabila izboljšanju prihodnjih okularnih cenitev (LOETSCH in HALLER 1963).

Do kakovostnega preskoka v inventarizaciji – do meritev parametrov dreves - je prišlo šele v 19. stoletju. Razlogi so bili povečane potrebe po tehničnem lesu in zahtevnejši sistemi urejanja gozdov (npr. metoda dobnih razredov, kombinirane metode, kontrolna metoda), ki so narekovali natančnejše določanje višin, struktur in prirastka lesnih zalog. Vsi potrebni podatki, kot so prsni premer in višina dreves, so se pridobivali s polnimi premerbami dreves v izbranih gozdnih predelih. V tem času je prišlo tudi do pomembnih spoznanj glede povezav med prsnim premerom, višino drevja in oblikovnimi števili ter do izdelave prvih volumenskih tablic za posamezne drevesne vrste (LOETSCH in HALLER 1963).

Čeprav se je polna premerba dreves v nekaterih srednjeevropskih državah zaradi takih ali drugačnih razlogov ohranila

¹ dr. M. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: marko.kovac@gozdis.si

² prof. dr. M. H. Spodnje Pirniče 77b, 1215 Medvode

vse do 20. stoletja, je zaradi visokih stroškov inventarizacije že ob koncu 19. st. prišlo do prvih vzorčnih snemanj. Tako je l. 1891 Zetsche (cit. LOETSCH in HALLER 1963; SCHREUDER *et al.* 1993) prvič opisal statistično povsem korekten postopek zbiranja podatkov na krožnih ploskvah, ki se v gozdarstvu uporablja še danes. Po mnenju številnih poznavalcev gozdnih inventur pomeni Zetschejev dosežek začetek vzorčnih gozdnih inventur.

Kmalu za njim so na drugem koncu Evrope, v Skandinaviji, začeli razvijati in praktično izvajati velikopovršinske inventure gozdov ruralnih območij. Večina med njimi je bila izdelana s polnimi premerbami dreves v že naključno izbranih linijah oz. progah, nekatere pa so bile izdelane celo na načelih stratifikacije (SCHREUDER *et al.* 1993). Razvitje inventurnih konceptov je bilo ključnega pomena za začetek nacionalnih inventurizacij gozdov, s katerima sta npr. kot prvi državi na svetu začeli Finska (1921) in Švedska (1923) (METLA 2008 ; SLU-NFI 2008). Podatki so rabili predvsem poznavanju stanja v do takrat še nepoznatih gozdnih prostranstvih, ohranjanju virov pa tudi pridobivanju izvedenih podatkov za manjše prostorske enote.

Precej bolj hitro pa so se velikoprostorske gozdne inventure začele razvijati in opravljati po utemeljitvi pomembnejših statističnih principov in tehnik. Poleg že omenjenih skandinavskih poskusov so vzorčne inventure po l. 1930 začeli izvajati v posameznih zveznih državah v ZDA (SCHREUDER *et al.* 1993; SHAW 2008), po l. 1950 v nekaterih tropskih državah (LOETSCH in HALLER 1963), od l. 1980 naprej pa po vsem svetu. Z vidika razvoja vzorčnih metod je bil zelo pomemben prispevek gozdarske znanosti ZDA. Ta je zaradi velikih gozdnih prostranstev veliko pripomogla k uveljavitvi stalnih vzorčnih ploskev, k razvoju kontinuirane gozdne inventure (continuous forest inventory) in številnih tehnik vzorčenja, kot so npr. vzorčenje s kombiniranimi stalnimi in enkratnimi vzorčnimi ploskvami, vzorčenje v dveh fazah za stratifikacijo, vzorčenje z Bitterlichovimi ploskvami itn. Prva inventurizacija gozdov vseh zveznih držav je bila zaključena l. 1962, od l. 1980, po sprejemu novega programa, pa se inventure večinoma izvajajo v 5- in 10-letnih ciklih (SHAW 2008).

Iz povedanega je mogoče povzeti, da sta se na svetu, neodvisno drug od drugega, do danes razvila dva pomembnejša inventurna koncepta. Srednja Evropa, tradicionalno vezana na sestoj, je razvijala predvsem sistem, ki je znan z imenom od spodaj navzgor (bottom-up), večje države, ki intenzivnega urejanja in inventurizacije na ravni obratov niso krepile, pa so z razvojem nacionalnih gozdnih inventur pripomogle k

razvoju koncepta od zgoraj navzdol (top-down). V gozdnogospodarskem načrtovanju sta danes v rabi oba.

RAZVOJ KONTROLNE VZORČNE METODE PO SVETU

DEVELOPMENT OF CONTROL SAMPLING METHOD AROUND THE WORLD

Kontrolno metodo sta za potrebe načrtovanja donosov v prebiralnih gozdovih Francije in Švice razvila Gurnaud (1878) in Biolley (1923). Metoda je bila zasnovana na polni premerbi dreves in se je v svojem času močno razlikovala od drugih, ker v primerjavi s prevladujočimi načini izračunavanja donosov in etatov (npr. obrazec avstrijske kameralne takse) ni izhajala iz višin obstoječih in nekkih idealnih (normalnih) lesnih zalog, ampak iz razvojne dinamike gozdov. To je povsem jasno razvidno iz Gurnaudovega obrazca za izračun prirastka " $Z = V_2 - V_1 + V_p - V_v$ ", ki je poleg vrednosti trenutnih (V_2) in preteklih (V_1) lesnih zalog zahteval tudi podatke o višinah zalog vseh posekanih (V_p) in vraslih dreves (V_v), ki so se morali pridobivati z natančnim evidentiranjem. Prav zato, ker je kontrolna metoda omogočala analizo razvojne dinamike dela gozda, je Biolley ni obravnaval zgolj kot inventurno tehniko, marveč jo je utemeljil kar kot "koncept gospodarjenja z gozdovi" (BIOLLEY 1920: 78).

Kontrolno vzorčno metodo (v nadaljevanju KVM) pa je gozdarski znanosti 60 let po predstavitvi Biolleyeve kontrolne metode predstavil P. Schmid-Haas (1963). Metoda, ki jo razvil ob veliki podpori A. Kurta, profesorja urejanja gozdov na švicarski federalni politehniko ETHZ, je obsegala vse bistvene prvine izvirne kontrolne metode, vendar je, v nasprotju z njo, temeljila na vzorčenju s stalnimi krožnimi ploskvami z odmerjeno površino. Bistvena prednost te metode pred drugimi je bila, da je poleg spremljanja stanja parametrov na ravni obračunskih enot omogočala še spremljanje razvojne dinamike na ravni posameznih ploskev in dreves.

V skladu z Biolleyevimi in kasneje Kurtovimi (1954) razmišljanji je bila tudi KVM zasnovana kot del celostnega sistema načrtovanja, ki je vključeval inventuro, analizo in določanje ciljev. Zaradi zahtev po racionalnosti so se podatki zanjo pridobivali s terenskimi in fotogrametričnimi snemanji. Oboje je namreč omogočilo tesno povezanost med atributnimi podatki, kot so bili razvojna faza, lesna zaloga, drevesna sestava itn., in prostorsko razmejenimi sestoji, prikazanimi na fotogrametrično izdelani sestojni karti. Posledično so se ocene ciljnih parametrov podajale na ravni sestojnih stratumov in ne na rav-

ni posameznih sestojev oziroma oddelkov in odsekov. Metoda je bila prvič preizkušena l. 1962 v občinskem gozdu švicarskega mesta Neuendorf. Z nekoliko prilagojeno in poenostavljeno metodo je bilo v letih 1963 do 1967 v kantonu Vaud posnetih že 25.400 stalnih ploskev velikosti 2 do 6 arov.

V svojih prizadevanjih po celostnem načrtovanju gozdov je Kurt (1967) nekoliko kasneje utemeljeval še potrebo po nacionalni gozdni inventuri, ki jo je videl kot učinkovit instrument za usmerjanje gozdarske politike (prim. tudi BRASSEL in LISCHKE 2001). Te so se na osnovi KVM v Švici prvič lotili l. 1982 (BACHOFEN *et al.* 1988) in jo od tedaj naprej tudi redno izvajajo.

Način podajanja ocen (na ravni sestojnih stratumov, namesto na ravni posameznih sestojev) je zaradi tradicionalne vezanosti na sestoj precej časa zaviral hitrejšo širjenje metode v srednji Evropi. Vendar je bila, predvsem zaradi pojava propadanja gozdov in zahtev po intenzivnem monitoringu dogajanj v gozdu, ta nenaklonjenost metodi presežena. Tako se na primer KVM danes uporablja v nacionalnih gozdnih inventurah Švice, Avstrije, Švedske, Kanade in ZDA, v načrtovanju gozdov v Švici, v nekaterih nemških deželah (npr. Bavarski, Baden-Wuerttembergu in Spodnji Saški) in ponekod na gozdnih gospodarstvih v Avstriji in Italiji. V Nemčiji se je KVM začela širiti v 80ih. K njenemu intenzivnejšemu uvajanju je močno pripomoglo spoznanje, da tablice, ki so jih praviloma uporabljali pri sestojnih inventurah (taksaciji), v spremenjenih okoljskih razmerah niso več dajale zanesljivih ocen. Na Spodnjem Saškem je bila prva inventura, temelječa na KVM, opravljena l. 1980 in je zatem prerasla v deželno metodo. Na Bavarskem so jo najprej preizkusili v okrožju Ebrach l. 1984. Do konca leta 1998 je bilo posneto že 38.500 vzorčnih ploskev (REIMEIER 2001). V deželi Baden-Wuerttemberg se KVM od leta 1988 opravlja z imenom "integralna obratna inventura".

Čeprav se je povsod, kjer se KVM uporablja, do danes obdržala njena osnovna zamisel, da se snemanje mora opravljati na stalnih vzorčnih ploskvah, je metoda zaradi različnih potreb vendarle doživela številne modifikacije; npr. postopno prehajanje enovite krožne ploskve z odmerjeno površino v ploskev z različnim številom koncentričnih krogov (v Nemčiji se snemanja opravljajo na 3. in celo 4. krogih), močno razširjen nabor podatkov itn.

KVM se danes vse bolj uveljavlja tudi v raziskovalnem delu. Razlog je v dejstvu, da je ena redkih metod, ki zaradi potreb ekoloških snemanj dovoljuje tudi učinkovito spremljanje sprememb posameznih osebkov na ploskvah. In ker je

snemanje različnih količinskih in atributnih podatkov skoraj neomejeno, je metoda zelo primeren instrument za opisovanje in analiziranje razvojnih procesov.

RAZVOJ VZORČNIH GOZDNIH INVENTUR IN KONTROLNE VZORČNE METODE V SLOVENIJI

DEVELOPMENT OF SAMPLING INVENTORIES AND CONTROL SAMPLING METHOD IN SLOVENIA

Kljub obetavnim začetkom inventarizacije večjih gozdnih posesti ob koncu 19 st., za katere sta zaslužna Hufnagl (l. 1890) in predvsem Schollmayer (1906) vsak s svojo različico kontrolne metode (prim. HLADNIK 2000; GAŠPERŠIČ 2007), je za kasnejšo inventarizacijo gozdov na naših tleh značilno, da zaradi njene izjemne podrejenosti gozdnogospodarskemu načrtovanju (v katerem je prevladovala klasična kontrolna metoda) in najbrž tudi pomanjkljivega poznavanja inventurnih metod v praksi vse do l. 1972 ni bilo omembe vrednega vzorčnega inventurnega poskusa (prim. HLADNIK 2000). Od l. 1946 naprej, ko se je začela prva nacionalna inventarizacija gozdov, pa do začetka 70. let je bilo pridobivanje podatkov o gozdovih na večini nekdanjih gozdnih gospodarstev (v nadaljevanju GG) zasnovano na klasični kontrolni metodi, ki se je uresničevala s polno premerbo dreves v izbranih gozdnih oddelkih, relativno visok delež gozdnih površin pa se je skoraj vse do konca 80. let ocenjeval okularno (HLADNIK 2000). Čeprav so premerjeni oddelki s statističnega vidika sicer res predstavljali nekakšen vzorec, pa bi bilo preveč smelo reči, da so te inventure temeljile na principu slučajnostnega izbora. Oddelki, v katerih se je izvajala polna premerba dreves, namreč niso bili izbrani naključno, ampak namensko in je zato mogoče govoriti samo o nekakšnem namenskem (angl. purposive) vzorčenju.

Začetek vzorčnih inventur je zato treba pripisati letu 1972, ko je KVM J. Grilc (1972) samo 10 let po njenem nastanku v Švici vpeljal na tedanjem GG Bled. Še istega leta je bila z originalno metodo izmerjena Jelovica, nekaj let kasneje pa še Pokljuka. Čeprav KVM zaradi nezaupanja stroke v vzorčne inventure ni doživela večje podpore (z izjemo GG Slovenj Gradec in GG Celje), se je metoda na GG Bled vendarle obdržala.

Nezaupanje v vzorčne metode je trajalo vse do začetka 80. let, ko so posamezna GG zaradi naraščajočih stroškov taksacije vendarle začela uvajati nove tehnike; GG Bled že

omenjeno KVM, GG Postojna kotnoštevno metodo, GG Ljubljana metodo M6, itn.

V sredini 80. let se je z intenzivnim raziskovanjem vzorčnih metod, posebej KVM, začelo tudi na Gozdarskem oddelku Biotehniške fakultete (HOČEVAR 1988, 1990). Vzporedno z njim je tekkel še razvoj fotogrametričnih metod (HLADNIK 1991, 2000) in tehnologije prostorskih gozdarskih informacijskih sistemov (npr. KOVAČ 1991). Z vrsto seminarjev, neposrednim sodelovanjem z nekaterimi GG in diplomskimi deli je bila KVM naposled predstavljena širši strokovni javnosti, ki je takrat že vse bolj zahtevala metodo, s katero bi bilo mogoče zanesljivo spremljati spremembe v gozdovih.

Odločilni korak v smeri moderne inventarizacije gozdov pa je bil napravljen s Pravilnikom o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998), s katerim je bila KVM dokončno priznana kot metoda pridobivanja podatkov za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja. Od takrat pa do danes je načrtovalska služba Zavoda za gozdove posnela več kot 95.000 stalnih vzorčnih ploskev, na katerih prav zdaj začinja drugo inventarizacijo.

Nič manjši ni tudi dosežek nacionalnega Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE), ki je podrobneje opisan v prispevku Kušarja in Kovača.

Čeprav se zdi kratko opisani razvoj MGGE preprost, je kot dosežek pomemben v mednarodnem prostoru. Sloveniji je namreč tako kot ZDA (BECHTOLD in PATTERSON 2005), Švedsko in Bavarsko (v letih 2004-2007) uspelo povezati Inventuro zdravstvenega stanja gozdov in konvencionalno Nacionalno gozdno inventuro, k čemur večina držav šele pristopa.

Zaradi obsežnosti podatkov, se podatki MGGE že več kot desetletje rabijo za poročanje republiškim službam in ministrstvom (ARSO, Statistični urad RS, MOPE, MKGP) in tujim organizacijam in procesom (FAO-GFRA, JRC, MCPFE).

LITERATURA

- BIOLLEY, H., 1920. L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle. V: "Henry Biolley. Œuvre écrite". Supplément aux organes de la Société forestière suisse no 66, 1980: 51-135.
- BACHOFEN, H., BRÄNDLI, U.-B., BRASSEL, P. et al. 1988. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Erstaufnahme 1982-1986. EAFV, Berichte Nr. 305, 375 s.
- BECHTOLD W.A. in PATTERSON P.L. (ur.) 2005. The enhanced forest inventory and analysis program - national sampling design and estimation procedures. USDA, Forest Service, Southern Research Station, GTR SRS-80, 85 s.
- BRASSEL, P. / LISCHKE, H., 2001. Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second assessment, WSL, Birmensdorf, 336 s.
- GAŠPERŠIČ, F., 2007. Mesto snežniških gozdov v razvoju napredne gozdnogospodarske misli in prakse na Slovenskem. GV, 66, 5-6: 289-300.
- GRILC, J., 1972. Gozdno gospodarstvo Bled urejuje gozdove po metodi stalnih vzorčnih ploskev. Gozdarski vestnik, 30, s. 63-65.
- GRILC, J., 1973. Kako uporabljamo zračne posnetke. Gozdarski vestnik, 31: 128-137.
- HOČEVAR, M., 1988.(ur). Gozdna inventura - seminarsko gradivo. VTOZD za gozdarstvo Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 60 s.
- HOČEVAR, M., 1990.(ur). Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo - zbirka referatov in navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 48 s.
- HLADNIK, D., 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 38: 55-96.
- HLADNIK, D., 2000. Razvoj koncepta gozdnih inventur na Slovenskem. V: POTOČNIK, Igor (ur.). Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva : zbornik referatov študijskih dni, Kranjska Gora, 11. - 12. 5. 2000. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 105-126.
- JOHANN, E., 2006. Historical development of nature-based forestry in Central Europe. V: Diaci J. 2006 (ur.). Nature-based forestry in Central Europe. Alternatives to Industrial Forestry and strict preservation. Studia Forestalia Slovenica nr. 126. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Slovenija, Ljubljana.
- KOVAČ, M., 1991. Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjenja z gozdnato krajino - primer na velikoprostorski ravni : magistrsko delo. Ljubljana, 152 s.
- KOVAČ, M. /MAVSAR, R. /HOČEVAR, M. /SIMONČIČ, P. / BATIČ, F. 2000. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov : priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije. VIII, 74 s.
- KOVAČ, M., 2007. Priročniku o popisu poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov: delovno gradivo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 47 s.
- KURT, A., 1954. Die kontrollidee in der Schweizer Forstwirtschaft. Allg. Forst- und Jagd-zeitung, Heft 4, Frankfurt a. M.
- KURT, A., 1967. Ein forstliches Landesinventar als Grundlage schweizerischer Forstpolitik. Wald und Holz, Nr.4, Solothurn.
- KURT, A., 1988. Die Schweizer Stichprobe. Allg. Forst- U.J.-Ztg., 158, 5/6.
- LOETSCH, F., HALLER, K. E., 1964. Forest inventory, statistics of forest inventory and information from aerial photographs. BLV Verlagsgesellschaft München. 413 s.
- METLA. 2008. Multi-source national forest inventory of Finland, history. METLA National Forest Inventory (<http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/nfi.htm>).
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur.l. RS št. 5-242/98.
- REIMEIER, S., 2001. Analyse der Zuwachsveränderungen von Waldbeständen und Möglichkeiten der Prognose aus Daten permanenter Stichprobeninventuren. Forstliche Forschungsberichte, Muenchen, 183, 129 s.
- SLU_NFI. 2008. Swedish national forest inventory. (<http://www-nfi.slu.se>).
- SHAW, J.D., 2008. Benefits of a strategic national forest inventory to science and society: the USDA Forest Service Forest Inventory and Analysis program. /Forest (2008) 1: 81-85
- SCHMID-HAAS, P., 1963. Vergleich von Vullkluppierung und Stichprobenaufnahme. Schweiz. Z. Forestwes., 114, 7: 412-425.
- SCHMID-HAAS, P., 1989. Schweizer Kontrollstichprobenverfahren in der Forsteinrichtung. Schweiz. Z. Forstwes., 140, 1: 43-56.
- SCHREUDER, H. T. / GREGOIRE T. G. / WOOD G. B., 1993. Sampling methods for multiresource forest inventory. New York, John Wiley & Sons. 446 s.
- SHIVER, B. D., BORDERS, B. E., 1996. Sampling techniques for forest resource inventory. J.-New York, John Wiley & Sons. 356 s.

SESTOJNA KARTA - TEHNOLOGIJA IZDELAVE IN VZDRŽEVANJA

Marko KOVAČ¹, Mitja SKUDNIK²

Izvleček

Sestojne karte so eden izmed dveh stebrov kontinuirane gozdne inventure. Ker jih je treba zaradi njihove pomembnosti redno izdelovati in vzdrževati, mora razmejevanje sestojev temeljiti na splošnih pravilih razmejevanja, objektivnem (ciljno-nevtralnem) fotointerpretacijskem ključu in upoštevanju različnih sestojnih oblik. V raziskavi je praktično preizkušenih več različic osnovnih dveh načinov kartiranja sestojev; v okolju digitalne fotogrametrije je bila dopolnjena predhodna sestojna karta poključskih gozdov in izdelana izvorna sestojna karta za raznomerne sestoje Leskove doline. Na istem testnem območju je bila preizkušena tudi robustnost ekranske digitalizacije digitalnih ortofoto posnetkov. Rezultati so pokazali prednosti stereofotointerpretacijskega razmejevanja pred drugim načinom in prednost digitalne fotogrametrije v primerjavi s starejšimi postopki. Ker pa zaradi omejitev ni realno pričakovati naglega prehoda gozdarske prakse na sodobno tehnologijo, sta kot bližnjici primerni predvsem kombinirana metoda, ki vključuje razmejevanje na stereoskopu in kartiranje na DOF, in ekranska digitalizacija. Prva je primerna za izdelavo izvornih sestojnih kart, druga pa predvsem za njihovo vzdrževanje.

Ključne besede: sestojna karta, digitalna fotogrametrija, fotointerpretacija, dvo-slikovno kartiranje, gozdnogospodarsko in gozdnogojitveno načrtovanje

STAND MAP – THE TECHNOLOGY OF ITS MAKING AND UPDATING

Abstract

Stand maps are one of the two mainstays of the continuous forest inventory. As they have to be regularly made and updated due to their significance, demarcation of stands must be based on general demarcation rules, objective (target-neutral) photo interpretation key, and consideration of various stand forms. In the research, several versions of the basic two manners of stand mapping were tested in practice; within the digital photogrammetry environment, the preliminary stand map of the Poključka forests was updated, and an original stand map for uneven aged stands of the Leskova valley made. In the same test area, the robustness of screen digitalization of digital orthophoto shots was also tested. The results showed certain advantages of the stereointerpretational demarcation over other methods and advantage of digital photogrammetry in comparison with some older procedures. Owing to the fact, however, that no rapid transition of forestry practice to modern technology can be expected due to certain limitations, most suitable, as shortcuts, are the combined method, which includes demarcation on stereoscope and mapping on DOF, and screen digitalization. The first is suitable for the making of original stand maps, while the second is appropriate mainly for their updating.

Key words: stand map, digital photogrammetry, photo interpretation, two-dimensional screen plotting, forest management and silvicultural planning

UVOD

INTRODUCTION

Slovensko gozdarstvo se že desetletja trudi udejanjati načela trajnostnega, mnogonamenskega in sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Ker vsa tri načela zahtevajo dobro poznavanje stanja, sprememb in razvoja sestojev in gozdov na različnih prostorskih in časovnih ravneh (npr. spremljanje razvoja sestojev, rastiščno gojitvenih razredov in gozdnogospodarskih enot (v nadaljevanju GGE) v času), je zagotavljanje kakovostnih prostorskih podatkov o gozdovih imperativ. Temu dejstvu se ni izognil niti zakonodajalec in je v Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (1998 z dopolnitvami 2006, 2008; v nadaljevanju PRAVILNIK) vnesel več novosti, ki navedene usmeritve podpirajo. Najbolj

pomembna je bila brez dvoma integralna gozdna inventura, ki načrtovalski službi nalaga izdelovanje sestojnih kart, terenske opise sestojev in inventariziranje sestojnih tipov s kontrolno vzorčno metodo (HOČEVAR 1990a, b). Takšno na objektivnih načelih zasnovano in medsebojno usklajeno zbiranje podatkov naj bi prispevalo k boljšemu poznavanju stanja gozdnih sestojev, k smotrnemu usmerjanju njihovega razvoja, pripomoglo pa naj bi tudi k povečanju uporabnosti gozdarskih podatkov znotraj in zunaj gozdarstva.

Čeprav so bile vloge naštetih komponent gozdne inventure, metode dela, načini obračunavanja in interpretacije podatkov v preteklih letih že izčrpno predstavljene (HLADNIK / HOČEVAR 1989, 1993, HLADNIK 1991, HOČEVAR 1990b, 1991, 1993, 1996, HOČEVAR / HLADNIK / KOVAČ 1994), pa nekatere ugotovitve, vezane bodisi na njene posamezne

¹ dr. M. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: marko.kovac@gozdis.si

² M. S. univ.dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: mitja.skudnik@gozdis.si

komponente (POLJANEC / BONČINA 2006, SKUDNIK 2007) bodisi na gozdno inventuro kot informacijsko celoto (KOVAC *et al.* 2008), opozarjajo, da je šibkih točk v njej še nekaj. Ena izmed njih je tudi kartiranje sestojev, katerega rezultat, sestojne karte GGE, za zdaj ne izpolnjujejo vseh z njimi povezanih pričakovanj. Še vedno je namreč odprtih več vprašanj, kot so: Ali je kakovostne podatke o sestojih v okviru kontinuirane gozdne inventure sploh mogoče zagotavljati za vse prostorsko-načrtovalske ravni hkrati, ali pa je njihovo pridobivanje zaradi zagotavljanja konsistentnosti morebiti primerneje organizirati na vsaki ravni posebej? Ali je mogoče izdelati takšno sestojno karto, ki bi rabila celotnemu gozdarstvu in tudi področjem zunaj njega? Ali sestojna karta skupaj z opisi sestojev kot prostorski vir in sistem stalnih vzorčnih ploskev na drugi kot atributni, predstavljata eno celoto, kar je osnovna ideja integralne gozdne inventure (KOVAC / HOČEVAR 2008), ali pa med njima ni tesne povezanosti? Vprašanja so vredna razmisleka, saj bi pritrdilni odgovori nanje odvrnili morebitne dvome o potrebnosti obstoječega načina inventariziranja gozdov, promovirali bi ugled in potrebnost stroke v strokovni in drugi javnosti, širili pa bi ji tudi področje dela (naravovarstvo, prostorsko planiranje).

OPREDELITEV PROBLEMA IN CILJI, KONCEPTUALNO IZHODIŠČE IN METODE DELA

OBJECTIVES AND WORKING METHODS

OPREDELITEV PROBLEMA IN CILJI OBJECTIVES

Vloga sestojnih kart, verjetno najpomembnejših tematskih gozdarskih kart, se v zadnjem času temeljito spreminja. Če so imele te karte še pred dobrimi 15 leti zaradi takrat gozdarstvu težko dostopne ali celo nedostopne sodobne kartografske tehnologije bolj ali manj informacijski značaj in njemu primerno uporabnost, karte danes, ko so raznovrstne tehnologije za njihovo izdelavo široko dostopne vsem, kot enoten informacijski sloj že rabijo ali pa bi morale rabiti:

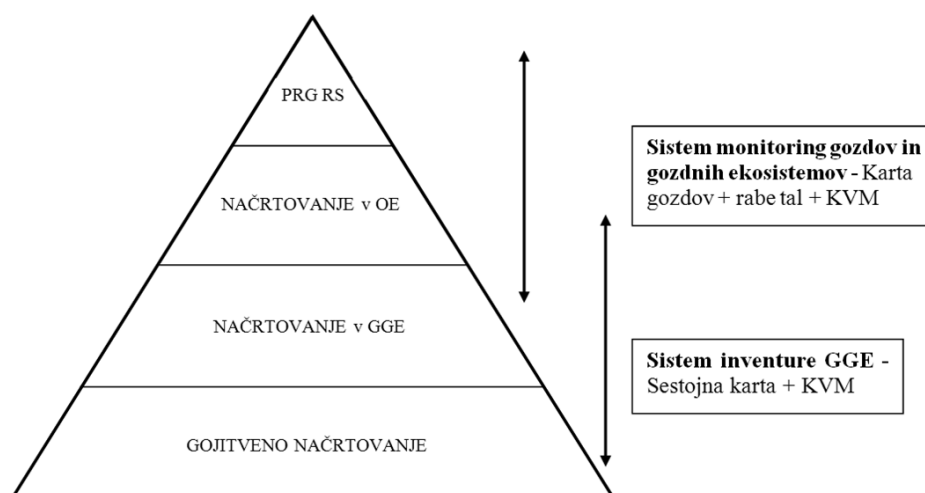
- preučevanju dosedanjega razvoja gozdnih sestojev,
- pripravi modelov za uravnoteženje gozdov,
- obračunavanju lesne zaloge in dovoljenega poseka,
- izdelavi gojitvenih in sečno-transportnih načrtov,
- oblikovanju GG-ciljev,
- načrtovanju ukrepov v sestojih ter kontroli njihovega ureničevanja,

- načrtovanju ukrepov za gozdne habitatne tipe območij Natura 2000,
- kartiranju gozdov po različnih vegetacijskih sistemih,
- poročanju o gozdovih,
- itn.

Tako široka dejanska in potencialna možnost uporabe sestojnih kart njihove avtorje zavezuje k visoki stopnji kakovosti, ki jo je mogoče dosežati s tehnološkimi orodji in postopki in interpretacijskim znanjem. Toda zahtevi za zdaj še nista doseženi. Medtem ko raziskovalni ustanovi že več kot desetletje razmeroma uspešno sledita tehnološkemu razvoju in sodobnemu interpretacijskemu znanju (HLADNIK / HOČEVAR 1993, HOČEVAR / HLADNIK / KOVAC 1994), gozdarska praksa že več kot desetletje vzporedno razvija več praks, med katerimi vse niso optimalne; prva in prevladujoča temelji na terestričnem razmejevanju sestojev, njihovem terenskem opisovanju ter risanju tako določenih meja na digitalne ortofoto karte (v nadaljevanju DOF), druga temelji na ekranski digitalizaciji sestojev na DOF in terenskem opisovanju sestojev, tretja pa izkorišča prednosti stereoskopskega opazovanja aeroposnetkov, ekranske digitalizacije vidnega na DOF in terenskega opisovanja sestojev. Enako kot tehnologije izdelave so kljub kriterijem, zapisanim v literaturi in v pravnih aktih, različni tudi načini razmejevanja sestojev (KOVAC *et al.* 2008). Posledično je med posameznimi listi sestojnih kart mogoče zaznati velika nihanja v kakovosti, ki znižujejo uporabno vrednost sestojnih kart kot enovitega informacijskega sloja in otežujejo njihovo vzdrževanje.

Ker je uporabnost sleherne karte odvisna od njene kakovosti, je namen tega prispevka en sam; izdelati preverjen predlog postopkov za izdelavo in vzdrževanje sestojnih kart, ki bi pripomogel k dvigu njihove zanesljivosti, povečanju njihove vsesplošne uporabnosti in zmanjšanju stroškov kartiranja. V skladu s povedanim so cilji tega prispevka naslednji:

1. utemeljitev sestojnih kart v gozdarski prostorsko-načrtovalski hierarhiji in utemeljitev potreb po njihovi kakovosti,
2. izbor optimalne tehnologije za izdelavo in vzdrževanje sestojnih kart,
3. izbor primernih tehnologij za izdelavo in vzdrževanje sestojnih kart v gozdarski praksi,
4. izdelava predloga priporočil za dvig kakovosti sestojnih kart.



Slika 1: Načrtovalska in informacijska hierarhija

Fig. 1: Planning and information hierarchy

Raziskovalna vprašanja, na katera bo raziskava odgovorila, so naslednja:

Ad 1) Kje je mesto sestojne karte v gozdarski prostorsko-načrtovalski hierarhiji in katera načela je treba pri njeni izdelavi upoštevati?

Ad 2) Katera tehnologija izdelave sestojne karte edina zagotavlja visoko kakovost in katera foto-interpretacijska pravila je treba upoštevati pri njeni izdelavi?

Ad 3) Katere tehnologije za izdelavo in vzdrževanja sestojnih kart so primerne za prakso, ne da bi ogrozile njihovo kakovost?

Ad 4) Kako doseči večjo kakovost kart v gozdarski praksi?

KONCEPTUALNO IZHODIŠČE RAZMEJEVANJA SESTOJEV

Iz uvodoma nanizanih navedb izhaja, da so sestojne karte nepogrešljiv podatkovni sloj številnim delovnim aktivnostim znotraj in zunaj gozdarstva. Vendar, ker sestojnih kart, ki bi neposredno zadovoljevale potrebe vseh aktivnosti zaradi različnih zahtev po podrobnosti in ciljni naravnosti, ni mogoče izdelati, je splošno uporabne rešitve treba iskati v takih sestojnih kartah, ki izpolnjujejo minimum skupnih zahtev. Takšne karte označujejo predvsem tri lastnosti: objektivnost, ciljna nevtralnost in dovolj velika podrobnost. Vse zahteve je praktično mogoče dosežati z razmejevanjem, ki upošteva izbrano število objektivnih, enolično prepoznavnih znakov (na sliki

ali na terenu) in smiselno določeno najmanjšo interpretacijsko površino. Tak pristop je smiseln zaradi več razlogov:

- je edini, ki v prostorsko-načrtovalski hierarhiji zagotavlja vertikalno integracijo sestojev (zlivanje sestojev, nadaljnje deljenje sestojev),
- zagotavlja homogenizacijo gozdnega prostora, večja učinkovitost stratifikacije za povečanje točnosti ocen in daje smisel vzdrževanju zaradi ponovljivosti razmejevanja,
- omogoča rabo kart s strani uporabnikov znotraj in zunaj gozdarstva,
- bistveno zmanjšuje skupne stroške kartiranja.

Zaradi navedenih razlogov bi moralo razmejevanje sestojev v prostorsko-načrtovalski hierarhiji zavzemati položaj na meji med gozdnogospodarskim in izvedbenim načrtovanjem (slika 1). Samo ta položaj namreč omogoča izdelavo take sestojne karte, katere osnovne enote - homogene sestoje, je mogoče z rutinskimi preoblikovanji (npr. z zlivanjem oz. nadaljnjim deljenjem poligonov oz. sestojev) v skladu z zahtevami uporabnikov prevesti v ciljne tematske karte.

Na primer: za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja je preveč podrobne sestoje z zlivanjem sestojnih meja (dejansko z opuščanjem enega ali več kriterijev razmejevanja) mogoče preoblikovati v večje in ustreznejše ciljnim stratifikacijam, za potrebe gojitvenega načrtovanja je spet iste sestoje z upoštevanjem gojitvenih ukrepov in načrtovalnih enot mogoče zaokroževati v načrtovalno-negovalne enote (slika 2).

Objektivnost, ciljna nevtralnost in dovolj velika podrobnost so pomembne lastnosti tudi zaradi uporabe sestojnih kart zunaj gozdarstva. Ob poznavanju še kakšnega pomožnega podatka, npr. rastišča, je sestoj mogoče razvrščati v različne hierarhične vegetacijske klasifikacije, kot sta npr. Karta evropskih gozdnih tipov (BARBATI / CORONA/ MARCHETTI 2006) in Corine raba tal (EEA 2006), mogoče jih je uporabljati v primeru regionalizacijskih delitev (GROSSMAN *et al.* 1999, KOVAČ 2004) in seveda za kartiranje območij Nature 2000 (GOLOB / POLANŠEK 2006). Le-ta namreč vključuje številne površinsko majhne habitate, ki jih s pregrobim razmejevanjem sploh ni mogoče evidentirati.

In nenazadnje, vse navedene lastnosti zagotavljajo tudi najnižje skupne stroške izdelave in vzdrževanja sestojnih kart. Čeprav je postopek objektivnega in ciljno-nevtralnega razmejevanja v primerjavi s ciljnim razmejevanjem zahtevnejši in nekoliko dražji, so skupni stroški kartiranja v času vendarle mnogo nižji. Tak način izdelave kart namreč že v osnovi preprečuje dvojno ali celo večkratno kartiranje (npr. za potrebe načrtovanja, gojenja gozdov ali drugega področja), zaradi jasnosti kriterijev pa omogoča ponovljivost kartiranja v času.

METODE DELA IN TESTNI OBJEKTI

Tehnologije kartiranja

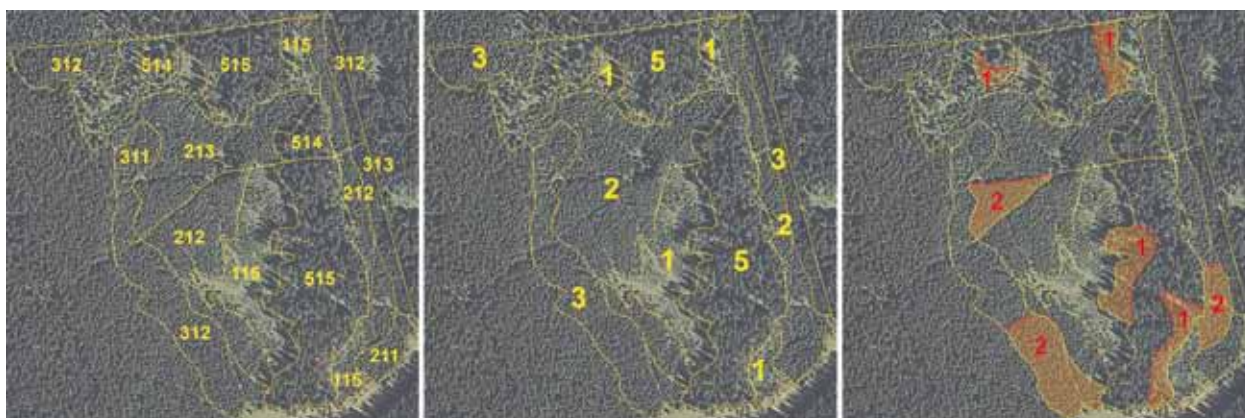
Izmed obstoječih tehnologij sta za razvoj postopkov razmejevanja sestojev rabili predvsem dve:

1. tehnologija digitalne fotogrametrije (AVERY / BERLIN 1985, WARREN 1997) in
2. tehnologija ekranskega digitaliziranja, ki je sestavni del komercialnih GIS-programskih paketov.

Ad 1) Prva, zaobjeta v sodobnih različicah programskih oprem ISM – DiAP (*Digital Images Analytical Plotter*; 1995) in DAT/EM *SYSTEMS INTERNATIONAL* (2007), je rabila izdelavi izvorne in posodobitvi že obstoječe sestojne karte. Postopka sta obsegala dva oz. tri korake:

- v prvem primeru je vzpostavitvi absolutno orientiranega stereomodela neposredno sledilo stereokartiranje,
- v drugem primeru pa je bilo pred začetkom stereokartiranja treba uvoziti še geokodirane poligone predhodne sestojne karte.

Najzahtevnejši korak (Preglednica 1) je bil brez dvoma vzpostavitev absolutno orientiranega stereomodela (vzpostavitev projekcijskega stanja, ki je najbližje stanju, kakršno je bilo v trenutku snemanja zemeljskega površja), ki se praktično izvaja v okviru treh faz orientacije (I.S.M. 1997); v okviru "notranje" se je vzpostavilo geometrijsko razmerje med digitalnim posnetkom in digitalno kamero, s katero je bil posnetek pridobljen, v okviru "zunanje" oz. "relativne" se je odpravila paralaksa Y in se je vzpostavil t.i. relativni, v tri dimenzionalnem prostoru lebdeči stereomodel, v okviru "absolutne" pa je bil relativni stereomodel vpet v obstoječi Gauss-Kruegerjev koordinatni sistem.



Slika 2: Raba ciljno-nevtralne sestojne karte v GG in gojitvenem načrtovanju.

Fig. 2: Use of target-neutral stand map in forest management and silvicultural planning.

Op.: Leva slika prikazuje izvorno sestojno karto, sredinska slika načrtovalsko (opuščena sta mešanost in sklep), desna slika pa gojitveno karto, na kateri so posamezni sestoji razdeljeni glede na različne gozdnogojitvene ukrepe. Z rdečimi številkami so označene negovalne enote, pri čemer šifra 1 pomeni uvajanje sestoja v obnovo, šifra 2 pa nego. Iz obeh izvedenih kart je razvidno, da se zunanje meje sestojev ohranjajo. (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

Ad 2) Ekranška slikovna digitalizacija programskega okolja ArcGIS Desktop 9.3 (2008) je bila uporabljena za izdelavo izvirne sestojne karte. Tehnološko gledano, ne glede na programsko GIS-okolje (npr. v ArcGIS (2008), ArcView (2008), MapInfo (2007), CLC2006 Support Package (2006), drugi), postopek v vsakem primeru zahteva uvoz geokodiranih poligonov predhodne sestojne karte in ustreznega DOF. Sama digitalizacija (tudi dopolnjevanje oz. reambulacija) teče v aktivnem modulu (v okolju ArcGIS npr. v Edit), in sicer s programskimi ukazi, kot so npr. "Create New Feature", "Reshape Feature", "Cut Polygon Features", "Modify Feature" itn. Istočasno s spreminjanjem grafične topologije samodejno tečejo tudi vse spremembe v pripadajočih atributnih tabelah.

Zanesljivost in ponovljivost postopka je bila preverjena z naslednjim poskusom: brez poprejšnjega dogovora o načinu razmejevanja sestojev, brez terenskega ogleda sestojev in brez kalibracije so trije fotointerpretatorji Gozdarskega inštituta Slovenije, neodvisno drug od drugega in na podlagi istega fotointerpretacijskega ključa, izdelali vsak svojo sestojno karto za izbrano testno območje v velikosti cca 300 ha. Skla-

dnost rezultatov je bila preverjena z rastrskim vzorčenjem in izračunom napak.

Fotointerpretacijski ključ

Fotointerpretacijski ključ (Preglednica 3) za stereofotogrametrično in ekranško razmejevanje sestojev je bil prirejen na osnovi definicij kazalcev, priporočenih v domači in tuji fotogrametrični in drugi literaturi (HOČEVAR 1996, KOVAČ *et al.* 2007, GINZLER *et al.* 2005, WARREN (ur.) 1997) in v aplikacijah satelitske interpretacije. Kot tak je rabil praktičnemu razmejevanju sestojev in presojanju omejitev posameznih tehnologij.

Kakovost sestojnih kart

Kakovost sestojnih kart je bila ocenjena s Standardom ISO 19113, ki je priporočen v literaturi (ARNOFF 1989, ŠUMRADA 2005). Ocena kakovosti, ki se navadno podaja na osnovi preverjanja šestih kazalcev, prikazanih v preglednici 3,

Preglednica 1: Podrobni opis vzpostavitve stereomodela v okolju DAT/EM System

Table 1: A detailed description of the implementation of stereomodel in DAT/EM System environment

<p>Letalski posnetki: Za nakup letalskih posnetkov na Geodetskem Zavodu Slovenije d.d. je treba predhodno pridobiti dovoljenje Geodetske uprave Republike Slovenije. Letalski posnetki so zapisani v TIFF-formatu, velikost posamezne slike pa se glede na resolucijo in vrsto posnetka giblje med 75 in 120 MB. Najnovejši posnetki (l. 2006) so že bili posneti z barvnimi (RGB) in infra rdečimi (IR) senzorji. Medtem, ko je ločljivost prvo omenjenih bodisi 0,25 m (razpoložljivost za močnejše poseljene predele - cca. 14 % ozemlja) bodisi 0,5 m (preostalo ozemlje), je ločljivost IR-posnetkov 1,0 m.</p> <p>Postopek vzpostavitve stereomodela: Notranja orientacija ("interior orientation"): postopek zahteva informacije o digitalni kameri in o velikosti posnetka. Leta 2006 se je za snemanje uporabljala kamera Intergraph DMC 110, ki je zagotavljala posnetke v velikosti 7680 x 13824 pikselov oz. 92,16 x 165,89 mm. Po vnosu teh podatkov in uvozu dveh ali več digitalnih posnetkov računalniški sistem na podlagi znane velikosti slike samodejno (na osnovi enačb) vzpostavi en stereomodel ali niz stereomodelov. V primeru starejših, ročno skeniranih letalskih posnetkov je treba na vseh posnetkih ročno označiti križne markice (<i>fiducial marks</i>) vseh posnetkov. Zunanja ali relativna orientacija ("relative orientation"): s postopkom se odpravlja paralaksa Y in vzpostavlja v prostoru lebdeči stereomodel. Model se vzpostavlja s pomočjo določenega števila na obeh posnetkih prepoznavnih istih slikovnih elementov (relativnih točk), ki naj bi bili razporejeni po celotnem polju stereomodela. V primeru kontrastnih slik teče postopek avtomatsko, saj algoritem sam prepozna relativne točke. V primeru nekontrastnih (gozdovi, vodne površine itn.) to ni mogoče in je relativne točke treba poiskati ročno. Absolutna orientacija ("absolute orientation"): zadnji korak zahteva določitev najmanj 4 oslonilnih točk (za točnejše vpenjanje modela v prostor jih je potrebnih 10 do 15), ki morajo biti kar najbolj enakomerno razporejene po celotnem območju stereomodela. Točke morajo biti jasno vidne tudi na kartah, iz katerih se navadno odčitajo geodetske koordinate X, Y in Z. Namesto na kartah je mogoče te koordinate pridobiti tudi z natančnimi GPS-snemanji na terenu.</p> <p>Uvoz pomožnih geokodiranih kartografskih slojev: Kolikor se v stereomodel uvažajo pomožni kartografski sloji (npr. odseki, stara sestojna karta, druge vegetacijske karte, parcelne meje ...), je treba dvo-dimenzionalne vektorske koordinate linij in poligonov teh slojev dopolniti s podatki o nadmorski višini, običajno s pomočjo digitalnega modela reliefa. Postopek si sledi v naslednjem vrstnem redu: v programskem okolju ArcGIS se rastrski digitalni model reliefa pretvori v format TIN. S tem je celotna površina sestavljena iz trikotnikov, kjer ima vsak vogal trikotnika X, Y in Z koordinato. Nato se z ukazom "Interpolate Shape" vsaki točki dvo-dimenzionalne vektorske linije (s tehtano sredino Z koordinat vseh treh robnih točk trikotnika) pripiše novo Z koordinato. Celoten postopek vzpostavitve enega stereomodela traja približno 0,45 ure.</p>

Preglednica 2: Fotointerpretacijski ključ (HOČEVAR 1996, HLADNIK 1991, KOVAČ *et al.* 2007)

Table 2: Photo interpretation key (HOČEVAR 1996, HLADNIK 1991, KOVAČ *et al.* 2007)

1. ZGRADBA SESTOJA									
Opis znaka		Šifra	Opis znaka		Šifra				
Prebiralna		1 0 0 0	Dvoslojna		6 0 0 0				
Kmečka prebiralna (netipično prebiranje v drobnoposestniških gozdovih)		2 0 0 0	Panjevec		7 0 0 0				
Enodobna in enomerna		3 0 0 0	Grmičast gozd		8 0 0 0				
Raznodobna in raznomerna (malopovršinska)		4 0 0 0	Zaraščajoče površine		9 0 0 0				
Raznodobna in raznomerna (velikopovršinska)		5 0 0 0	Negozdna površina		0 0 0 0				
2. RAZVOJNA FAZA									
Opis znaka		d_{dom}	H	Šifra	Opis znaka		d_{dom}	H	Šifra
Mladovje (mladje, gošča, letvenjak):		$d_{dom} < 10$ cm	$h < 6$ m	0 1 0 0	Tanjši debeljak:		$30 \leq d_{dom} < 50$ cm	$20 \leq h < 30$ m	0 4 0 0
Tanjši drogovnjak:		$10 \leq d_{dom} < 20$ cm	$6 \leq h < 15$ m	0 2 0 0	Močnejši debeljak:		$d_{dom} > 50$ cm	$h \geq 30$ m	0 5 0 0
Močnejši drogovnjak:		$20 \leq d_{dom} < 30$ cm	$15 \leq h < 20$ m	0 3 0 0	Raznomerna (vsi premeri)				0 6 0 0
3. MEŠANOST									
Opis znaka		POVRŠINA KROŠENJ	Šifra	Opis znaka		POVRŠINA KROŠENJ	Šifra		
Iglavci		$P_{igl} > 75$ % iglavcev	0 0 1 0	Listavci z iglavci		$25 \leq P_{igl} < 50$ % iglavcev	0 0 3 0		
Iglavci z listavci		$50 \leq P_{igl} \leq 75$ % iglavcev	0 0 2 0	Listavci		$P_{igl} < 25$ % iglavcev	0 0 4 0		
4. SKLEP									
Opis znaka		Šifra	Opis znaka		Šifra				
Tesen		0 0 0 1	Vrz elast		0 0 0 4				
Normalen		0 0 0 2	Pretrgan		0 0 0 5				
Rahel		0 0 0 3							
5. ZASTORNOST									
		Šifra			Šifra				
Ocena s krošnjami zastrte površine	$100 \geq Zast > 90$	0 0 0 0 9 0	Ocena s krošnjami zastrte površine	$50 \geq Zast > 40$	0 0 0 0 4 0				
	$90 \geq Zast > 80$	0 0 0 0 8 0		$40 \geq Zast > 30$	0 0 0 0 3 0				
	$80 \geq Zast > 70$	0 0 0 0 7 0		$30 \geq Zast > 20$	0 0 0 0 2 0				
	$70 \geq Zast > 60$	0 0 0 0 6 0		$20 \geq Zast \geq 0$	0 0 0 0 1 0				
	$60 \geq Zast > 50$	0 0 0 0 5 0							
6. OBLIKA MEŠANOSTI									
Opis znaka		Šifra	Opis znaka		Šifra				
Posamična		0 0 0 0 0 1	Skupinska		0 0 0 0 0 3				
Šopasta		0 0 0 0 0 2	Homogen sestoj		0 0 0 0 0 4				

je bila samo za primer izdelana za dve sestojni karti, ki sta bili del gozdnogospodarskih načrtov GGE Leskova dolina in Pokljuka (ZGS 2003, 2005).

Testni objekti in verificiranje postopkov

Razvitje in verificiranje delovnih postopkov sta narekovala izbor dveh testnih območij. Zaradi razlik v gospodarjenju

z gozdovi, ki vpliva na razmejevanja sestojev, sta bili izbrani območji v GGE Leskova dolina in GGE Pokljuka.

Za prvo je značilna prevlada velikopovršinskih in malopovršinskih raznomernih sestojev (slika 1), ki se jim pridružujejo posamični prebiralni sestoji. Na celotni površini se v majhnih jedrih, pogosto manjših od 0,5 ha, vraščata pomladek ali srednje staro drevje. V velikopovršinsko raznomernih gozdovih se razvojne faze izmenjujejo v obliki skupin (s premeri

Preglednica 3: Kazalci kakovosti Standarda ISO 19113

Table 3: ISO 19113 Standard quality indicators

<p>1. Popolnost metabaz podatkov preverja zabeleženje delovnih postopkov, podatkovnih virov in slojev. V primeru testnih sestojnih kart GGE Leskova dolina in Pokljuka (ZGS 2003, 2005) se je presodila na osnovi popolnosti informacij o metodi izdelave sestojne karte, slojih in opisnih podatkov o karti, zapisanih v obeh odgovarjajočih gozdnogospodarskih načrtih.</p>
<p>2. Položajna točnost se izraža s statistično oceno ali s srednjo kvadratno pozicijsko napako med istoležnimi objekti. V primeru navedenih sestojnih kart se je ocenila s povprečnim odstopanjem (razdalj) robov mladovij do jasno prepoznavnih objektov, kot so cesta, preseka, kočja.</p>
<p>3. Tematska natančnost se ocenjuje z rastrskim vzorčenjem in z izračunom površinske napake (DeVRIES 1986). Prek sestojnih kart se položi razmeroma gosta rastrska mreža in se za vsako presečišče mreže ugotavlja skladnosti kod sestojev primerjanih sestojnih kart. Rezultati se podajajo bodisi z matriko napak ali z vzorčno oceno površinske napake.</p>
<p>4. Časovna točnost se ocenjuje s presojo starosti uporabljenih virov. V primeru testnih sestojnih kart se je ocenila s primernostjo letalskih posnetkov oz. DOF, uporabljenih za razmejevanje.</p>
<p>5. Logična usklajenost se ocenjuje na podlagi popolnosti povezav med atributnimi podatki v bazi in uporabljenimi klasifikacijskimi kriteriji. V primeru testnih sestojnih kart se je zaradi pomanjkljivih navedb klasifikacijskih kriterijev v odgovarjajočih gozdnogospodarskih načrtih ocenila s kriteriji, zapisanimi v PRAVILNIKU (1998).</p>
<p>6. Popolnost (pokritost prostora) se ocenjuje s % deležem interpretirane površine.</p>

med 15 in 30 m) in gnezd (s premeri med 30 in 60 m), v malopovršinskih sestojih pa je vraščanje pomladka in srednje starega drevje posamično ali šopasto (s premeri do 15 m).

Na drugi strani je za Pokljuške gozdove značilna prevlada enodobnih in enomernih sestojev. Vertikalna zgradba sestojev je homogena, meje med posameznimi sestoji pa so zvečine jasne in ostre (slika 2).

Presoja primernosti vsebinsko različnih tehnologij je bila izdelana v okviru naslednjih primerov:

Primer A) Leskova dolina – izdelava izvorne sestojne karte v okolju digitalne fotogrametrije,

Primer B) Pokljuka – dopolnitev sestojne karte v okolju digitalne fotogrametrije,

Primer C) Leskova dolina – izdelava izvorne sestojne karte z ekransko digitalizacijo.

REZULTATI

RESULTS

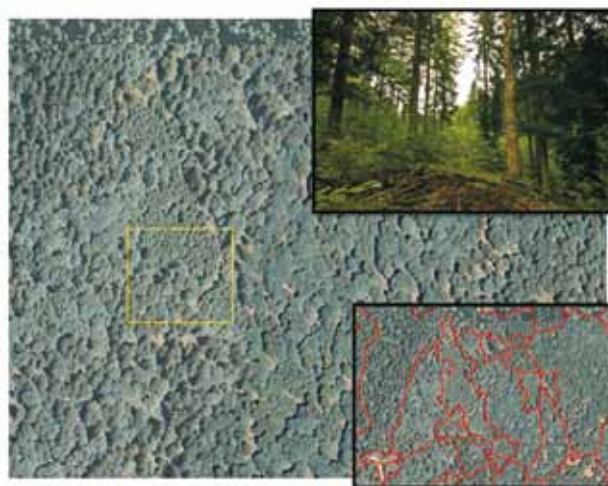
VERIFIKACIJA TEHNOLOŠKIH POSTOPKOV

Leskova dolina - izdelava izvorne sestojne karte v okolju digitalne fotogrametrije (primer A)

Sestojna karta za to območje je bila izdelana na novo, in sicer s postopkom, opisanim v poglavju Tehnologije kartiranja. Srednja kvadratna napaka (RMSE) absolutno orientiranega stereomodela je znašala 0,74 m, razmejevanje pa je teklo v naslednjem zaporedju:

- razmejevanje gozdnih od negozdnih površin,
- izločanje vseh pomladitvenih jeder, z upoštevanjem minimalne površine 0,1 ha,
- razmejevanje sestojev, pri katerih je bila razvojna faza določljiva (slika 3), in določanje mešanosti in sklepa,
- nadaljnje razmejevanje sestojev z neopredelljivo razvojno fazo po mešanosti in sklepu.

Ker ni bilo mogoče pridobiti ustreznih virov oz. informacij, v katerih oddelkih se prebiralni gozdnogojitveni sistem



Slika 3: Izsek sestojne karte

Fig. 3: Section of the stand map

Op.:Primer fotointerpretacije – vidna meja med debeljakom in pomladitveno površino v Leskovi dolini. (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006) (povzeto po SKUDNIK 2007)

Preglednica 4: Primerjava skladnosti sestojnih kart

Table 4: Comparison of the stand maps' uniformity

RAZVOJNA FAZA	LESKOVA DOLINA (ZGS 2003)					
LESKOVA DOLINA 2007 (GIS)	Mladovje	Drogovnjak	Debeljak	Sestoj v obn.	Neopredeljeno	Skupaj
Mladovje		4			10	14
Drogovnjak	1				4	5
Debeljak	2	9	2	1	131	145
Sestoj v obnovi						
Neopredeljeno					3	3
SKUPAJ	3	13	2	1	148	167

dejansko opravlja, prebiralno gospodarjenih sestojev pred začetkom kartiranja ni bilo mogoče omejiti.

Novo izdelano sestojno karto smo primerjali s sestojno karto GGE Leskova dolina. Kot kaže Preglednica 4, skladnosti med njima ni bilo (3 % oz. 5/167). Razlog za to je tičal v povsem različnem načinu razmejevanja sestojev in neenakem določanju značilnosti sestojev.

Pokljuka - dopolnitev izvirne sestojne karte s tehniko digitalne fotogrametrije (primer B)

Na tem testnem območju je bila sestojna karta (slika 4) izdelana s postopkom dopolnjevanja, opisanim v poglavju Tehnologije kartiranja (glej tudi Preglednica 1).

Na vzpostavljeni stereomodel z napako RMSE = 0,605 m je bila najprej napeta predhodna sestojna karta, tema korakoma pa je sledilo pregledovanje vseh sestojev (poligonov), korigiranje meja in atributnih znakov. Ker območna enota Zavoda za gozdove Slovenije Bled že vseskozi uporablja podoben fotointerpretacijski ključ, kot je bil prikazan v preglednici 2 (razvojna faza, mešanost in sklep), njegova prilagoditev ni bila potrebna. Samo razmejevanje je teklo v naslednjem vrstnem redu:

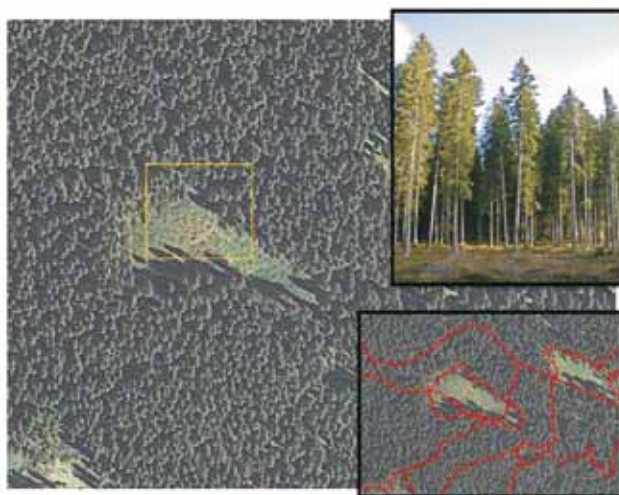
- razmejevanje gozdnih površin od negozdnih in izločevanje večjih jeder mladovja,
- razmejevanje osnovnih razvojnih faz, drogovnjakov in debeljakov,

Preglednica 5: Primerjava skladnosti sestojnih kart

Table 5: Comparison of the stand maps' uniformity

RAZVOJNA FAZA	POKLJUKA (ZGS 2005)					
POKLJUKA 2007 (GIS)	Mladovje	Drogovnjak	Debeljak	Sestoj v obn.	Neopredeljeno	Skupaj
Mladovje	19	3				22
Drogovnjak		15				15
Debeljak	2		128			130
Sestoj v obnovi						
Neopredeljeno						
SKUPAJ	21	18	128			167

- nadaljnja delitev drogovnjakov in debeljakov na tanjše in močnejše drogovnjake in debeljake,
- določevanje mešanosti in sklepa in nadaljnja delitev izločenih sestojev, upoštevaje minimalne površine.



Slika 4: Primer fotointerpretacije – smrekov drogovnjak na Pokljuki. (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006) (povzeto po SKUDNIK 2007)

Fig. 4: An example of photo interpretation – spruce polewood forest on Mt Pokljuka. (Data source: Digital orthophoto (DOF5), Geodetic Survey of the RS, 2006) (modified from SKUDNIK 2007)

Enako kot v prejšnjem primeru smo izdelano sestojno karto primerjali s sestojno karto, izdelano na območni enoti Bled. Kot je prikazano v preglednici 5, je bilo ujemanje v tem primeru tako rekoč popolno, saj je doseglo 96 % (161/167). Razloga zanj nista enaka fotointerpretacijska ključa in postopek (dopolnitev predhodne karte), ampak smiselno določanje večine sestojnih kazalcev.

Leskova dolina - izdelava izvirne sestojne karte gozdov z ekransko digitalizacijo (Primer C)

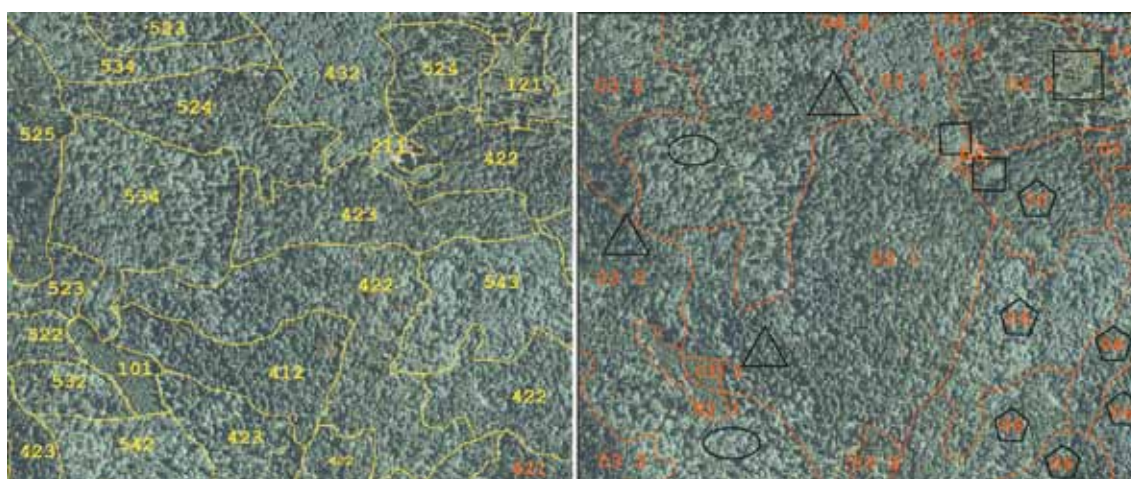
Poskus, obrazložen v poglavju Tehnologije kartiranja, je bil opravljen z namenom presoje zanesljivosti in ponovljivosti

Preglednica 5: Primerjava sestojnih kart, izdelanih s strani fotointerpretatorja A in fotointerpretatorjema B in C na 300 kontrolnih točkah.

Table 6: Comparison of stand maps made by photointerpreter A and photointerpreters B and C at 300 control points.

RAZVOJNA FAZA		LESKOVA DOLINA 2008										
LESKOVA DOLINA 2008		Mladovje		Drogovnjak		Debeljak		Sestoj v obnovi		Neopredeljeno		Skupaj A
		B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	
A	Mladovje	5	8	3	2	3	1					11
	Drogovnjak	3	1	11	7	7	13					21
	Debeljak	1	1	45	4	190	235	5	1			241
	Sestoj v obnovi			2		10	7	15	20			27
	Neopredeljeno											
	SKUPAJ	9	10	61	13	210	256	20	21			300

Op.: Za referenčne vrednosti so bile vzete ocene fotointerpretatorja A. V vzorcu velikosti 300 enot je ta mladovje ocenil 11x, fotointerpretator B 9x, fotointerpretator C pa 10x. Ujemanje med interpretatorjema A in B je bilo v 5-ih točkah, med interpretatorjem A in C pa v 8 točkah.



Slika 5: Izsek iz sestojne karte, izdelane z ekransko digitalizacijo (leva slika), in primerjava s karto iz gozdarske prakse (desna slika).

Fig. 5: A section from the stand map made with screen digitalization (picture on the left), and comparison with the map from forestry practice (picture on the right).

Op.: Z geometrijskimi liki so označene nekatere nedoslednosti interpretacije. Petkotniki označujejo sestoj, določene samo z zgradbo (posamično do šopasto raznomerno). Ker je ta enaka, sklep in mešanost pa nista določena, ni jasno, zakaj in po kakšnem kriteriju so sestoji sploh razmejeni (neponovljivost kartiranja). Kvadrati kažejo neizločene površine mladovja, trikotniki neizločene površine iglastih gozdov, elipsi pa listnatih gozdov. Vse površine seveda presegajo prag 0,5 ha. (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

drogovnjakih, ki sta močno različni fazi. Do nje je prišlo zaradi majhnih površin obeh faz, nekoliko različnega oblikovanja meja, majhnega števila točk in posledično do visokega relativnega odstopanja.

Ocena kakovosti sestojnih kart

Ocene kakovosti sestojnih kart Leskove doline in Pokljuke (ZGS 2003, 2005), nanizane v nadaljevanju, se nanašajo na pomembnejše kazalce Standarda, ki je obrazložen v poglavju Kakovost sestojnih kart.

Izvor podatkov, s katerimi sta bili sestojni karti izdelani, v načrtih sploh ni dokumentiran.

Ocena **položajne točnosti** je bila izdelana samo za sestojno karto GGE Pokljuka, v primeru Leskove doline pa je zaradi neprimerljivosti obeh sestojnih kart ni bilo mogoče oceniti. Na osnovi leg mladovij znaša za Pokljuko povprečno 7,48 m.

Tematska natančnost je bila ocenjena za vse tri testne primere in je prikazana v predhodnih poglavjih.

Časovna natančnost je bila ugotovljena na podlagi ustnih virov. Karta Leskove doline, narejena leta 2003 za veljavno obdobje načrta 2004-2013, je bila izdelana z DOF iz leta 1999. Sestojna karta Pokljuke je nastala v letu 2005, za kartiranje so bili uporabljeni DOF iz leta 1998, delno pa tudi letalski posnetki iz leta 2004 (posebno snemanje po naročilu ZGS). Karta je bila izdelana za obdobje 2006 - 2015.

Logična usklajenost je bila v obeh primerih ocenjena kot dobra. Opozoriti je treba le na neenotno obravnavo gozdnih cest; v Leskovi dolini npr. le teh niso izločali, na Pokljuki pa je bila površina sestojev v testnem območju zmanjšana za površino gozdnih cest.

Popolnost – z vidika teritorialne pokritosti je v obeh primerih dobra, saj karti prekrivata celotno območje.

PREDLOGI POSTOPKOV ZA IZDELAVO IN VZDRŽEVANJE SESTOJNIH KART IN POVZETEK TEMELJNIH PRAVIL FOTOINTERPRETACIJE

Optimalna postopka

Zaradi številnih prednosti (Preglednica 7) stereoskopskega razmejevanja pred drugimi načini, kot sta npr. enoslikovno (ekranska digitalizacija) in terensko, je izvirne sestojne karte najbolj primerno izdelovati s tehnologijo digitalne fotogrametrije, ki združuje postopka stereofotointerpretacije in stereokartiranja.

Čeprav ta tehnologija postaja vse bolj prijazno in stroškovno sprejemljivo tehnološko orodje (kar ne pomeni, da je poceni), v primerjavi s konvencionalno stereoskopsko fotointerpretacijo ne prinaša veliko fotointerpretacijskih novosti. Njene velike prednosti pred starejšim načinom dela so tehnološke, kot npr.:

- hitrost dela - hitra orientacija stereomodelov in neposredno kartiranje,
- možnost dela v širokem območju ekranskih povečav,
- možnost priprave velikih delovnih območij z avtomatsko triangulacijo nizov stereoparov,
- možnost izdelave lokalnih digitalnih modelov reliefa in ortomozaikov,
- modeliranje (npr. vlečenje ničelne linije za potrebe trasiranja idejnih prometnic),
- hitro pregledovanje, enostavno hranjenje in posredovanje podatkov,
- enostavno izrisovanje kart.

Zaradi izostanka višinske perspektive in manjše kontrastnosti DOF (Preglednica 7) je ekranska digitalizacija za izdelavo izvirnih sestojnih kart manj primerna tehnika, brez zadržkov pa jo je mogoče uporabljati za dopolnjevanje kakovostnih predhodno izdelanih sestojnih kart (slika 6).

Preglednica 7: Prednosti stereoskopskega razmejevanja pred drugimi načini (WARREN 1997, HLADNIK 1991, HOČEVAR 1996, HOČEVAR / HLADNIK / KOVAČ 1994).

Table 7: *Advantages of stereoscopic demarcation over other methods (WARREN 1997, HLADNIK 1991, HOČEVAR 1996, HOČEVAR / HLADNIK / KOVAČ 1994).*

- velika preglednost nad sestoji,
- zaznavanje in ločevanje višinskih razlik med strehami sestojev in med drevesi znotraj sestojev,
- točnejše razmejevanje v primerih nagnjenih dreves in drugih objektov zaradi lažjega določanja dnišč,
- zmanjšanje problemov, povezanih s sencami (pravilnejše razmejevanje na celotnem delu stereomodela zaradi zaznavanja vertikalnih, ne ležečih dreves),
- zanesljivejše določanje drevesne sestave (npr. težje prihaja do zamenjav med borom in macesnom in listavci) in sklepa sestojev,
- itn.



Slika 6: Reambulacija stare sestojne karte (leva slika).

Figure 6: Reambulation of an old stand map (picture on the left).

Op.: Sredinska slika prikazuje ugotovljene spremembe, desna slika pa končni videz karte. (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

Postopek za prakso

Ker zaradi več omejitev v gozdarski praksi ni realno pričakovati naglega prehoda v sodobno tehnologijo, je za izdelavo izvornih sestojnih kart v praksi primeren kombiniran postopek. Praktično ga je mogoče izpeljati na dva načina: s konvencionalno stereofotointerpretacijo aeroposnetkov in naknadnim razpačenjem zarisanih poligonov z istimi orientacijskimi parametri, kot jih imata stereopara, ali s konvencionalno stereofotointerpretacijo in ekransko digitalizacijo vidnega na DOF.

Metoda ekranske digitalizacije je kot optimalna že priporočena za dopolnjevanje sestojnih kart. V primeru izpolnitve nekaterih pogojev, kot so kakovosten DOF, homogeni sestoji, temeljito fotointerpretacijsko šolanje, vnaprejšnji dogovor o načinu razmejevanja sestojev, določitev zadostnega števila učnih vzorcev (na sliki in terenu) in fotointerpretacijske izkušnje, pa bi bila morebiti lahko primerna tudi za izdelavo izvornih sestojnih kart.

Če povzamemo, oba predlagana postopka temeljita na razmejevanju sestojev na slikovnih medijih, podprtih s terensko kalibracijo. Izmed obeh je prvi zelo dober približek stereofotointerpretacije in daje njej primerljive rezultate. Na drugi strani pa je sestojne karte mogoče izdelati tudi z ekransko digitalizacijo. Čeprav le-ta zaradi izostanka globinske perspektive ni enakovredna stereofotointerpretaciji, je v primerjavi s samo terenskim razmejevanjem sestojev veliko boljše metoda; omogoča namreč preglednost nad celoto in boljšo orientacijo v prostoru (naravne in transportne meje). Zaradi možnosti dela v majhnem merilu (npr. 1:1000, 1:2500) in boljšega zaznavanja teksturnih in strukturnih kazalcev omogoča pravilnejše vlečenje razmejitvenih črt. Za oba postopka velja, da razen organizacijskih sprememb ne zahtevata velikih

investicij in sta v celoti rešljiva z obstoječo tehnologijo gozdarske prakse.

Povzetek temeljnih pravil fotointerpretacijskega razmejevanja sestojev

Da bi se izognili prevelikim pričakovanjem, je treba poudariti, da fotointerpretacijsko kartiranje ni 100% ponovljiv proces, naj so kriteriji razmejevanja sestojev še tako jasno zapisani. Praktično to pomeni, da npr. dva izkušena fotointerpretatorja, kljub zapisanim pravilom, sestojev ne bi razmejevala na identičen način (ujemanje vseh sestojnih meja), niti jim ne bi v vseh primerih pripisovala enakih kod. Kljub tem razlikam pa razmejevanje, oprto na izkušnje in fotointerpretacijski ključ, vendarle zagotavlja visoko stopnjo skladnosti rezultatov, ki se ocenjujejo s primerljivostjo površinskih bilanc in skladnostjo atributov v istih sestojih. Da bi torej sestojna karta postala kar najboljši približek (kartografski model) stanja na terenu, mora razmejevanje temeljiti na:

- 1) splošnih pravilnih razmejevanja in dogovorjenih pravilnih generalizacije,
- 2) objektivnem, ciljno-nevtralnem fotointerpretacijskem ključu,
- 3) dogovorjeni najmanjši fotointerpretacijski površini,
- 4) upoštevanju različnih sestojnih oblik,
- 5) upoštevanju drugih kazalcev, kot so naravne meje, ekspozijski gradienti, odsečne in transportne meje, itn.

Ad 1) Da bi se izognili površinskim napakam, ki nastajajo zaradi težav, povezanih s centralno projekcijo in generalizacijo, je treba pri razmejevanju sestojev upoštevati naslednja tehnična pravila:

- Meje med dvema sestojnima tipoma je treba, če je le mogoče, vleči po tleh. Samo v primeru, če niso vidna, se razmejitvene črte lahko vlečejo po vrhovih krošenj (slika 7).
- Zaradi projekcijskih napak (s temi je obremenjen tudi DOF) je treba pri razmejevanju sestojev upoštevati nagljenost dreves in njihovih senc in v prid pravilnejši površini vleči meje po dniških dreves (slika 7).
- Pred fotointerpretacijo je treba način generalizacije definirati z matriko prioritete vseh pomembnejših sestojnih tipov (Preglednica 8). Samo z njo je mogoče zagotoviti siste-



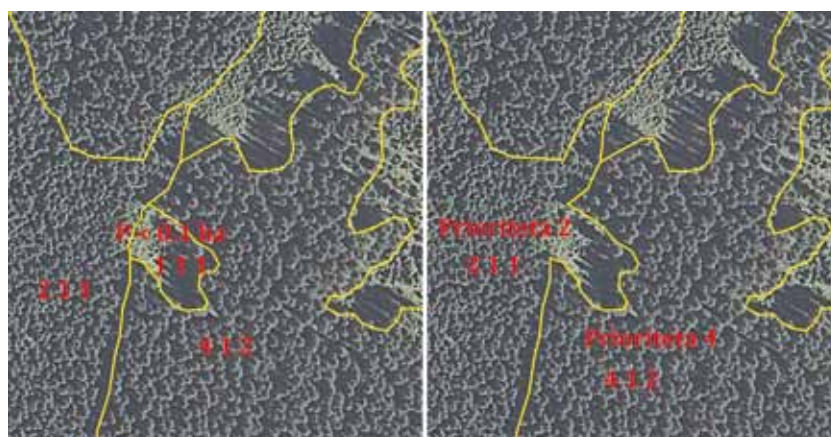
Slika 7: Primeri razmejevanja po dniških dreves (rdeča linija) in po vrhovih krošenj (rumena linija). (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

Fig. 7: Examples of demarcation along the base of trees (red line) and along their crowns (yellow line). (Data source: Digital orthophoto (DOF5), Geodetic Survey of the RS, 2006)

matičnost odločanja o vlečenju razmejitvenih črt v primerih, ko se neka površina toliko razlikuje od sosednje, da bi morala biti izločena, vendar ne dosega praga najmanjše površine. Matrika prioritete neposredno sicer ne rešuje precenjevanja površinsko velikih in pogostih (v naših razmerah debeljakov) oz. podcenjevanja površinsko majhnih in redkih razvojnih faz (v naših razmerah mladovij), je pa na njeni osnovi mogoče sklepati o pristranosti površinskih bilanc sestojnih kart (sliki 8 in 9).

Ad 2) Objektivni, ciljno-nevtralni fotointerpretacijski ključ je treba razumeti kot dogovorjeni seznam vsebinsko enoličnih, objektivnih, kodiranih strukturnih in teksturnih znakov, ki so na sliki in v gozdnem prostoru nedvoumno razumljeni in prepoznavni. V prid homogenejšemu kartiranju sestojev ter ponovljivosti fotointerpretacije s strani več interpretatorjev in skozi čas ključ ne sme vključevati kategorij, ki so kombinacija več osnovnih znakov ali vsebinskih vidikov (takih, npr., ki odsevajo funkcije, cilje, ukrepe, način nastanka itn.). Nekaj primerov je prikazanih v Preglednici 9.

Izmed objektivnih in v času razpoznavnih znakov so za razmejevanje sestojev najprimernejši znaki prikazani v preglednici 2. Seveda jih je treba uporabljati smiselno. V primeru manj podrobnih razmejevanj naj se uporabljajo v osnovni skali (za razvojno fazo npr. mladovje, drogovnjak, debeljak), v primeru podrobnejšega razmejevanja pa v bolj podrobni. Osnovnim znakom je po potrebi seveda mogoče dodajati še druge znake, kot so oblika mešanosti in prevladujoča drevesna vrsta. Bistvo take rabe ključa je v hierarhiji, saj je kategorije na višji prostorski ravni mogoče združevati in tako doseči primerljivost med listi sestojnih kart.



Slika 8: Generalizacija

Figure 8: Generalization

Op.: Leva slika kaže izločeno površino sestojja (šifra 111), ki je manjša od 0,1 ha. V skladu s prioriteta je površina priključena razvojni fazi drogovnjaka (desna slika). (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

Ad 3) Naslednji bistveni element razmejevanja sestojev je najmanjša fotointerpretacijska površina. Ker je verjetnost pojavljanja posameznih sestojnih oblik v gozdu različna, je sestojnim porazdelitvam smiselno prilagoditi tudi najmanjše površine. Glede na razpoložljivost meril digitalnih stereoposnetkov in DOF je za debeljake najmanjša površina 0,5 ha primerna, za mladovja in drogovnjake pa ne in jo kaže zmanj-

šati na 0,1 ali 0,2 ha. Priporočilo je smiselno, ker sestojna karta rabi izdelavi modelov uravnoteženja gozda po površini razvojnih faz, ki morajo biti zaradi usmerjanja razvoja sestojev verodostojni (KOVAČ *et al.* 2008). Še pravilnejša bo ta odločitev, če in ko se bodo sestojne karte uporabljale za pridobivanje površinskih in drugih informacij o gozdnih območjih, vključenih v sistem Natura 2000, in za ohranjanje biotske

Preglednica 8: Matrika prioritete

Table 8: Priority matrix

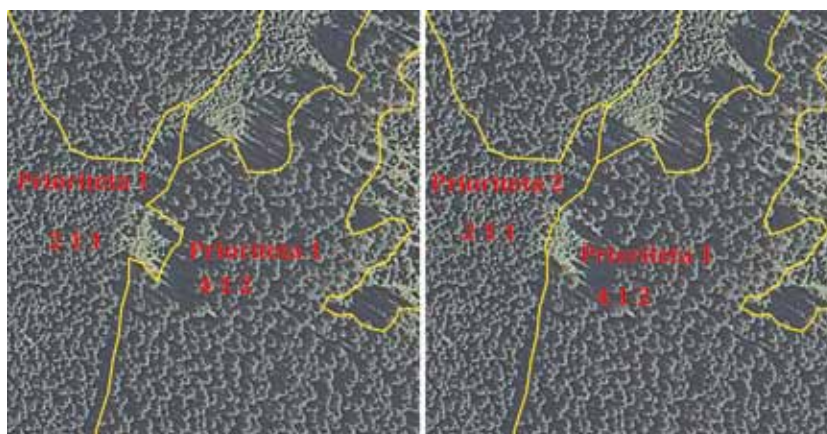
	Prioritete sestojnih tipov okolice					
		111	121	211	411	412
Koda sestojna, ki je predmet generalizacije	111		1	2	4	4
	121	1		2	4	4
	211	1	2		3	4
	411	4	3	1		1
	412	4	4	3	1	

Op.: Matrika prioritete določa pravila razvrščanja sestojev v naprej znane kategorije. Za zgoraj prikazani primer se za sestojni tip 111 preverita prioriteta njegovih sosedov, torej sestojnih tipov 211 in 412. Sestojni tip 211 ima v primerjavi s tipom 111 prioriteto 2, sestojni tip 412 pa 4. Sestoj s kodo 111 se torej priključi sestoju s kodo 211.

Preglednica 9: Nezaželene kategorije v interpretacijskem ključu

Table 9: Undesired categories in the interpretation key

- Kategorije "Pomlajenec" s fotointerpretacijo ni mogoče nedvoumno določati. Z vidika osnovnih znakov je namreč mešana kategorija, ki jo določata razvojna faza in zastornost. Kot sestoj, ki je že ali pa naj bi bil uveden v obnovo, je tudi vsebinska kategorija. Kot takega ga je torej primerneje določati kot bolj ali manj vrzelast debeljak, z ustrežno dodatno kodo pa naj se označi, ali je konkreten sestoj dejansko uveden v obnovo.
- Tudi kategorije "Panjevec" s fotointerpretacijskim postopkom ni mogoče določati enoznačno. Poleg tega, da je opredeljen s kombinacijo osnovnih znakov (razvojna faza, sklep), ga dodatno določa še način razmnoževanja, ki sodi med vsebinske znake. Kot takega ga je zato bolj smiselno določati po znakih, kot so prevladujoča razvojna faza, mešanost in sklep, z dodatno novo kodo pa naj se opredeli kot posebna oblika gospodarjenja.
- Podobno bi veljalo upoštevati v primerih prebiralnih sestojev in kmečkih prebiralnih sestojih, če so ti zares tako gospodarjeni in je tako zapisano tudi v načrtih.



Slika 9: Generalizacija

Figure 9: Generalization

Op.: V primeru, da bi imela sosednja sestojna enaki prioritete, bi se sestoj s kodo 111 (površina manjša od 0,25) ha delil po polovici (leva slika). V primeru, da bi imel sestojni tip 412 večjo prioriteto od tipa 211, pa bi se sestoj, ki je predmet generalizacije, moral priključiti sestoju 412 (desna slika). (Vir podatkov: Digitalni ortofoto (DOF5), Geodetska uprava RS, 2006)

pestrosti gozdov nasploh. V prid različnim najmanjšim površinam govorijo tudi praktične rešitve. Karta dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (GERK) npr. rabi za različne kategorije zemljišč različnih minimalnih površin; za gozd 0,5 ha, za pozidana in njemu sorodna zemljišča pa 0,0025 ha (MKGP 2008).

Ad 4) Homogenost (oz. jasnost) sestojnih oblik pomembno vpliva na smiselno razmejevanje sestojev. Zaradi velikih in homogenih površin ni presenetljivo, da je kazalce sestojev najlažje prepoznavati v enodobnih sestojih. Vendar pa na drugi strani tudi raznomerni sestoji niso tako zelo heterogeni, da jih z nekaj dodatnimi pravili ne bi bilo mogoče razmejevati v bolj smiselne celote. Če v njih res ni mogoče natančno določati razvojne faze, je prav gotovo mogoče določati mešanost in sklep, po potrebi pa tudi obliko mešanosti in drevesno vrsto. Kot nadvse koristni za pravilno razmejevanje lahko rabijo tudi v gozdno gospodarskih načrtih zapisani podatki o načinih gospodarjenja. Tako je na posnetke smiselno vnaprej zarisati vsa tista območja, ki so gospodarjena klasično prebiralno, panjevsko ali kako drugače, in se pri interpretaciji posledično izogniti zamenjavi teh zgradb z drugimi raznomernimi sestoji. Posebna previdnost je potrebna pri razmejevanju z ekransko digitalizacijo. Ta največkrat narekuje zamenjavo vrstnega reda kazalcev in se najprej izločajo kompleksi s prevladujočo mešanostjo, v nadaljevanju pa se te površine delijo z vidika zgradbe, razvojne faze in sklepa. Pri tem načinu delitve je treba vseskozi paziti, da najmanjši poligoni dosežajo dogovorjene najmanjše površine.

Ad 5) Poleg doslej nanizanih pravil in priporočil je pri razmejevanju sestojev smiselno upoštevati še naravne meje, ekološke gradiente (še posebej ekspozicijo) pa tudi organizacijske in transportne meje, kot so npr. gozdne ceste, meje odsekov itn. V nasprotju z osnovnimi kazalci, ki jih je skupaj z minimalno površino treba upoštevati dosledno, so zgornji kazalci priporočeni in jih je treba uporabljati smiselno, saj v nasprotnem primeru lahko vse skupaj postane nepregledno.

RAZPRAVA **DISCUSSION**

SESTOJNA KARTA - TEMELJNA GOZDARSKA KARTA

Zaradi različnih stopenj podrobnosti informacij, potrebnih na posameznih načrtovalskih ravneh (območna enota, gozdnogospodarska enota, rastiščnogojitveni razred), je hie-

rarhično gozdarsko načrtovanje z vidika zagotavljanja podatkov in informacij zahtevno in posledično narekuje zasnovo konsistentnega sistema njihovega zbiranja, obračunavanja in interpretiranja (HLADNIK / HOČEVAR 1993). Ta naloga je še posebej pomembna, če se vse načrtovalske ravni, tako kot v slovenskem gozdnogospodarskem načrtovanju, napajajo s podatki kontinuirane gozdne inventarizacije in ne s podatki, ki bi se zbirali za vsako raven posebej. Za sestojne karte je bilo predvsem zaradi tega razloga predlagano mesto na meji med izvedbenim in gozdnogospodarskim načrtovanjem, saj ta položaj omogoča objektivno in ciljno-nevtrarno razmejevanje sestojev in posledično sledi načrtovalsko-prostorski hierarhiji. Še več, z upoštevanjem dodatnih kartografskih virov in informacij pri razmejevanju bi bile take sestojne karte primerljive ali pa bi dopolnjevale druge nacionalne in mednarodne sisteme, kot so Karta dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (MKGP 2008), Corine raba tal (EEA 2006), klasifikaciji PHYSIS (JOGAN *et al.* 2004) in EUNIS (DAVIES / MOOS 1998), Karta evropskih gozdnih tipov (BARBATI / CORONA / MARCHETTI 2006) itn. V zvezi z rabo sestojnih kart v geobotaničnih klasifikacijskih sistemih je treba še opozoriti, da morebitna neskladja med interpretacijskimi oz. klasifikacijskimi ključi ne bi smela biti problematična. Čeprav gozdarski način razmejevanja sestojev (primarno po razvojni fazi, sekundarno po mešanosti in sklepu) ni povsem identičen konvencionalnemu razmejevanju vegetacije (primarno po vrstni sestavi oz. mešanosti), je s primernim upoštevanjem najmanjše interpretacijske površine pri razmejevanju sestojev mogoče doseči dovolj visoko stopnjo homogenosti in sestoje narediti primerne za razvrščanje v te sisteme.

Poleg povedanega sta pomembni še že omenjeni ciljna nevtralnost in najmanjša interpretacijska površina; prva, ker zagotavlja objektivnost in ponovljivost, druga pa, ker poleg homogenih sestojev omogoča kartiranje manjšinskih sestojev. Ti namreč niso samo predmet gojenja gozdov, marveč tudi ohranjanja biotske pestrosti. V zvezi z njo je treba omeniti, da se kazalci, kot so npr. velikost in število vrzeli, razvojna faza, mešanost, način mešanosti, zgradba, zaradi pomena in enostavnega preverjanja, v literaturi, ki obravnava biotsko pestrost, že nekaj časa priporočajo kot ključni (BERTINI / CHIRICI / PULETTI 2007, NOSS 1999, RUFFINI cit. po GOLOB 2006). V isti zvezi je treba tudi zavreči zmotno prepričanje, da se z objektivnim in preveč podrobnim razmejevanjem sestojev želi posegati v izvedbeno načrtovanje. Prav nasprotno, korektno razmejeni sestoji gozdnogospodarskemu, gojitvenemu in vrsti drugih načrtovanj dejansko pomenijo

vsebinsko neoporečno podlago, na osnovi katere je mogoče kreativno snovati različne načrte.

POSTOPKI IZDELAVE SESTOJNE KARTE

Ker so podatki sestojnih kart v kombinaciji s podatki stalnih vzorčnih ploskev nepogrešljivi v vseh fazah načrtovalskega procesa (prim. poglavje *Opredelitev problema*) in je od njih odvisen prihodnji razvoj gozdov, bi morala biti izvirna (prva) sestojna karta izdelana v skladu z najvišjimi standardi kakovosti. V prispevku je bilo omenjenih več elementov kakovosti, med njimi pa sta brez dvoma najpomembnejša pozicijska in vsebinska točnost, ki ju je načeloma mogoče izpolnjevati samo s postopki, ki temeljijo na stereo fotointerpretacijskem opazovanju in razmejevanju. Med predstavljenimi sta to samo postopek, ki v celoti teče v okolju digitalne fotogrametrije, in pa kombinirani postopek. Za prakso je poleg pravkar omenjenih primeren še postopek ekranske digitalizacije DOF, ki je brez zadržkov priporočljiv za vzdrževanje sestojnih kart, pogojno sprejemljiv pa je za izdelavo izvirmih sestojnih kart. Podobna so tudi tuja priporočila. Pred leti opravljeno testiranje v Švici (BUDMIGER / TOMISAWA / SCHMIDTKE 1999) je pokazalo, da je z ekransko digitalizacijo resnično mogoče doseči dobre rezultate, vendar je bilo podjetje specializirano za fotogrametrične storitve in je imelo na voljo usposobljene kadre. Tudi v največjem evropskem projektu spremljanja sprememb rabe tal Corine Land Cover (EEA 2006), ki se opravlja (čeprav s satelitskimi posnetki) s povsem primerljivo tehnologijo (CLC2006 Support Package 2006), sta šolanje in dosledna raba istega fotointerpretacijskega ključa ključna dejavnika zagotavljanja kakovosti, ponovljivosti in primerljivosti med listi posameznih držav.

Vsemu povedanemu ob rob pa je treba še poudariti, da sestojne karte, ne oziraje se na tehnologijo, ne morejo biti kakovostne, če razmejevanje sestojev ni podprto z ustreznim zagotavljanjem kakovosti (šolanje, kalibracijski tečaji, timsko delo) in s preverjanjem le-te. V skladu z ugotovitvami (KOVAČ *et al.* 2008), problematika sestojnih kart v naši gozdarski praksi sploh ni toliko povezana s pozicijsko točnostjo kot z nedorečenimi pravili razmejevanja in kodiranja sestojev. Različno razumevanje obeh pravil je namreč razlog, da so razlike med nekaterimi zaporedno izdelanimi sestojnimi kartami zaradi drugačnega interpretiranja veliko večje, kot pa so dejanske spremembe sestojev v naravi. Z drugimi besedami to pomeni, da je spremljanje razvoja sestojev v nekaterih okoljih za zdaj oteženo oz. nemogoče.

ORGANIZACIJSKI VIDIKI

Čeprav organizacijski vidik v dosedanjih poglavjih ni bil posebej poudarjen, je pri izdelavi sestojne karte pomemben. Ker naj bi sestojna karta bila osnovna gozdarska karta in naj bi rabila čim več delovnim področjem (npr. načrtovanju, gojenju, pridobivanju lesa), je treba pri njeni izdelavi zagotoviti sodelovanje med načrtovalsko službo in vsemi potencialnimi uporabniki (npr. z osebjem na krajevnih enotah). Ti morajo avtorjem sestojnih kart tudi zagotoviti vse možne vire, ki jih je pri dopolnjevanju ali izdelavi izvirmih sestojnih kart mogoče uporabljati.

Nadalje je treba zagotoviti, da se bo sestojna karta izdelovala pred začetkom popisovanja sestojev in snemanjem stalnih vzorčnih ploskev. Načrtovalcem, zadolženim za opisovanje sestojev, lahko osnutek sestojne karte močno poenostavi določanje oz. preverjanje že določenih atributov, popisovalcem stalnih vzorčnih ploskev pa rabi za orientacijo v prostoru in seveda za določanje sestojnih karakteristik sestoja, znotraj katerega postavljajo stalne vzorčne ploskve.

PREDLOG PRIPOROČIL ZA IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI SESTOJNIH KART RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE QUALITY OF STAND MAPS

Sestojne karte se v slovenski gozdarski praksi izdelujejo na več načinov, pri čemer so najprimernejši tudi najredkejši. Enako kot tehnologije izdelave so različni tudi načini razmejevanja sestojev, ki so poglavitni vzrok nihanja kakovosti. Da bi se kakovost kart vendarle izboljšala, s čimer bi se povečala njihova uporabnost znotraj in zunaj sektorja in bi se upravičili visoki stroški kartiranja, je smiselno nemudoma pristopiti k izdelavi jasnih navodil o izdelavi sestojnih kart, ki naj obsegajo: A) organizacijo dela, B) tehnologijo izdelave, C) vsebinsko točnost in D) zagotavljanje kakovosti.

Ad A) Ker je sestojna karta vez med številnimi službami, naj se institucionalno zagotovi, da bodo pri njeni izdelavi sodelovali fotointerpretator, odgovorni načrtovalec in vsi najpomembnejši uporabniki. Pred začetkom sestojnega kartiranja je treba preveriti, ali so definicije pojmov razumljene enotno. V prid temeljiti pripravi načrta je sestojne karte smiselno izdelati do začetka terenskih del. Že izdelane sestojne karte so v veliko pomoč terenskim ekipam, ki opravljajo opise sestojev in kontrolno vzorčno metodo.

Ad B) V okoljih, kjer obstaja kakovosten fotointerpretacijski kader, naj se čim prej začne z uvajanjem tehnik digitalne fotogrametrije (npr. DAT/EM International Summit Evolution (2008); Zeiss-Intergraph ImageStation (2008); OrthoMapper (2008); PurView (2008)). Začasno, dokler se opreme ne nabavi, je mogoče opremo uporabljati na ustreznih raziskovalnih institucijah. V okoljih, kjer kvalitetnega fotointerpretacijskega kadra ni ali ga primanjkuje, je treba organizirati tehnične fotointerpretacijske seminarje. Prav tako je treba pred začetkom terenskega opisovanja sestojev organizirati enoten kalibracijski seminar za vse popisovalce sestojev. Ker sta fotointerpretacija in kartografija specialistični dejavnosti, je smiselno razmišljati o ustanovitvi kartografskih centrov na nekaj območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (kjer je kakovosten kader). Poleg svojega dela bi ti centri lahko opravljali tudi dela za druge območne enote.

V vseh okoljih kaže čim prej preiti na ekransko razmejevanje sestojev, ki naj bo v celoti ali delno podprto s stereoskopskim opazovanjem letalskih posnetkov. Razmejevanja na terenu se je treba lotevati samo pri dopolnjevanju sestojnih kart.

Ad C) Na ravni centralne službe Zavoda za gozdove Slovenije je treba doreči in predpisati enoten fotointerpretacijski ključ, dopustiti variabilno minimalno površino (primerno različnim razvojnim fazam in zgradbam) in definirati načine generalizacije. Pojem najmanjše interpretacijske površine in pravila generalizacije je smiselno obrazložiti na konkretnih slikovnih primerih.

Ad D) Po zaključku izdelave sestojnih kart je treba institucionalno zagotoviti neodvisno kontrolo kakovosti sestojnih kart. Vse bistvene ugotovitve kot tudi druge informacije v zvezi z nastankom kart je treba na kratko zapisati tudi v GG-načrte.

POVZETEK

Pravilnik (1998 z dopolnitvami) je vnesel v gozdno-gospodarsko načrtovanje več novosti, med katere sodi tudi izdelovanje sestojnih kart, vključno z njihovimi terenskimi opisi. Ker izdelava sestojnih kart v načrtovalski službi ne teče po enotnih pravilih, je med posameznimi listi sestojnih kart preveč nihanja v kakovosti, kar znižuje uporabno vrednost sestojnih kart kot enovitega informacijskega sloja in otežuje njihovo vzdrževanje.

Ker sestojnih kart, ki bi neposredno zadovoljevale potrebe vseh gozdarskih aktivnosti zaradi različnih zahtev po podrob-

nosti in ciljni naravnosti, ni mogoče izdelati, je splošno uporabne rešitve smiselno iskati v sestojnih kartah, ki jih označujejo tri lastnosti: objektivnost, ciljna nevtralnost in dovolj velika podrobnost. Zaradi tega mora v prostorsko-načrtovalski hierarhiji razmejevanje sestojev zavzemati položaj nekje na meji med gozdnogospodarskim in izvedbenim načrtovanjem. Samo ta položaj omogoča izdelavo takih sestojnih kart, katerih osnovne celice – homogene sestoje – bi bilo mogoče z rutinskimi preoblikovanji, v skladu z zahtevami uporabnikov, prevesti v ciljno tematsko karto.

Da bi sestojna karta kar najhitreje postala najboljši približek (kartografski model) stanju na terenu, mora razmejevanje temeljiti na: splošnih pravilih razmejevanja in dogovorjenih pravilih generalizacije, objektivnem in ciljno-nevtralnem fotointerpretacijskem ključu, dogovorjeni najmanjši fotointerpretacijski površini, upoštevanju različnih sestojnih oblik ter upoštevanju drugih kazalcev, kot so naravne meje, ekspozicijski gradienti, odsečne in transportne meje itd. Poseben razmislek terja izbira fotointerpretacijskega ključa. Ta naj bo sicer prilagojen sestojnih razmeram, vendar tako, da bo še vedno mogoča primerjava z drugimi listi sestojne karte in primerjava sestojev v času (osnovno pravilo: vedno vsi osnovni znaki, spremenljiva je le podrobnost posameznega znaka (npr. debeljak oz. tanjši in močnejši debeljak)).

Zaradi številnih prednosti stereofotogrametričnega razmejevanja pred drugimi tehnikami je najprimernejša tehnologija za izdelavo in dopolnjevanje sestojnih kart brez dvoma tehnologija digitalne fotogrametrije. Kot bližnjica za rabo v gozdarski praksi je za izdelavo izvornih sestojnih kart povsem sprejemljiv kombiniran postopek, ki združuje stereofotointerpretacijo sestojev in ekransko digitaliziranje vidnega. Pogojno sprejemljiva je tudi ekranska digitalizacija.

Predlagani postopki so bili preizkušeni na dveh testnih območjih. Stereofotogrametrično kartiranje (dopolnitev in izdelava izvorne sestojne karte) v gozdovih Pokljuka in Leskove doline, ekranska digitalizacija pa samo v gozdovih Leskove doline. Rezultati so pokazali, da je v primeru doslednega spoštovanja pravil razmejevanja sestojev v homogenih sestojih mogoče dosežati zelo visoko stopnjo ponovljivosti kartiranja (96 % skladnost, Pokljuka). V heterogenih sestojih je doseganje visoke stopnje ponovljivosti težje, vendar ne nemogoče. S strani treh neodvisnih fotointerpretatorjev, ki so bili usklajeni glede minimalne površine in načina kodiranja sestojev, niso pa bili med seboj kalibrirani, niti niso poznali terenskih razmer, je bila v pogledu določanja razvojnih faz dosežena 71 % ponovljivost.

Na podlagi vsega povedanega je v prid dvigu kakovosti sestojnega kartiranja mogoče podati naslednja priporočila:

- Na ravni gozdarske službe naj se začne postopek izdelave koncepta sestojnih kart, v okviru katerega naj se izdelajo navodila za razmejevanje sestojev, predpiše enoten fotointerpretacijski ključ in izdela protokol za izdelavo sestojne karte (odgovornost, nujni materiali, sodelovanje drugih, dinamika dela).
- V okoljih, kjer že obstaja kakovosten fotointerpretacijski kader, naj se čim prej začne s poskusnim uvajanjem tehnologije digitalne fotogrametrije. V okoljih, kjer kakovostnega fotointerpretacijskega kadra ni ali pa ga primanjkuje, je smiselno organizirati tehnične fotointerpretacijske seminarje. Prav tako je treba pred začetkom vsakokratnega terenskega opisovanja sestojev organizirati enotne kalibracijske seminarje za vse popisovalce sestojev.
- V okoljih, kjer to še ni bilo storjeno, je treba čim prej preiti na ekransko razmejevanje sestojev, ki naj bo v celoti ali vsaj delno podprto s stereoskopskim opazovanjem letalskih posnetkov. Razmejevanja na terenu se je treba lotevati samo za eventualno dopolnjevanje sestojnih kart.
- Po zaključku izdelave sestojnih kart je treba institucionalno zagotoviti neodvisno kontrolo kakovosti sestojnih kart.
- Vse bistvene ugotovitve kot tudi druge informacije v zvezi z nastankom kart je treba na kratko zapisati v GG-načrtih in tako omogočiti prenos informacij, povezanih z izdelavo sestojnih kart, k naslednjim generacijam načrtovalcev, ki bodo sestojne karte obnavljali.

LITERATURA

- ArcGIS Desktop 9.3, 2008. ESRI GIS and Mapping Software. Redlend.
- ArcView GIS 3.2, 2008. ESRI GIS and Mapping Software. Redlend.
- ARNOFF, S., 1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publication, Ottawa, Canada: 294 str.
- EVERY T. E., BERLIN G. L. 1985. Interpretation of areal photographs. New York, Macmillan: 554 str.
- BERTINI, R. / CHIRICI, G. / PULETTI, N., 2007. COST Action E43, Harmonisation of National Forest Inventories in Europe: Techniques for Common Reporting, Working Group 3 (Draft report), COST European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research, 201 s.
- BARBATI, A. / CORONA, P. / MARCHETTI M., 2006. European forest types, Categories and types for sustainable forest management reporting and policy. Copenhagen, European Environment Agency: 111 s.
- BUDMIGER, P. / TOMISAWA, S. / SCHMIDTKE, H., 1999. Methoden zur Nachhaltigkeitskontrolle im Wald mit Luftbildern und Orthophotos, Bericht. Hasle-Rüegsau, Grunder Ingenieure AG, 39 s.
- CLC2006 Support Package, 2006. Copyright MLOG Instruments Ltd. - Hungary. Medmrežje: <http://www.mlog.hu/CLC2006/quick.html> (9.2.2009)
- DAT/EM SYSTEMS INTERNATIONAL, 2007. Summit Evolution Digital Stereoplotter Operation Manual. Anchorage, Canada, 528 s.
- DAT/EM International Summit Evolution, 2008. Medmrežje: <http://www.datem.com> (5.2.2009).
- DAVIES, C. / MOOS, D., 1998. EUNIS habitat classification, final draft with further revisions to marine habitats. European environment agency, European TC on nature conservation, Institute of terrestrial Ecology Monks Wood, Huntington.
- DIAP, 1995. Diap Version 1 for MicroStation 5, Reference Manual. Vancouver, Canada, 71 s.
- EEA, 2006. CLC2006 technical guidelines. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 70 s.
- FAO., 2006. Global Forest Resources Assessment 2005, Progress towards sustainable forest management. Rome, Food and Agriculture organization of the United Nations, 320 s.
- GINZLER, C. / BÄRTSCHI, H. / BEDOLLA, A. / BRASSEL, P. / HÄGELI, M. / HAUSER, M. / KAMPHUES, M. / LARANJEIRO, L. / MATHYS, L. / UEBERSAX, D. / WEBER, E. / WICKI, P. / ZULLIGER, D., 2005. Luftbildinterpretation LFI3: Interpretationsanleitung zum dritten Landesforstinventar. Birmensdorf, WSL, 87 s.
- GOLOB, A., 2006. Izhodišča za monitoring stanja ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov in habitatov vrst na območjih Natura 2000 v Sloveniji. V: HLADNIK, D. (ur.). XXIV. Gozdarski študijski dnevi: monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 223–243.
- GOLOB, A. / POLANŠEK, B., 2006. Krajinske zasnove za Črno na Korškem in Zreče (delovno gradivo). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije.
- GROSSMAN, D. H. / BOURGERON, P. / BUSCH, W. D. N. / CLELAND, D. / PLATTS, W. / RAY, G. C. / ROBINS, C. R. / ROLOFF, G., 1999. Principles for Ecological Classification. V: SAZARO, R. C. / JOHNSON, N. C. / SEXTON, W. T. / MALK, A. J. (ur.). Oxford, Ecological stewardship II: 353–385.
- HLADNIK, D. / HOČEVAR, M., 1989. Izboljšanje učinkovitosti in informacijske vsebine gozdne inventure s stratificiranim vzorčenjem. Zb. gozd. lesar. 34: 5-20.
- HLADNIK, D., 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu. Zb. gozd. lesar. 38: 55-96.
- HLADNIK, D. / HOČEVAR, M., 1993. Monitoring of a forested landscape - from tree to region. V: ANKO, B. (ur.). The role of landscape ecology in forestry : proceedings of IUFRO Working Party Landscape Ecology. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 99-106.
- HOČEVAR, M., 1990a. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. Zbirka referatov in navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 48 s.
- HOČEVAR, M., 1990b. Zasnova gozdne inventure kot del gozdarskega prostorskega informacijskega sistema. V: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 10-18.
- HOČEVAR, M. (ur.), 1991. Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne metode. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 45 s.
- HOČEVAR, M., 1993. Dendrometrija - gozdna inventura (višja šola). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, 274 s.
- HOČEVAR, M. / HLADNIK, D. / KOVAČ, M., 1994. Verwendung digitaler Orthophotokarten fuer die forstliche Bestandeskartierung. V: Photogrammetrie & Forst - Stand der Forschung und Anwendungen in der Praxis. Freiburg iBR. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Forstwissenschaftliche Fakultät, Abt. Luftbildmessung und Fernerkundung: 155-168.
- HOČEVAR, M., 1996. Daljinsko pridobivanje podatkov v gozdarstvu. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta - oddelek za gozdarstvo, 105 s.
- I.S.M., 1997. The fundamentals of digital Photogrammetry. International Systemap Corp. Vancouver, 80 s.
- JOGAN, N. / KALIGARIČ, M. / LESKOVAR-ŠTAMCAR, I. / SELIŠKAR, A. / DOBRAVEC, J., 2004. Habitatni tipi Slovenije : tipologija.

- Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje: 64 s.
- KOVAČ, M., 2004. Velikoprostorsko strateško načrtovanje za trajnostni razvoj gozdov: 4. del. *GozdV* 62: 201-210.
- KOVAČ, M. / KUŠAR, G. / BATIČ, F. / SIMONČIČ, P. / POLANŠEK, B. / JAPELJ, A. / SKUDNIK, M. / KRMA, P., 2007. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov – priručnik za terensko snemanje podatkov. Delovno gradivo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 47 s.
- KOVAČ, M. / KUŠAR, G. / KUTNAR, L. / ROBEK, R., 2008. Splošne pripombe na vsebino gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot (interno gradivo). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 11 s.
- KOVAČ, M. / HOČEVAR, M., 2008. Kratek oris razvoja gozdnih inventur in kontrolne vzorčne metode po svetu in v Sloveniji (v tisku).
- NOSS, F. R., 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management*, 115: 135–146.
- MAPINFO, 2007. MapInfo Professional v9.5. Pitney Bowes MapInfo.
- MKGP, 2008. Interpretacijski ključ, Podroben opis metodologije zajema dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 88 s.
- OrthoMapper, 2008. Image Processing software. Medmrežje: <http://www.orthomapper.com> (5.2.2009).
- POLJANEC, A. / BONČINA, A., 2006. Obravnavanje gozdnih sestojev v gozdarskem načrtovanju na primeru gozdnih območij Bohinj in Pohorje. *Zb. gozd. lesar.* 79: 53-66.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih.- Ur. l. RS št. 5/98; Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih.- Ur. l. RS št. 70/06, 12/08.
- PurView, 2008. PurVIEW for ArcGIS. Medmrežje: <http://www.mypurview.com> (5.2.2009).
- SKUDNIK, M., 2007. Tehnologija izdelave in vzdrževanja karte gozdnih sestojev. Diplomsko naloga, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 103 s.
- STATE OF EUROPE'S FORESTS, 2007. The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe. 5th Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Warsava: 236 s.
- ŠUMRADA, R., 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: 284 s.
- DeVRIES, P.G. 1986. Sampling Theory for Forest Inventory. Heidelberg, Berlin, New York Springer Verlag, 399 p.
- WARREN, R. P. (ur.), 1997. Manual for Photographic Interpretation, Second Edition. Grosvenor Lane, American Society for Photogrammetry, 689 s.
- Zakon o gozdovih.- Ur. l. RS št. 30/93; Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o gozdovih.- Ur. l. RS št. 67/02, 110/07.
- Zeiss-Intergraph Imagestation, 2007. Intergraph. Medmrežje: <http://www.intergraph.com> (5.2.2009).
- ZGS 2003. Gozdnogospodarski načrt GGE Leskova Dolina. Zavod za gozdove Slovenije, Postojna: 113 s.
- ZGS 2005. Gozdnogospodarski načrt GGE Pokljuka. Zavod za gozdove Slovenije. Bled: 162 s.

KAKOVOST SESTOJNE KARTE SLOVENIJE

Tomaž ŠTURM¹

Izvleček

Izdelava vseh listov sestojne karte za Slovenijo je bila zaključena leta 2007. Karta je rezultat desetletnega dela slovenske gozdarske stroke in vsebuje številne podatke o stanju gozda oz. sestojev: površino, lesno zalogo, drevesno sestavo...

Uporabniki sestojne karte bodo lahko poleg gozdarjev tudi lastniki gozdov, prostorski načrtovalci, vladne službe za varstvo narave in drugi. Za vse uporabnike je zelo pomembna njena kakovost. Zato je bila izdelana dejanska ocena kakovosti karte na osnovi ISO- standardov: ISO 19113:2002 GI – kakovostna načela in ISO 19114:2003 GI – postopki za ocenjevanje kakovosti, ki opredeljujeta poenoteni kakovostni model in metodologijo za določanje kakovosti prostorskih podatkov. Ocena kakovosti je poudarila dobre stvari in pokazala na pomanjkljivosti izdelave karte, kar je zelo pomembno za Zavod za gozdove Slovenije kot avtorja in lastnika, saj bodo tako sprejeti dodatni ukrepi, ki bodo pripomogli k njeni večji kakovosti.

Ključne besede: Zavod za gozdove, sestojne karte, sestoji, ocena kakovosti, kakovostni modeli

QUALITY OF THE FOREST STAND MAP OF SLOVENIA

Abstract

All sheets of the Slovenian forest stand map were completed in 2007 and are the result of a 10-year work by more than 100 Slovenian forest professionals. The completed forest stand map contains numerous data on the condition of forests and stands, such as their surface areas, growing stock, tree composition, etc.

Users of the stand map are foresters and forest owners, landscape planners, the Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation, and several other stakeholders who wish to have a stand map of high quality at their disposal. So, after completing the map, its quality was evaluated on the basis of requirements by ISO standards: ISO 19113:2002 GI that defines quality principles, and ISO 19114:2003 GI that stipulates the procedures for quality evaluation. The latter pointed out the map's good aspects as well as insufficiencies, which is very important for Slovenia Forest Service as the forest stand map's owner and creator. Thus, additional measures can be taken that are to contribute to its even higher quality.

Key words: Slovenia Forest Service, forest stand maps, forest stands, quality evaluation, quality models

UVOD

INTRODUCTION

Zavod za gozdove Slovenije (v nadaljevanju ZGS), ustanovljen z Zakonom o gozdovih (Ur. l. RS, št. 30/1993, s spremembami in dopolnitvami), opravlja javno gozdarsko službo v vseh gozdovih Slovenije, ne glede na lastništvo. ZGS opravlja svojo dejavnost na sedežu v centralni enoti v Ljubljani in na območnih enotah, ki so nadalje razdeljene na krajevne enote, te pa naprej na gozdne revirje. Zaradi izdelave in spremljanja uresničevanja gozdnogospodarskih načrtov je posamezno gozdnogospodarsko območje (v nadaljnjem besedilu območna enota - OE) razdeljeno na enote nižjega reda – gozdnogospodarske enote (v nadaljevanju GGE), ki so sicer po nastanku starejšega izvora (GAŠPERŠIČ, 1995, 403). Slednje se z nestransko razčlenitvijo razdelijo na oddelke in odseke.

Zbiranje podatkov o značilnostih gozdov po oddelkih oz. odsekih je v veljavi vse od sredine petdesetih let dvajsetega stoletja. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja pa se je izka-

zalo, da so potrebni natančnejši kazalci stanja gozdov. Zato je bil v letu 1998 sprejet Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Ur.l. RS, št. 05/98, 70/06, 12/08) (v nadaljevanju Pravilnik), ki je ohranil nekatera tradicionalna in uveljavljena načrtovalska orodja (gospodarske razrede, sisteme ciljev, smernic in ukrepov, zbiranje podatkov na ravni odsekov in oddelkov ipd.), hkrati pa je uvedel nekatere novosti, ki so bile posledica spremenjenih tehnoloških razmer (uporaba digitalnih ortofoto posnetkov in digitalnih katastrskih načrtov, zbiranje podatkov na ravni sestojev, stalne vzorčne ploskve). ZGS je na podlagi osnutka novega Pravilnika že v letu 1997 opravil terenska dela, tako da so bili prvi gozdnogospodarski načrti GGE sprejeti v letu 1998 v skladu z novim Pravilnikom.

Podrobno načrtovanje razvoja gozdov na ravni sestojev poteka sočasno z inventuro stanja gozdov pri tako imenovanem »opisu sestojev«. Vzporedno z inventuro stanja sestojev gozdnogojitveno diagnosticiramo in se – tudi na podlagi smernic z višje ravni – odločimo za ustrezne ukrepe (MATI-

¹ T. Š. univ. dipl. org. dela., Zavod za gozdove Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: tomaz.sturm@zgs.gov.si

JAŠIČ / ŠTURM, 2006, 74). Gozdni sestoji nam dajejo najobsežnejše podatke o stanju gozda, hkrati pa so tudi osnovne celice načrtovanih ukrepov. Analiza velikosti obravnavanja sestojev pri gozdnogospodarskem načrtovanju je pokazala, da je razmejevanje sestojev odvisno predvsem od strukture gozdnih sestojev, popisovalca, rastišča in intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi. Na obravnavanje sestojev pomembno vpliva tudi tradicija gozdarskega načrtovanja v posameznem gozdnogospodarskem območju (POLJANEC, 2005,101).

ZDRUŽEVANJE LISTOV SESTOJNE KARTE NA NIVOJU SLOVENIJE CONSOLIDATION OF STAND MAP SHEETS

Slovenija je razdeljena na 14 OE, ki so razdeljene na 233 GGE, po katerih se izdelujejo opisi gozda na ravni odsekov in sestojev. Podatki o opisih sestojev se zbirajo po GGE z obnovo gozdnogospodarskega načrta. Podatki o opisih gozda vsebujejo vse atributne in geometrične podatke (oblika, lokacija). Vsako leto se izdelajo opisi za približno 23 GGE, kar pomeni 1/10 celotne Slovenije. Po 10-ih letih je bila v letu 2007 zaključena obnova vseh gozdnogospodarskih načrtov

GGE v Sloveniji in zbrani vsi podatki o opisih gozda (odseki in sestoji).

Hkrati z zbiranjem podatkov o opisih gozda so se na ZGS odločili za pristop shranjevanja geometričnih in atributnih podatkov v dveh različnih zbirkah podatkov, ki se povezuje za potrebe prostorskih analiz prek enoznačnega identifikacijskega ključa. Tako se izdelujejo tudi posamezni listi Sestojna karte Slovenije, kjer so geometrični podatki zbrani v sloju objektov SEST, atributni podatki pa v datotekah ODSSES, ODSSESDV in ODSSESGD.

Sloj objektov SEST opisuje obliko in položaj sestojev iz stvarnega sveta, atributne datoteke pa vsebujejo naslednje podatke:

- ODSSES: datoteka s podatki o značilnostih sestoja in načrtovanem možnem poseku vsebuje podatke o razvojnih fazah sestojev, sklepu, negovanosti, pomlajeni površini, negovanosti ter lesni zalogi in prirastku, ločeno za iglavce in listavce. Zbirka hrani tudi podatke o smernicah za ukrepanje, predvidenih vrstah sečnje in načrtovanega možnega poseka (ločeno za iglavce in listavce). Za nekatere (mlajše) razvojne faze se v zbirko beležijo tudi podatki o zasnovi sestoja (Preglednica 1);

Preglednica 1: Struktura atributnih podatkov v datoteki ODSSES

Table 1: Structure of attribute data in ODSSES dataset

Ime polja	Opis	Tip polja	Dolžina polja	Število decimalnih mest
OE	Območna enota	Character	2	0
ODSEK	Odsek	Character	7	0
SESTOJ	Sestoj	Character	4	0
SL	Lastništvo	Character	1	0
POVRSINA	Površina [ha]	Numeric	6	2
SKSMERNI	Skupina gozdnogojitvenih smernic	Character	2	0
RFAZA	Razvojna faza oz. zgradba sestoja	Character	2	0
ZASNOVA	Sestojna zasnova	Character	1	0
SKLEP	Sestojni sklep	Character	1	0
POMPOV	Površina pomladka [ha]	Numeric	6	2
POMZAS	Zasnova pomladka	Character	1	0
NEGOVAN	Negovanost	Character	1	0
NVRSEC	Načrtovana vrsta sečnje	Character	3	0
LZIGL	Lesna zaloga iglavcev	Numeric	6	0
LZLST	Lesna zaloga listavcev	Numeric	6	0
4PRIGL	Prirastek iglavcev	Numeric	6	2
PRLST	Prirastek listavcev	Numeric	6	2
ETIGL	Etat iglavcev	Numeric	5	0
ELST	Etat listavcev	Numeric	5	0
METODA	Metoda ugotavljanja lesne zaloge	Character	1	0
SPREMEMBA	Šifra popisovalca in datum spremembe	Character	11	0

- ODSSESDV: datoteka s podatki o dendrometrijski strukturi sestojja zajema podatke o deležu drevesnih vrst po lesni zalogi ter njeni debelinski strukturi. Debelinska struktura se oceni na terenu le v primeru, če sestoj pripada gospodarskemu razredu, v katerem se lesna zaloga ocenjuje le okularno in v njem ni meritev na stalnih vzorčnih ploskvah. V isti datoteki so tudi podatki o strukturi prirastka ter o strukturi pomladka (če se pojavlja v sestoju);
- ODSSESGD: datoteka s podatki o načrtovanih gojitvenih in varstvenih delih vsebuje površino in intenziteto posameznih načrtovanih gojitvenih in varstvenih del v določenem sestoju. Pri tem si popisovalec pomaga tudi s posodobljenim gozdnogojitvenim načrtom.

Ko so bili zbrani podatki opisov sestojev za vse liste sestojne karte, so se zvrstile sledeče naloge: združevanje atributnih in geometričnih podatkov za vse liste na ravni Slovenije, kontrola atributnih (struktura tabel, odprava grobih napak) in geometričnih (struktura tabele, odprava topoloških napak) podatkov, kontrola enoznačnih oznak atributnega in geometričnega dela ter na koncu še povezava geometričnih podatkov z atributnimi.

Sestojna karta Slovenije je bila narejena s povezovanjem geometričnih podatkov SEST z atributnimi podatki v dato-

tekah ODSSES in ODSSESDV. Povezava poteka prek enoznačnega identifikacijskega ključa, ki je sestavljen iz oznake GGO, oznake odseka in oznake sestojja (13-mestna oznaka).

Geometrični del pokriva celotni prostor Slovenije in je sestavljen iz 345.689 zapisov. Od tega je 48.262 zapisov, ki pokrivajo negozdni prostor, 297.425 pa je enoznačno označenih zapisov, ki pokrivajo gozd (opisi sestojev), kar je tudi natančno število gozdnih sestojev v Sloveniji (Slika 1).

V atributni datoteki, ki vsebuje podatke o značilnostih sestojja in načrtovanem možnem poseku (ODSSES), je 346.049 zapisov, kar je 48.624 zapisov več kot v geometričnih podatkih (SEST), ker se opisi sestojev še dodatno vodijo po lastništvu v posameznem sestoju (zasebni gozdovi, gozdovi lokalnih skupnosti, državni gozdovi, gozdovi drugih pravnih oseb). Zato so bili podatki v datoteki ODSSES združeni po enoznačnem ključu, enoličnih zapisov je 297.425, kar pomeni, da se njihovo število ujema s številom zapisov geometričnega dela. Sledilo je še povezovanje podatkov in postopek izdelave Sestojne karte Slovenije je bil zaključen.

Sestojna karta Slovenije ali združeni podatki za vse liste o opisih sestojev na ravni Slovenije je bila narejena po vseh opravljenih delih in kontrolah.

Sledila je analiza zbranih podatkov in s tem ocena kakovosti sestojne karte.



Slika1: Prikaz sestojne karte na podlagi DOF5

Fig. 1: Graphical presentation of the stand map on the basis of DOF5

ANALIZA KAKOVOSTI PO ISO-STANDARDIH ISO STANDARD QUALITY ANALYSIS

Za uspešno opravljanje prostorskih analiz sta ključni lastnosti sestava in kakovost prostorskih podatkov. Na podlagi ocene kakovosti vhodnih podatkov se lahko oceni zanesljivost in stopnja zaupanja rezultatov prostorskih analiz. Zato so potrebni objektivni in poenoteni kazalci o dejanski kakovosti in primernosti prostorskih podatkov za načrtovano uporabo. Za ocenjevanje kakovosti prostorskih podatkov obstajajo mednarodni ISO-standardi, ki opredeljujejo kakovostni model in osnovno metodologijo za določanje kvalitete.

Analiza kakovosti podatkov o značilnostih sestaja in načrtovanem možnem poseku (ODSSES) ter geometrične slike sestojev (SEST) je narejena po mednarodnih ISO-standardih. Preverjala se je predvsem skladnost zbranih podatkov s Pravilnikom, medtem ko vsebinske vrednosti opisov sestojev (pravilno izrisane meje, vrednosti posameznih atributov) niso bile predmet analize.

KAKOVOSTNI MODEL

V Sloveniji sta veljavna standarda ISO 19113:2002 – kakovostna načela in ISO 19114:2003 – postopki za ocenjevanje kakovosti. Elementi ISO-standardnega kakovostnega modela se delijo na pet osnovnih (kvantitativnih) elementov kakovosti:

1. podatkovna popolnost,
2. logična usklajenost,
3. položajna natančnost,
4. časovna natančnost,
5. tematska natančnost,

in tri pregledne (kvalitativne) elemente kakovosti:

1. namen,
2. uporaba,
3. poreklo.

Osnovni elementi kakovosti imajo lahko določene podelemente, ki rabijo za podrobnejšo opredelitev kakovosti podatkov v podatkovnem nizu (ŠUMRADA, 2005, 108).

Podatkovna popolnost podaja obstoj ali neobstoj objektov, atributov ali relacij v podatkovnem nizu ali modelu ter ima lahko dva podelementa:

- izostanek podatkovnih vrednosti v atributih objektov ali podatkov o dejanskih pojavih v podatkovnem nizu,
- nadštevilne ali presežne vrednosti v atributih objektov v podatkovnem nizu.

Logična usklajenost podaja stopnjo skladnosti med pojmovnimi in logičnimi pravili podatkovnega modela ter strukturo podatkov v podatkovnem nizu, kar se nanaša predvsem na sestavo razredov, atributov in relacij med njimi. Vsebuje lahko štiri podelemente:

- pomensko skladnost, ki podaja skladnost med pojmovnim modelom in njegovim formalnim opisom v pojmovni shemi,
- domensko skladnost, ki podaja usklajenost podatkovnih vrednosti z definicijskim območjem oz. zalogo možnih vrednosti določenega atributa,
- formatno skladnost, ki podaja stopnjo usklajenosti shranjenih podatkov s fizično strukturo podatkovnega niza,
- topološko skladnost, ki podaja pravilnost izrecno opredeljenih topoloških lastnosti med gradniki v podatkovnem nizu.

Položajna natančnost podaja točnost lege v podatkovnem nizu vsebovanih objektov in ima naslednje podelemente:

- absolutno ali zunanjo natančnost, ki podaja odmik položaja s koordinatami podane lege objektov v podatkovnem nizu od njihove stvarne lokacije,
- relativno ali notranjo natančnost, ki podaja odmik relativno podanega položaja objektov v podatkovnem nizu od njihove stvarne relativne lege,
- gridno natančnost, ki podaja odmik položaja gridnih podatkov v podatkovnem nizu od njihove prave lokacijske vrednosti.

Časovna natančnost podaja točnost časovnih atributov in časovnih odnosov med obravnavanimi objekti v podatkovnem nizu ter ima lahko sledeče tri podelemente:

- točnost časovnih meritev, ki podaja pravilnost ali odmik časovnih podatkov o prostorskih pojavih ali objektih,
- časovno usklajenost, ki podaja usklajenost razvrstitve ordinalnih podatkov, nanaša pa se tudi na protislovnost v časovni topologiji objektov,
- časovno veljavnost, ki podaja skladnost ali obstojnost podatkov glede na časovno razsežnost.

Tematska natančnost podaja zanesljivost izvedene klasifikacije objektov ter točnost kvantitativnih in pravilnost kvalitativnih opisnih atributov v podatkovnem nizu in ima lahko naslednje tri podelenosti:

- ustreznost klasifikacije objektov, ki podaja zanesljivost primerjalnega razvrščanja objektov v ustrezne razrede glede na uporabljeni objektni katalog za določeno problemsko področje,
- kvantitativno točnost, ki podaja zanesljivost števnih vrednosti opisnih atributov,
- kvalitativno pravilnost, ki podaja doslednost neštevnih vrednosti opisnih atributov.

V nadaljevanju so opisani parametri, ki smo jih preverjali pri posameznem elementu kakovosti, in rezultati njihove analize.

PODATKOVNA POPOLNOST

Pri podatkovni popolnosti se je preverjalo manjkajoče (prazna polja) in presežne vrednosti v posameznih poljih za gozdne sestojne v datoteki ODSES ter obstoj in/ali neobstoj členitve negozdnih površin v gozdnem prostoru.

Prva ugotovitev je, da se zbira velika količina zelo podrobnih podatkov o gozdnem prostoru in negozdnih zemljiščih. V atributnih podatkih je veliko praznih polj (sklep, zasnova, negovanost), ki siromašijo zbrane podatke, vendar se v skladu s Pravilnikom ne vpisujejo vedno vsi parametri.

V atributnih podatkih se pojavljajo nepravilne kombinacije zbranih podatkov pri podatkih o zasnovi in površini pomladka, saj obstajajo podatki o zasnovi pomladka, ni pa površine (3 %), ali pa je podatek o površini pomladka, ni pa podatka o njegovi zasnovi (12 %).

Presežne vrednosti ne obstajajo, v določenih primerih (prebiralni gozd) se uporabljajo šifre, ki v Pravilniku dejansko niso zapisane, obstajajo pa kot posledica preteklega gozdnogospodarskega načrtovanja.

Negozdne površine niso zajete v 15 % GGE, šifrant za določitev negozdnih površin gozdnega prostora se ne uporablja v 16 % GGE, pa še tam, kjer se, ni upoštevan dosledno.

LOGIČNA USKLAJENOST

Topološka usklajenost podatkov in skladnost zbranih podatkov s Pravilnikom sta bila parametra, uporabljena za določitev logične usklajenosti. Predmet analize je bila ustreznost

formatov geometričnih in atributnih podatkov, neskladnosti med njimi, ali so vsi poligoni v geometričnih podatkih zaključeni, ali pa se pojavljajo prekrivanja (vrzeli) med njimi.

Zbirka podatkov o gozdnih sestojih dosega veliko skladnost s Pravilnikom, tako glede načina pridobivanja podatkov kot tudi izbire projekcije in uporabe šifrantov, ki so sestavni del Pravilnika. V polju ODSEK obstajajo v oznaki odseka prazna mesta npr. 01 1A, 01 58B. Teh zapisov je 20.109 ali 7 % in se pojavljajo v 11ih GGE oz. v eni sami OE. Prazna mesta se ne obravnavajo kot napake, vendar obstaja možnost napake pri povezovanju različnih podatkov in pri prehodu med različnimi relacijskimi bazami.

Analiza je pokazala, da so vsi poligoni zaključeni in pokrivajo celoten prostor brez prekrivanja ali vrzeli med njimi. Obstaja veliko število multipoligonov, ki ponazarjajo opise sestojev, ki so prostorsko ločeni, vendar z istimi značilnostmi, kar omogoča enostavnejši vnos podatkov in je skladno s Pravilnikom. Prvotnih 297.425 zapisov z multipoligoni, ki so bili razbiti na posamezne poligone, se je povečalo na 500.237 zapisov, kar pomeni, da je 40 % opisov sestojev prostorsko ločenih.

Karta je topološko pravilno izdelana in kot taka brez napak, moteče je le veliko število premajhnih površin gozdnih sestojev in preveliko število multipoligonov.

POLOŽAJNA NATANČNOST

Pri položajni natančnosti se je preverila zgolj lokacijska natančnost sestojev, ki je v veliki meri odvisna od natančnosti DOF5; razlike med lego slike pojava (geometrična slika sestojev) v podatkovnem nizu in njegovo dejansko lego v naravi niso bile predmet preverjanja.

Podatki o opisih sestojev se zajemajo na podlagi terenskega ogleda z metodo fotointerpretacije (zaslonske digitalizacije), pri čemer se kot podlaga uporabljajo posnetki iz zraka, ki so vpeti v državni koordinatni sistem (z ločljivostjo najmanj 1 meter). Edini vir zajema podatkov je DOF5, katerega pozicijska natančnost znaša +/- 1.0 m (srednji pogrešek) (GURS, 2007). Na kakovost DOF5 pa ima zelo velik vpliv natančnost digitalnega modela višin (Kosmatin Fras, 2004, 171). Tako so Radovan in sod. (2000, cit. po KOSMATIN FRAS, 2004, 176) natančnost novejših podatkov DOF5 v merilu 1 : 25.000 na odprtem terenu ocenili na 0,5 do 2 m, v gozdu pa zaradi težav z interpretacijo in vidnostjo tal na 3 do 5 m, lahko tudi 10 m ali več. To natančnost se najlaže doseže na pretežno ravnem in odprtem terenu. Zelo pa so problematična gozdna, go-

sto poseljena in gorata območja (KOSMATIN FRAS, 2004, 175).

Položajna natančnost sestojne karte je največ enaka ocenjeni natančnosti DMV v gozdu, kar pomeni, da je srednja natančnost karte največ 7m.

ČASOVNA NATANČNOST

Analiza datuma izdelave opisov sestojev po GGE, datuma izdelave DOF5 in frekvence obnavljanja gozdnogospodarskih načrtov je bila osnova za določitev časovne natančnosti.

Splošni del gozdnogospodarskega načrta se izdeluje za obdobje 10-ih let, za isto obdobje se zajemajo tudi podatki o opisih sestojev. Prvi opisi sestojev na terenu za posamezno GGE so bili izdelani že leta 1997, zadnji pa leta 2006, vendar vsi v skladu s programom obnove. Iz tega sledi, da je povprečna starost sestojne karte 5 let. Frekvenca obnavljanja podatkov je približno 10 % Slovenije vsako leto. Opisi sestojev se opravljajo leto dni pred sprejetjem gozdnogospodarskega načrta, zato so podatki v trenutku veljavnosti stari že približno eno leto.

Prvi DOF5, ki so bili uporabljeni za izdelavo opisov sestojev leta 1997, so bili narejeni že leta 1994, zadnji pa leta 2006 (GURS). Iz tega sledi, da so bili prvi listi sestojne karte stari že 10 let in narejeni na podlagi DOF5 iz leta 1994, zadnji listi pa so bili stari eno leto in narejeni na podlagi DOF5 iz leta 2006.

Povprečna srednja starost prve sestojne karte je v veliki meri odvisna od datuma izdelave DOF5. Pa vendar karta vsebuje podatke o gozdu, ki so v povprečju starejši od 5 let, v tem primeru najmanj 7 let.

TEMATSKA NATANČNOST

Tematska natančnost obravnava razlike pri zajemanju tako gozdnega kot negozdnega prostora med posameznimi GGE in OE, dodatno se je preverila velikost sestojev.

Analiza je pokazala, da obstajajo velike razlike pri zajemu opisov sestojev med posameznimi GGE, še bolj pa so očitne razlike med posameznimi OE pri zajemanju negozdnih površin v gozdnem prostoru. V posameznih GGE (15 %) se negozdni prostor sploh ne prikazuje.

Velikosti poligonov za opise sestojev so se preverjale v skladu s Pravilnikom (31. člen), ki govori o najmanjši površini sestoja, ki praviloma ni manjša od 0,5 ha. Ob predpostavki, da veljajo iste velikosti površin tudi za negozdni prostor, so

bile preverjene tudi te. Kontrola je pokazala naslednje rezultate:

- kontrolo površin na opisih sestojev, ki so prostorsko ločeni (multipoligoni), je razkrila, da ima 15 % sestojev manjšo površino kot 0,5 ha,
- potem ko smo multipoligone razbili na posamezne poligone, je analiza pokazala, da je 31 % sestojev s površino, ki je manjša od priporočene,
- obstajajo tudi poligoni s površino, manjšo od 0,01 ha, kar je podana natančnost površine gozdov (Pravilnik ..., 1998) in sicer jih je 1,4 %,
- negozdnih površin v gozdnem prostoru, ki imajo površino manjšo od 0,5 ha, je 26 %,
- površin, ki so manjše od 0,1 ha, je 0,09 % ali 264 sestojev.

Tematska natančnost je pokazala, da obstajajo velike razlike med posameznimi GGE in OE pri izdelavi opisov sestojev. Prikazovanje negozdnih površin v gozdnem prostoru je prepuščeno posamezni OE, premalo pa je poudarka na sami kontroli velikosti površin.

SKLEP

Analiza Sestojne karte Slovenije je pokazala njeno kvaliteto izdelavo in visoko stopnjo skladnosti zajetih podatkov s Pravilnikom. Ugotovljene so bile tudi določene pomanjkljivosti, ki se lahko v veliki meri zlahka odpravijo (kontrolne pri vnosu podatkov), s čimer se karti poveča njena uporabnost in dodatna vrednost.

Pri izdelavi listov sestojne karte obstaja določeno zaporedje obnove gozdnogospodarskih načrtov, ki traja 10 let, prav tako so znane kartografske podlage (DOF5), to pa so osnove, na katere načrtovalci nimajo vpliva. Položajna natančnost je odvisna od kvalitete DOF5, ki se z leti izboljšuje, prav tako je pomemben datum izdelave DOF5, ki se uporablja pri zaslonski interpretaciji opisov sestojev. Pri tem je pomembno, da v trenutku obnove uporabljamo zadnje izdelane DOF5, ki so na voljo.

Na druge elemente kakovosti (podatkovno, logično in tematsko) načrtovalci lahko vplivajo s svojim delom, ki mora biti kvalitetno in predvsem zelo natančno. Pri tem je treba povečati doslednost načrtovalcev, predvsem v razmejevanju dejanske lege sestojev v naravi (natančnejše razmejevanje sestojev) in v samih atributnih podatkih o opisih sestojev, saj so zapisane tudi vrednosti, ki niso skladne s šifrantom.

Razviti je treba postopke in metode, na podlagi katerih se bodo opravljale vsebinske kontrole geometričnih podatkov sestojne karte, kjer se bo preverjala pravilnost razmejevanja sestojev na podlagi DOF5. Razmejevanje sestojev mora temeljiti na objektivnih kazalnikih, kot sta horizontalna in vertikalna struktura gozdov, in ne sme biti izpostavljeno drugim vplivom, ki jih je ugotovil Poljanec (2005,101). Prav tako je treba poenotiti, po zgledu atributnih podatkov, zajemanje in prikazovanje negozdnih površin v gozdnem prostoru ter predpisati najmanjše površine zajema opisov sestojev. Nad temi vrednostmi je treba opravljati kontrolo in vse nepravilnosti odpraviti že v postopku izdelave. V atributnih podatkih sestojne karte je veliko zapisov brez vrednosti, kar zmanjšuje podatkovno popolnost karte, geometrični podatki pa vsebujejo veliko število multipoligonov (40 %), in potreben je temeljit razmislek o smiselnosti njihove uporabe. Dejstvo je, da (ne)vrednosti in multipoligoni siromašijo kakovost podatkov in v določenih primerih onemogočajo kakovostne analize določenih parametrov.

Analiza kakovosti je pokazala, da je sestojna karta velik tehnološki dosežek slovenskega gozdarstva, je kakovostno izdelana in omogoča podroben vpogled v stanje gozdov na mikro ravni. Uporabnost karte presega njen osnovni namen izdelave za gozdnogospodarsko in gozdnogojitveno načrtovanje in se bo pokazala šele v prihodnjih letih kot ena ključnih informacij o gozdu in gozdnem prostoru.

CONCLUSIONS

The analysis of the Slovenian forest stand map has shown its solid elaboration and a high degree of congruity of the encompassed data with current Regulations. Certain inadequacies were also ascertained which, however, can be mostly eliminated with ease (control during data entry), by which the map will gain in its applicability and added value.

In the making of the Slovenian forest stand map sheets, there is a certain 10-year sequence regarding the renewal of forest-management plans. Cartographic bases (DOF5), which cannot be influenced by the planners, are also known. The position accuracy depends on DOF5 quality that has been improved through years. Also significant is the date of DOF5 production, which is used in the screen interpretation of the stands and their description. It is important, however, that the latest available DOF5s are used in the moment of reconstruction.

Other quality elements (in terms of data, logic and topic) can be influenced by the planners through their own work, which has to be of high quality and, above all, very accurate. Here, the planners' consistency has to be increased, primarily in the demarcation of the actual position of the stands in nature (their more accurate demarcation) and in the attribute data on the stands' description themselves, considering that values that are not in compliance with codes are also written. Procedures and methods should be developed, on the basis of which controls of the stand map's geometric data will be carried out, where the regularity of the stands' demarcation on DOF5 basis will be ascertained. The stands' demarcation must be founded on impartial indicators, such as horizontal and vertical structure of the forests, and should not be subjected to other influences, as ascertained by Poljanec (2005,101). Following the example of attribute data, the embracement and presentation of non-forest areas should be standardised, and the smallest areas of embracement of the stands' description prescribed. These values should be supervised and all discrepancies eliminated as early as during the making of the map. In the forest stand map's attribute data, several records of no value can be found, which reduces the map's data integrity, while geometric data contain a high number of multipolygons (40%), which means that the reasonableness of their use should be well considered. The fact is that (non)values and multipolygons impoverish the data quality and prevent, in certain cases, solid analyses of specific parameters.

The quality analysis has shown that the forest stand map is a high technological achievement by the Slovenian forestry. It is well made and enables a detailed insight into the state of forests at the micro level. The map's applicability surpasses its basic purpose of being made for forest-management and silvicultural planning and will manifest itself only in the ensuing years as a key information on forests and their space.

VIRI IN LITERATURA

- BONČINA, A., 2000. Primerjava strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presoja uporabnosti izsledkov za gozdarsko načrtovanje. - Zbornik gozdarstva in lesarstva 63: 153-181,
- GAŠPERŠIČ, F., 1995. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi, učbenik, Ljubljana, Univerza v Ljubljani Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
- HLADNIK, D., 2000. Razvoj koncepta gozdnih inventur na Slovenskem. V: XX. Gozdarski študijski dnevi: nova znanja v gozdarstvu – prispevek visokega šolstva. Potočnik I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 105-126,
- KOSMATIN FRAS, M., 2004. Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota, Geodetski vestnik 48/2004-2, Ljubljana,

- KOTAR, M., 1994. Gojenje gozdov: ekologija gozda in gozdoslovje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
- MATIJAŠIČ, D. Gozdnogospodarsko načrtovanje na Zavodu za gozdove Slovenije – prehojena pot in prihodnje naloge, 2005, Gozdarski vestnik, 63/2005, št. 7-8, str. 329 – 335,
- MATIJAŠIČ, D. / ŠTURM, T., 2006. Sestojna karta Slovenije, V: XXIV. Gozdarski študijski dnevi, Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino, Hladnih D. (ur.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
- Medmrežje 1: <http://prostor.gov.si/cepp> (5.12.2008),
Medmrežje 2: <http://www.zgs.gov.si/> (17.12.2008),
- PETROVIČ, D., 2006. Ocena kakovosti državne topografske karte v merilu 1 : 50 000, Geodetski vestnik 50/2006-2, Ljubljana,
- POLJANEC, A., 2005. Analiza obravnavanja sestojev kot inventurnih in načrtovalnih enot v gozdarskem načrtovanju, magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, Ur.l. RS, št. 05/98, 70/06,
- SKUDNIK, M., 2007. Tehnologija izdelave in vzdrževanja karte gozdnih sestojev, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
- ŠUMRADA, R., 2005. Strukture podatkov in prostorske analize, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Zakon o gozdovih, Ur.l. RS 30/93, 67/02, 110/07.

ČASOVNO IN STROŠKOVNO OVREDNOTENJE KONTROLNE VZORČNE METODE IN PRIMERJAVA Z DRUGIMI METODAMI IZMERE GOZDOV

Edo KOZOROG¹

Izvleček

V gozdnogospodarskem območju (GGO) Tolmin že skoraj 40 let vodimo podatke o porabi časa po posameznih delih pri obnovah gozdnogospodarskih načrtov (GGN) gozdnogospodarskih enot (GGE). V prispevku je analizirana dosežena časovna racionalizacija pri inventuri gozdov glede na obseg in metodo izmere. Opravljena je bila stroškovna analiza kontrolne vzorčne metode (KVM) glede na različno gostoto mreže, fitogeografske razmere in postavitev oziroma ponovitev meritev na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Opravljena je bila tudi primerjava s polno premerbo, ki se danes uporablja le še v gozdnih rezervatih in na posameznih objektih (odsekih) zaradi preverjanja tarif in za urjenje v okularnih cenitvah, ter s popisom spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov.

Poraba časa za gozdno inventuro se je v zadnjih desetletjih (1970-2007) zmanjšala za več kot 6-krat. Hkrati se je z zgoščeno mrežo SVP doseglo pokritje dobre polovice gozdov v GGO. Pred tem je bilo s polno premerbo in Bitterlichovo metodo pokrito le okoli 15 % najboljših gozdov v GGO Tolmin.

V prispevku je podrobno prikazana poraba časa za inventurne metode, ki so se uporabljale v zadnjih 40-ih letih s poudarkom na KVM. Ta se zelo razlikuje glede na gostoto vzorčenja in terenske razmere, ki so v GGO Tolmin glede na druge dele Slovenije v povprečju bistveno zahtevnejše.

Ključne besede: kontrolna vzorčna metoda, popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov, razvrednotenje gozdov, poškodovanost gozdov, analiza časa, analiza stroškov, Tolmin

TIME AND COST ASSESSMENT OF CONTROL SAMPLING METHOD AND COMPARISON WITH OTHER METHODS OF FOREST INVENTORY

Abstract

The Tolmin Forest Management Region (FMR) has been recording the data on the amount of time needed for the reconstruction of forest management plans (FMP) of forest management units (FMU) for individual areas for 40 years. In the present article, the achieved rationalisation of time in the field of forest measurements is analysed according to the size and the method of measurements. The cost analysis of control sampling method (CSM) was performed with regard to various degrees of sampling, phyto-geographical conditions and setting up or repetition of measurements on permanent sampling plots (PSP). Furthermore, we made comparison with diameter measurements of all trees, which is nowadays used only in forest reserves and particular objects (sections) in order to check the rates as well as to practice ocular evaluation and forest ecosystem condition survey.

The amount of time needed for the forest inventory has been reduced more than 6 times over the last decades (1970-2007). Simultaneously, around half of the forests in the region were covered with the PSP. Prior to it, only 15% of the most productive forests in the area had been covered with diameter measurements of all trees and Bitterlich's method.

The amount of time needed for the inventory methods, which have been used in the last 40 years, with emphasis on CSM, is shown in some detail in the present article. This amount varies in relation to sampling density and field conditions, which are in Tolmin FMR generally far more demanding than in the rest of Slovenia.

Key words: control sampling method, forest and forest ecosystem condition survey, forest health, defoliation, time analysis, cost analysis, Tolmin

UVOD INTRODUCTION

V gozdnogospodarskem območju (GGO) Tolmin že skoraj 40 let vodimo evidenco o porabi časa po posameznih delih pri obnovah gozdnogospodarskih načrtov (GGN) gozdnogospodarskih enot (GGE). Podatke o obsegu dela in porabi časa, ki jih lahko najdemo v tekstnih ali arhivskih delih GGN, smo poenotili, osnovne analize pa napravili v uporabniškem programu MS Office Excel. Osnovni namen analize je bil zla-

sti ugotoviti doseženo racionalizacijo na področju inventure gozdov glede na obseg in metodo izmere gozdov.

Ker v GGO Tolmin že drugo desetletje uporabljamo kontrolno vzorčno metodo (KVM), je v prispevku časovno in stroškovno ovrednotena zlasti ta metoda. Analiza je bila opravljena glede na različno stopnjo vzorčenja, fitogeografske razmere in postavitev oziroma ponovitev meritve na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Opravljena je bila tudi primerjava s polno premerbo, ki se danes uporablja le še v gozdnih rezervatih in na posameznih objektih zaradi preverjanja tarif in za

¹ E. K. univ. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, OE Tolmin, Tumov drevored 17, 5220 Tolmin, E-mail: edo.kozorog@zgs.gov.si

urjenje v okularnih cenitvah, ter s popisom spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov, ki ima nekatere značilnosti velikoprostorske (nacionalne) inventure gozdov, kot jo poznajo nekatere dežele (ZAFRAN / BOGOVIČ 2003).

Opredelitev pojma inventura gozdov: zajema izmero gozdov (vsa terenska dela skupaj z uvajanjem in kontrolo) in kabinetna dela (priprava, urejanje gradiva, vnos in obdelava podatkov).

DOSEŽENA RACIONALIZACIJA PRI IZMERI GOZDOV V ZADNJIH DESETLETJIH

THE ACHIEVED RATIONALISATION OF TIME IN THE FIELD OF FOREST MEASUREMENTS IN THE LAST FEW DECADES

V zadnjih tridesetih letih je bila dosežena znatna racionalizacija gozdnogospodarskega načrtovanja. Podatki v grafikonu (Slika 1) se sicer nanašajo le na OE Tolmin, vendar veljajo podobni trendi tudi za Slovenijo (KOZOROG / MATIJAŠIČ 2003). Pri tem je izmera gozdov dosegla večjo racionalizacijo (indeks 1971/2001 je 0,16) kot druga dela pri gozdnogospodarskem načrtovanju (indeks 1971/2001 je 0,37).

OBSEG PODROBNO IZMERJENIH SESTOJEV SKOZI DESETLETJA

EXTENT OF DETAILED STAND MEASUREMENTS IN THE LAST FEW DECADES

Za GGO Tolmin so značilne zelo težavne terenske razmere. Poleg zelo velikih višinskih razlik in naklonov terensko delo otežujejo tudi globoke in marsikje težko dostopne grape, velik delež zaraščajočih površin, ki otežujejo prehodnost, in slaba odprtost gozdov, ki povečuje čas dostopa do SVP. Zaradi povečanih stroškov gospodarjenja se že od vsega začetka upo-

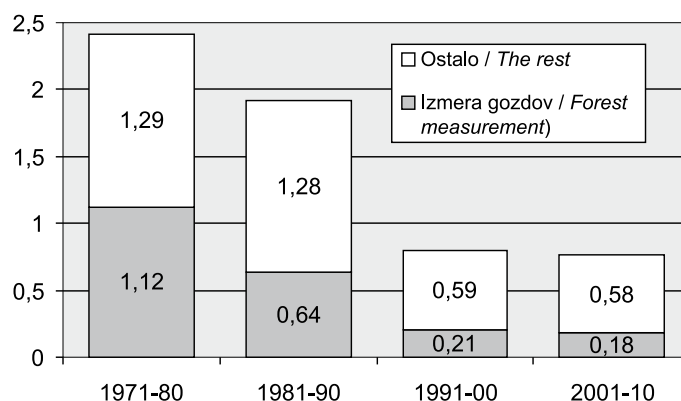
rablja racionalen pristop pri gospodarjenju z gozdovi in zato tudi pri gozdnogospodarskem načrtovanju in izmeri gozdov (KOZOROG / MIKULETIČ 2003). S tem je morda povezana tudi najstarejša tradicija gozdnogospodarskega načrtovanja v Sloveniji (1770) in morda tudi skoraj 40-letno spremljanje porabe časa pri gozdnogospodarskem načrtovanju.

Odsev težavnih terenskih razmer je tudi razmeroma skromna pokritost podrobnejše izmere gozdov v preteklosti. V prvih dveh desetletjih je bilo s polno premerbo in delno z Bitterlichom izmerjeno le 15 % gozdov, v tretjem in četrtem desetletju je izmera gozdov s pomočjo zgoščene mreže SVP že preseгла 58 % gozdov (Slika 2). V drugih gozdovih je bila okularna cenitev vsaj korigirana z nižjo stopnjo vzorčenja (1.000 x 1.000 m oz. 1.000 x 500 m). Za celotno GGO in po stratumih je znana tudi vzorčna napaka meritve. Prav vzorčne metode so s kombinacijo različnih stopenj vzorčenja nov izziv za obvladovanje velikih površin. GGO Tolmin je namreč s skoraj 150.000 ha površine največja OE v Sloveniji, povprečna GGE meri okoli 7.500 ha. Velikost GGO in neugodne terenske razmere imajo velik vpliv na stroške izmere gozdov. OE Tolmin je geografsko sicer dokaj zaokroženo območje (porečje reke Soče), značilna pa je velika pestrost, saj zajema skoraj vse fitogeografske regije v Sloveniji: alpsko, predalpsko, dinarsko in submediteransko (KOZOROG, 2001).

PORABA ČASA NA ENOTO DELA ZA POSAMEZNE METODE IZMERE GOZDOV

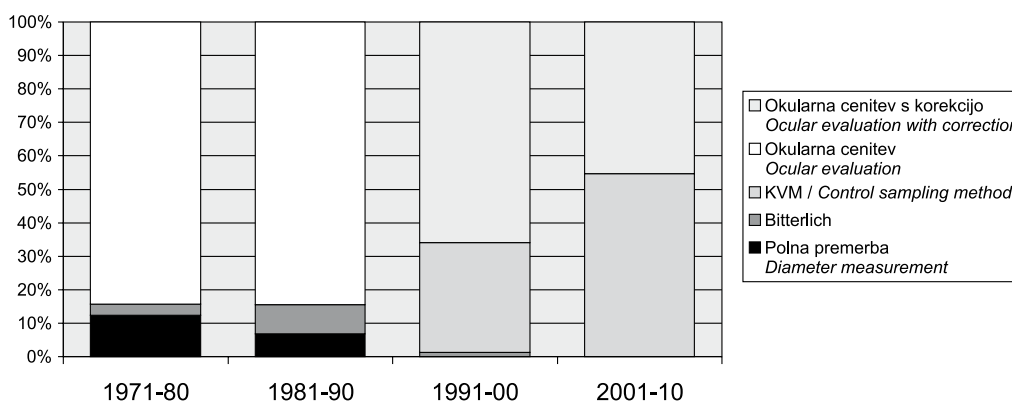
AMOUNT OF TIME PER WORK UNIT NEEDED FOR A PARTICULAR INVENTORY METHOD

Zaradi primerljivosti posameznih metod smo analizo opravili na enako enoto dela. Za vse metode je skupna površinska enota (ha) podrobneje izmerjene površine. Za podrob-



Slika 1: Delež izmere gozdov v skupni porabi časa pri obnovi GGN GGE v urah/ha

Fig. 1: Share of forest measurements in total time consumption necessary for forest planning (hour/ha)



Slika 2: Površinski delež posameznih metod pri izmeri skozi desetletja

Fig. 2: Share of separate measurement methods in the last few decades

Opomba: Okularna cenitev s korekcijo pomeni korekcija podatkov, pridobljenih z opisom gozdov s KVM z nižjo stopnjo vzorčenja.

nejšo analizo KVM pa je primernejša analiza porabe časa na izmerjeno SVP (Preglednica 1).

Preglednica 1: Poraba časa po posameznih metodah izmere gozdov skozi desetletja

Table 1: The amount of time needed for a particular inventory method in the last few decades

	Polna premerba	Bitterlich	KVM
desetletje	ur/ha	ur/ha	ur/ha
1971-1980	8,85	1,02	-
1981-1990	8,84	1,22	-
1991-2000	7,52	0,83	0,21
2001-2010	10,70*	-	0,19

Pri polni premerbi smo zajeli vsa dela, tudi vrtnanje prirastkov in merjenje višin dreves. V zadnjem desetletju je bila poraba časa za okoli 20 % večja* kot v prejšnjih obdobjih, ker se polna premerba opravlja večinoma le še v gozdnih rezervatih. Tu se poleg merskih živih dreves merijo še odmrle stoječa in ležeča drevesa. Različni učinki na površino izmerjenih sestojev pri Bitterlichu in KVM so zlasti odsev obsega izmere. Pri manjšem obsegu podrobneje izmerjenih gozdov (odsekov) učinek pada zaradi prehodov med območji (odseki), kjer se opravlja izmera.

IZKUSTVENI UČINKI KVM GLEDE NA STOPNJO VZORČENJA IN ZAHTEVNOST TERENA

THE EMPIRIC EFFICIENCY OF CSM WITH REGARD TO THE DEGREE OF SAMPLING AND FIELD CONDITIONS

Ker podatkov o porabi časa nismo vodili ločeno po različnih vzorčnih mrežah (stopnji vzorčenja) znotraj GGE (kar bi

bilo težko izvedljivo), je bilo premalo podatkov, da bi povsem ločeno obravnavali različno mrežo SVP in zahtevnost terena. Zaradi premajhnega vzorca bi imel prevelik vpliv tudi različen učinek med različnimi popisovalci, kar ni zanemarljivo. Zato smo GGE združili glede na prevladujočo stopnjo vzorčenja v GGE (majhna, srednja, velika) in hkrati glede na terenske razmere oziroma fitogeografsko območje (Preglednica 2). Značilnosti posameznih območij, ki se ujemajo s fitogeografskimi regijami, so naslednje:

- Nižja stopnja vzorčenja prevladuje v alpskem in primorskem delu GGO glede na nižjo proizvodno sposobnost rastišč in stanje gozdov (varovalni in pionirski gozdovi, panjevci). Prevladujejo slaba izhodišča in zelo razgibane sestojne razmere. V alpskem delu otežujejo dostop težke terenske razmere, v primorskem pa sestojne razmere (bujna zarast), zato so učinkovitosti nekoliko slabši.
- V dinarskih (pretežno) državnih gozdovih so terenske razmere najbolj ugodne (planote). Prehodnost gozdov in dostopnost do ploskev sta dobri. Dobra odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami in številni mejni kamni v državnih gozdovih omogočajo kratka in zanesljiva izhodišča. Neugoden je le daljši dostop z avtomobilom iz doline.
- Predalpski gozdovi imajo sicer dobro orientacijo in dostopnost, vendar delo otežujejo težke terenske razmere (strma pobočja, kamnitost, slabša odprtost z vlakami). Sestojne razmere so ugodne, saj prevladujejo enomerni bukovi gozdovi, ponekod s primesjo smreke in drugih listavcev.

Preglednica 2: Izkušveni učinki pri KVM glede na različno mrežo SVP in zahtevnost terena (ploskev/skupino/dan)

Table 2: *The empiric efficiency of CSM with regard to the degree of sampling and field conditions*

Območje	Gostota vzorčenja (prevlad. mreža)	1. izmera	2. izmera	Indeks
Alpsko, primorsko	Nizka (1.000 x 1.000 m, 1.000 x 500 m)	2,13	3,40	0,63
Predalpsko	Srednja (1.000 x 250 m, 500 x 250 m)	2,32	3,57	0,65
Dinarsko	Velika (250 x 250 m)	3,46	4,98	0,69
Celotno GGO	Skupaj KVM	2,78	4,23	0,65
Celotno GGO	spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov in razvrednotenja (4x4 km)	-	1,77	-

Povprečna poraba časa na SVP zajema vožnjo z avtomobilom, dostop na območje SVP, iskanje SVP in popis na sami SVP. Naša analiza temelji na dolgoletnem spremljanju in zbiranju podatkov, v katerih so upoštevani tudi manj produktivni dnevi (iskanje izgubljenih SVP, težave z instrumenti, slabo vreme ipd...). Tovrstna spremljanja (le po nekaj dni) se namreč lahko tudi bistveno razlikujejo od celotnih učinkov, ob načrtovanju in pripravi dela pa moramo upoštevati realnejše okvire (vsaj povprečja na ravni GGE), rezultati občasnih spremljav pa so primernejši za analizo strukture porabe časa po posameznih opravilih. Razlike so opazne tudi po posameznih GGE in pri popisovalcih.

Ker imamo za OE Tolmin vodene podatke tudi za popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov, smo za primerjavo navedli porabo časa tudi za to metodo. Za terensko izmero je navedena povprečna poraba časa na trakt (ploskev) iz popisov leta 1991 in 1995 (arhiv ZGS OE Tolmin), za druga dela pa je navedena poraba časa iz popisa leta 2001 (MAVSAR 2001). Pri terenskem popisu so navedene le ure v 8-urnem delavniku brez nadur, saj te niso bile obračunane (obračunana je bila le posebna dnevnic). Delo je namreč potekalo v času popisa (1 mesec) tudi prek običajnega delovnega časa, zato s KVM, ki poteka večinoma znotraj običajnega delovnega časa, ni povsem primerljiva.

Med najbolj ugodnimi in najslabšimi razmerami ob upoštevanju različne mreže in terenskih razmer je torej v povprečju pri KVM okoli 1,5-kratna razlika v učinkih. Pri tem velja poudariti, da so povprečne razmere v GGO bistveno slabše

Preglednica 3: Razlika pri porabi časa med prvo in drugo izmero KVM s klasično izmero

Table 3: *Difference between the first and second measurements in view of the amount of time needed*

	Število SVP (vzorec)	Poraba časa (ur)	Učinek (ur/ha)
1. izmera	1.824	8.965	4,92
2. izmera	1.846	7.028	3,81
Indeks	1,01	0,76	0,77

kot v drugih delih Slovenije. Ocenjujemo, da so povprečne razmere v Sloveniji nekje med razmerami v fitogeografskih regijah dinarski državni in predalpski zasebni gozdovi.

V posameznih, najbolj ugodnih GGE je mogoče dosegati tudi boljše učinke. Npr. Černigoj in Kozorog (2002) za GGE Črni vrh navajata dnevni učinek 4-6 SVP/ekipo/dan, Kušar (2001) pa je podal za GGE Ravnik oceno 5-6 SVP. Najboljši učinek v GGO Tolmin za posamezno GGE je bil v GGE Predmeja ob drugi izmeri, kjer smo dosegali povprečni učinek celo 5,52 SVP/ekipo/dan.

RAZLIKA PRI PORABI ČASA MED PRVO IN DRUGO MERITVIJO *DIFFERENCE BETWEEN THE FIRST AND SECOND MEASUREMENTS IN VIEW OF THE AMOUNT OF TIME NEEDED*

Razlika je prikazana že v preglednici 2 in znaša v povprečju 35 % manj časa kot pri prvi izmeri. Manjša poraba časa je rezultat enostavnejšega popisa pri drugi meritvi na sami SVP in uporabe naprave GPS pri ponovnem iskanju SVP (Preglednica 3). Da bi ugotovili, kolikšno je zmanjšanje časa pri drugi meritvi zaradi enostavnejše meritve na sami SVP, smo analizirali podatke za GGE Črni vrh, Dole, Trnovo in Predmeja, ki so stabilne GGE s približno enakim številom SVP pri obeh meritvah, iskanje SVP pa je potekalo brez GPS, s čimer smo izločili njen vpliv.

Za drugi popis na isti SVP porabimo torej 23 % manj časa, uporaba GPS pri iskanju pa zmanjša porabo časa v povprečju za okoli dodatnih 12 % časa. Uporaba GPS prinaša večje zmanjšanje porabe časa v manj ugodnih terenskih razmerah (v poprečju okoli 15 %), v ugodnih terenskih razmerah z dobrimi izhodišči pa je ta manjša (5-10 %). Uporaba GPS v težjih terenskih razmerah tudi bistveno izboljša kakovost dela. Zaradi slabih in oddaljenih izhodišč v težjih terenskih razmerah nismo našli od 3 do 5 % klasično postavljenih SVP, v normalnih terenskih in drugih razmerah pa je bil ta delež manjši od 1 %.

STROŠKOVNO OVREDNOTENJE TIPIČNIH INVENTURNIH METOD

COST ANALYSIS OF TYPICAL FOREST INVENTORY METHODS

K celotni porabi časa smo na podlagi vzorca desetih GGE, pri katerih je bila struktura porabe časa za celotno inventuro podrobneje analizirana (GGE Kobarid, Tolmin, Most na Soči, Cerčno, Dole, Idrija II, Črni vrh, Otlica, Ajdovščina in Brda), dodali porabo časa v pisarni in tako dobili celotno neto porabo časa za inventuro gozdov.

Izračun cene na enoto smo opravili za polno premerbo in za KVM, informativno (primerjalno) pa tudi za trakt (ploskev) popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov. Pri KVM smo opravili izračun za tri različne stopnje vzorčenja (Preglednica 5).

Cena bruto ure, uporabljene v izračunu, vključuje vse stroške (režijske ure, vse materialne stroške, dajatve ipd.). Ta je bila po uradnem ceniku storitev Zavoda za gozdove Slovenije

Preglednica 4: Struktura celotnega časa za inventuro na ploskev oziroma hektar v urah

Table 4: Structure of total time needed for forest inventory per plot or hectare (in hours)

	Enota	Pripravljalna dela	Terenska izmera	Uvajanje in kontrola ¹	Urejanje gradiva	Vnos in obdelava	Skupaj
Izobrazbena struktura	(%)	Tehnik (100)	Figur. t (50%) Tehnik (50%)	Inženir (100)	Tehnik (100)	Tehnik (50) Inženir (50)	
Polna premerba	Ur/Ha	0,1	8,41	0,46	0	0,88	9,85
KVM- velika st.vz.	Ur/Pl	0,5	3,21	0,2	0,24	0,34	4,49
KVM-srednja st.vz.	Ur/pl	0,5	4,48	0,2	0,24	0,34	5,76
KVM-nizka st.vz.	Ur/Pl	0,5	4,63	0,5	0,25	0,45	6,33
Popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov ²	Ur/Pl	2,08	8,35	0,7	2,97	0,56	14,66

Opomba: Potemljeni stolpci pomenijo izmero gozdov na terenu, drugo pa je kabinetno delo.

Preglednica 5: Izračun stroška ene SVP oz. hektarja po posameznih metodah

Table 5: Calculation of the costs for a PSP or hectare per particular forest inventory methods

Metoda izmere	Enota	Poraba ur	Strošek €/ha	St.vzorčenja Št.pl./100 ha	Strošek €/ploskev ³
Polna premerba (poprečje)	Ha	9,85	124,40		
KVM-velika stopnja vzorčenja	Ploskev	4,49	4,52	11,5	39,30
KVM-srednja stopnja vzorčenja	Ploskev	5,76	2,07	4,3	48,12
KVM-nizka stopnja vzorčenja	Ploskev	6,33	1,13	2,0	56,55
Popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov	Ploskev	14,66	0,18	0,0625	286,00

¹ Navedeno razmerje velja le za KVM, pri polni premerbi je razmerje 13 % tehnik in 87 % figurantje.

² Za popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov smo povzeli podatke o porabi časa po Mavsarju 2001, po katerih je bila povprečna izobrazbena struktura pri pripravi projekta in obdelavi podatkov raziskovalec na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) s podiplomsko izobrazbo, razen za vnos podatkov (glej vnos in obdelava), kjer smo upoštevali srednjo izobrazbo. Za popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov so v potemljenih stolpcih upoštevani podatki za delavce ZGS na OE Tolmin (na trakt), v svetlih stolpcih pa za delavce GIS. Izobrazbena struktura pri popisu je bila za vodjo skupine univ. dipl.inž., pomočnik pa je bil praviloma revirni gozdar.

³ Na dan izračuna je bila vrednost 1 € = 233,08 SIT

(ZGS) (v času izračuna je bil veljavni cenik ZGS sprejet na 25. seji dne 12.6.1998, z ustrežno korekcijo točke in preračunan v € po takratnem tečaju) za univ.dipl.inž.gozdarstva 18,66 €, za gozdarskega tehnika 11,06 €, za figuranta pa 2,83 € na uro. Za raziskovalce na GIS smo obračunali ceno po navodilih ministra za znanost z dne 13.1.2003 (glej <http://www.mszs.si/slo/znanost/dejavnost/doc/cena-ure-2003-1.doc>), ki je znašala pod točko D (upoštevajoč povečane materialne stroške) 36,36 € na uro. Ocenjujemo, da so bili dejanski stroški zaposlenih na GIS oziroma sodelujočih pri popisu spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov zaradi zahtevnosti projekta in zaradi velikih materialnih stroškov najmanj toliko. Izračun seveda ne velja za zadnji popis traktov (ploskev) v letu 2007, kjer so se hkrati zbirali podatki še za potrebe MOP zaradi poročanja v okviru Kjotskega protokola, zato so bili učinki dvakrat manjši, stroški pa zato skoraj dvakrat večji.

Ob stroških pa ne smemo pozabiti na meje zanesljivosti ocen obravnavanih metod. Zahtevano maksimalno vzorčno napako 10 oz. 15 % pri tveganju 5 % (33. člen Pravilnika o

gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, Uradni list RS, št. 5/98, 70/06 in 12/08) je mogoče zagotoviti pri polni premerbi na ravni odseka (seveda pogojno, saj to ni vzorčna metoda in napaka ni znana), pri zgoščeni mreži KVM na ravni rastiščnogojitvenega razreda oziroma stratuma, pri kilometrski mreži oz. nizki stopnji vzorčenja na ravni GGE oz. stratuma (pri večjih GGE) pri popisu spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov pa na ravni fitogeografskih regij. Zahtevanega odklona zaupanja popis spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov ne dosega niti na ravni GGO (HOČEVAR 1997), čeprav se metoda občasno uporablja tudi za preverjanje nekaterih podatkov ZGS (npr. načrti GGO 2001).

DILEME IN RAZPRAVA DILEMMAS AND DISCUSSION

Glavnina popisa KVM je v času izračuna slonela na gozdarskih tehnikah, ki imajo najnižjo zahtevano strokovno izobrazbo na ZGS. Njihova povprečna bruto plača je takrat znašala le 69 % (Preglednica 4) povprečnega bruto osebnega dohodka v Sloveniji. Zato je razumljivo, da za delo niso bili najbolj motivirani, večinoma pa so opravljali kvalitetno izmero le ob natančnih in jasnih internih navodilih, ki jih ZGS ravno sedaj pripravlja oziroma posodablja za celotno Slovenijo. Z novo sistemizacijo na ZGS se je v letu 2008 dvignila raven izobrazbe za popisovalce in s tem tudi plača, posredno pa tudi stroški dela. Dolgoročno lahko zato pričakujemo še dodaten dvig kakovosti in učinkov dela, k čemur bo prispevala tudi vse boljša oprema.

Ker na učinek in stroške vpliva vrsta dejavnikov, je vsaka primerjava nevhvaležna, poznati pa moramo vsa izhodišča, uporabljena pri izračunu. V Sloveniji je bil doslej izračunan le strošek ene ploskve oziroma trakta popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov (MAVSAR 2001). Ta je bil po izračunih GIS leta 2001 okoli 120 €. Vendar so bili pri izračunu upoštevani le neposredni neto stroški udeležencev v projektu, ne pa tudi posredni (bruto) in režijski stroški. Zato smo v prispevku izračunali strošek te metode po istih kriterijih kot za druge metode, t.j. celoten strošek države oz. investitorja za posamezno metodo. Strošek popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov, izražen na popisani trakt (ploskev), je 3,1-krat večji kot za najnižjo stopnjo vzorčenja. To je povsem razumljivo iz naslednjih razlogov:

- Na traktu (ploskvi) popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov je treba popisati bistveno več podatkov, kar je zahtevnejše in zamudnejše.
- Prehodi med trakti (ploskvami) so daljši, saj gre za mrežo 4 x 4 km.
- Višji stroški popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov so zlasti posledica višje izobrazbe vseh sodelujočih ter zahtevnejših in kompleksnejših obdelav in analiz pri popisu spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov. Ker je to projekt, ki poteka vsake štiri leta in se delno spreminjajo tako metodologija kot popisovalci, potrebujemo tudi več uvajanja in kontrole. Poleg tega so pri popisu spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov materialni stroški, zlasti potni stroški in dnevnice, bistveno višji.

Še večje razlike med učinki in stroški so bile npr. pri drugi nacionalni inventuri v Nemčiji (ZAFRAN / BOGOVIČ 2003), ki je bolj podobna popisu spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov kot KVM (mreža 4 x 4 km, centralna obdelava podatkov, hkratni popis v vsej državi), le da se je popisovalo še več parametrov (okoli 150). Dnevni učinek podaljšane delovnega dne je bil okoli 2,5 trakta na dan (torej primerljiv učinek popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov), cena enega trakta (ploskve) pa je kar 1.000 evrov, torej 4-krat večja, kot je cena popisa enega trakta (ploskve) popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov. Razlogi so podobni kot pri razliki med popisom KVM in popisom spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov: še višja cena delovne sile, sodelovanje še večjega števila visoko izobraženih strokovnjakov (npr. ploskve na terenu popisujeta izmenično dva univerzitetna inženirja), obsežnejše analize rezultatov (npr. rezultati so predstavljeni osmim vnaprej definiranim ciljnim javnostim) ter kvalitetnejša in dražja oprema.

Primerjava med KVM in popisom spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov je samo informativna, saj gre za povsem različni metodi. Res pa je, da sta obe, z določeno modifikacijo, lahko podlaga za morebitno velikoprostorsko (nacionalno) inventuro, kot jo poznajo nekatere države (npr. Švica in prej omenjena Nemčija). Vendar ob sedanjem sistemu gozdnogospodarskega načrtovanja, ki zagotavlja zelo dobre podatke za vse gozdove v državi, ta ni smiselna, saj po-

meni nepotrebno podvajanje podatkov in s tem tudi stroškov. Edina večja pomanjkljivost je, da so podatki v povprečju stari kar 5 let, velikoprostorske inventure pa se navadno opravljajo v krajšem intervalu 3-4 let, torej so podatki v poprečju stari 2 leti. Vendar je mogoče z ustreznimi korekcijami z metodo ekstrapolacij podatke v vsakem trenutku ažurirati.

Kljub temu (ali prav zato) pa se postavlja vprašanje, ali si lahko privoščimo pri izdelavi GGN GGE ob sorazmerno nizkemu strošku na enoto površine SVP z nižjo stopnjo vzorčenja samo okularno cenitev v gospodarsko manj pomembnih gozdovih, v katerih pa pogosto prevladujejo izjemno poudarjene ekološke in socialne funkcije. Poleg korekcije okularnih cenitev dosežemo s »pokritjem prostora« s SVP tudi poznavanje statistične napake in korektno oceno parametrov, ki jih zbiramo samo na ploskvah (odmrlo drevje, debelinsko strukturo, kakovost in število drevja), tudi na ravneh GGO in GGE. Sedaj je podatek na teh ravneh mešanica objektivnih meritev z znanim odklonom zaupanja in subjektivnih ocen (HOČEVAR 1997).

Za ilustracijo naj navedemo pred leti zelo aktualen primer debelih dreves. Za območni načrt GGO Tolmin (KOZOROG *et al.* 2001) smo večinoma iz okularne ocene opisov sestojev dobili podatek, da je lesne mase v debelinskem razredu nad 50 cm v območju le 8 %. S kilometrsko mrežo SVP pa smo napravili korekcijo lesnih zalog in tudi debelinske strukture, ki je bila v najdebelejšem debelinskem razredu korigirana na 15 % (standardna napaka $E = \pm 4,8$ %). Za del javnosti, ki je bila pri sprejemanju načrtov GGO najbolj angažirana (v formalnih postopkih sprejemanja načrta in tudi z drugimi sredstvi »civilne iniciative« je bila namreč sprožena dilema, da imamo v Sloveniji premalo debelega drevja), pa je bil to ključni podatek, na katerem bi lahko načrti GGO celo »padli«...

POVZETEK

V analizi porabe časa in stroškov različnih inventurnih metod, ki sloni na skoraj 40-letnem spremljanju porabe časa v GGO Tolmin, je bilo ugotovljeno zlasti naslednje:

1. Pri polni premerbi v gozdnih rezervatih je poraba časa zaradi dodatnega merjenja odmrlega drevja za 20 % večja.
2. Poraba časa in s tem tudi stroški pri izmeri gozdov so se v zadnjih desetletjih več kot 6-krat zmanjšali in se približujejo, ob sedanjem sistemu gozdnogospodarskega načrtovanja, svojemu minimumu (optimumu).

3. Z mrežo SVP z veliko in srednjo stopnjo vzorčenja trenutno podrobneje izmerimo več kot 50 % gozdov v GGO, kar je bistveno več (okoli 15 %) kot nekoč z drugimi, zamudnejšimi metodami. Ena številnih prednosti KVM je tudi ta, da z nižjo stopnjo vzorčenja s korekcijo zadovoljivo obvladujemo tudi druge gozdove v območju, kjer je napaka okularnih cenitev navadno bistveno večja.
4. Pri drugi izmeri KVM se ob predhodno kvalitetni postavitvi SVP porabi za okoli 23 % manj časa, iskanje SVP z GPS napravo pa še dodatno zmanjša porabo časa v poprečju za 12 % (v ugodnejših terenskih razmerah za 5-10 %, v težjih terenskih razmerah pa za okoli 13 %).
5. Med izkustvenimi učinki v GGO pri terenski izmeri kot posledično tudi pri stroških je med najbolj in najmanj ugodnimi razmerami oziroma stopnjo vzorčenja pri izmeri KVM z GPS približno 1,5 -kratna razlika.
6. KVM v najbolj ugodnih razmerah stane okoli 40 €/SVP (upoštevajoč režijske, materialne in vse druge stroške), v neugodnih razmerah pa okoli 57 €/SVP. Ploskev (trakt) popisa spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov stane okoli 286 €.

Ocenjujemo, da so poraba časa in stroški na GGE za celotno Slovenijo nekoliko nižji zaradi v povprečju slabših (zahtevnejših) terenskih razmer v GGO Tolmin, razmerja med posameznimi metodami pa lahko posplošimo na celotno Slovenijo.

SUMMARY

During time and cost analysis of different inventory methods, which is based on forty years of observation of the amount of time needed in Tolmin FMR, the following conclusions were drawn:

1. The amount of time necessary for forest inventory was reduced by more than 5 times and it has reached its minimum (optimum) considering the level of forest management planning.
2. With CSM, around half of the forests in Tolmin FMR are being measured in detail, which is much more than we were able to measure in the past with other more time-consuming methods (around 15%). One of the many advantages of CSM is also the fact that with

the kilometre sampling grid the corrections are satisfactorily controlled also in other forests in Tolmin FMR, where the error of ocular measurements is even bigger.

3. Among the empiric efficiency in Tolmin FMR, the difference between the most and the least favourable conditions for placing PSP is approximately twice the difference in efficiency. The amount of time spent is 20% higher for diameter measurements of all trees in forest reserves due to additional measurements of the withered trees.
4. 23% less time is spent for the second measurement with CSM providing the quality of placed PSP, 12% less time is spent with the use of GPS navigation.
5. CSM in the most favourable conditions costs around 40 € (considering organizational, material and all other costs) per PSP, while in less favourable conditions the costs for condensed sampling grid are around 57 €/PSP, that is 1,5 times higher. Forest and forest ecosystem condition surveys, which have some characteristics of the national inventory, cost around 286 € per tract.

We estimate that time and costs per FMU are a little lower than for the rest of Slovenia due to worse (more demanding) field conditions in Tolmin FMR.

LITERATURA REFERENCES

- ČERNIGOJ, V./KOZOROG, E., 2002: Uveljavitev kontrolne vzorčne metode v gozdnogospodarskem območju Tolmin, *Gozdarski vestnik*, letnik 60, št. 5, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana.
- HOČEVAR, M., 1997: Možnosti in zanesljivost ocene lesne zaloge in prirastka na podlagi popisa propadanja gozdov 1995, *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 52, 1997, s. 93-118.
- KOZOROG, E., et.al. 2001: Gozdnogospodarski načrt gospodarskega območja Tolmin, Zavod za gozdove Slovenije, OE Tolmin.
- KOZOROG, E./MATIJAŠIČ, D., 2003: Sodobno gozdnogospodarsko načrtovanje – korak h kvaliteti in racionalnosti, *Zbornik študijskih dnevorov*, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana.
- KOZOROG, E./MIKULETIČ, V., 2003: Gozdnogospodarsko načrtovanje nekoč in danes, *Pot skozi gozd: Soško gozdno gospodarstvo Tolmin in pol stoletja gospodarjenja z gozdovi*, DIT gozdarstva Posočja, str. 48-62.
- KUŠAR, G., 2001: Druga izmera po kontrolni vzorčni metodi – GE Ravnik, *GV*, letnik 59, št. 9/01.
- MAVSAR, R., 2001: Ocena stroškov popisa propadanja gozdov, interno gradivo, GIS Ljubljana.
- ZAFRAN J./BOGOVIČ, B., 2003: Predstavitev udeležbe seminarja predstavitev 2. nacionalne inventure v Nemčiji (BWI 2), ZGS, Sestanek oddelka za gozdnogospodarsko načrtovanje, Vrhnika 30.9.2003.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, *Uradni list RS*, št. 5/98, 70/06 in 12/08

IZKUŠNJE S KONTROLNO VZORČNO METODO V GOZDNOGOSPODARSKEM OBMOČJU BLED

Aleš POLJANEC¹, Andrej GARTNER²

Izvleček

V gozdnogospodarskem območju (GGO) Bled je bila leta 1971 prvič v Sloveniji uporabljena in v prakso urejanja gozdov vpeljana metoda stalnih vzorčnih ploskev (SVP). Odločitev je bila v tistem času sprejeta zaradi spremenjenih ekonomskih razmer in novih nalog načrtovanja. Po začetnih težavah se je metoda modificirala, po prvi uspešni kontrolni izmeri v letu 1982 pa tudi dokončno uveljavila. Danes imamo na OE Bled prek 15.000 SVP, na katerih se že četrto desetletje po enakih merilih zbirajo podatki za spremljanje stanja in razvoja gozdov. Vzporedno s kontrolno vzorčno metodo (KVM) so se posodobili tudi členitev in klasifikacija gozdnih sestojev ter opis sestojnih značilnosti. KVM je skupaj z opisom sestoja novit sistem za zagotavljanje informacij o stanju in razvoju gozdov na različnih ravneh gozdarskega načrtovanja.

Ključne besede: gozdna inventura, kontrolna vzorčna metoda, stalne vzorčne ploskve, sestoji, klasifikacija sestojev, opisi sestojev, gozdnogospodarsko območje (območna enota) Bled

EXPERIENCE WITH THE CONTROL SAMPLING METHOD IN THE FOREST MANAGEMENT REGION BLED

Abstract

In 1971, the Forest Management Region Bled (FMR Bled) introduced the method of permanent sample plots (PSP) into forest regulation practice. The decision was taken in the light of changed economic conditions and new planning tasks. After some initial problems, the method was modified and, following its first successful control measurement in 1982, fully implemented. So far, an extensive database has been created on the basis of over 15,000 PSPs in the area, which have been providing forest data according to the standard methodology for no less than three decades. In addition to stand description, the control sampling method (CSM) constitutes a uniform system for the provision of data on the state and development of forests at various levels of forest planning.

Key words: forest inventory, control sampling method, permanent sampling plot, plots, stand classification, stand description, Forest Management Region Bled

UVOD INTRODUCTION

Zbiranje informacij o stanju gozdnih sestojev je časovno in finančno najzahtevnejše opravilo v procesu izdelave gozdnogospodarskega načrta (GGN) gozdnogospodarske enote (GGE). Načrtovalec vedno išče kompromis med potrebami po informacijah in časom ter denarjem, ki ga ima na voljo za zbiranje informacij. Racionalizacija in učinkovitost dela pri pridobivanju informacij o gozdnih sestojih narekuje uporabo vzorčnih metod. Za potrebe spremljave gozdnih ekosistemov se je v Evropi uveljavila kontrolna vzorčna metoda (KVM), ki poleg stanja daje vpogled tudi v dinamiko gozdnih sestojev (HOČEVAR 2003). Podatki o gozdovih in predvsem tudi podatki o razvojnih trendih gozdov postajajo vse pomembnejši in niso uporabni samo za gozdarsko stroko in gozdnogospodarsko načrtovanje, marveč tudi za druga področja. Širšo

javnost vedno bolj zanima stanje naravnega okolja, podatki o debelem drevju, drevesni sestavi, ohranjenosti gozdov ipd.

Kontrolna vzorčna metoda je bila prvič v praksi v Sloveniji uporabljena leta 1971 v GGO Bled (GRILC 1972, HLA-DNIK 2000, HOČEVAR 2003). Odločitev za uporabo nove metode je bila v tistem času sprejeta zaradi spremenjenih ekonomskih razmer in novih nalog načrtovanja. Metoda je v primerjavi s polno premerbo bistveno cenejša, učinkovitejša in kvalitetnejša v zajemanju podatkov. Vzporedno s KVM se je modificirala tudi inventura gozdnih sestojev. Pri razmejevanju sestojev so bili uporabljeni letalski posnetki, uveden je bil nov način klasifikacije sestojev, modificiralo pa se je tudi opisovanje sestojnih znakov. V širšem obsegu se je po letu 1990 KVM uveljavila tudi drugod po Sloveniji (HOČEVAR 2003), s Pravilnikom... (1998, z dopolnitvami 2006, 2008) pa je bila KVM skupaj z opisom sestojev tudi formalno sprejeta kot osnovna inventurna metoda za spremljanje gozdnih sestojev.

¹ dr. A. P. Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled, Ljubljanska 19, 4260 Bled

² A. G. univ. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled, Ljubljanska 19, 4260 Bled

KVM in inventura gozdnih sestojev sta med seboj povezani v integralni inventurni sistem (HLADNIK 2000, KOVAČ 2008), ki zagotavlja razmeroma natančne informacije o gozdnih sestojih na različnih ravneh gozdnogospodarskega načrtovanja. Celoten sistem se na Bledu v primerjavi z inventuro, ki se je uveljavila v drugih GGO, nekoliko razlikuje. V prispevku bomo na kratko predstavili KVM, ki se je uveljavila na GGO Bled, pri čemer se bomo omejili predvsem na predstavitev posebnosti blejske metode. Prispevek temelji na študiju literature, praktičnih izkušnjah pri snemanju stalnih vzorčnih ploskev (SVP), hkrati pa vključuje nekatere analize zbranih podatkov na njih.

KONTROLNO VZORČNA METODA POSTAVITEV VZORČNE MREŽE

Leta 1971 je bila postavljena mreža SVP v GGE Bohinj (GRILC 1972). SVP so bile razporejene sistematično v mreži 100×200 m, naključno je bila izbrana izhodiščna točka na karti v merilu 1:10.000. Odločitev o relativno gosti vzorčni mreži je bila sprejeta predvsem zaradi povezave KVM z inventuro gozdnih sestojev. Zaradi pomanjkanja domačih izkušenj vse odločitve pri prvi izmeri niso bile ustrezne, zato so se te ploskve opustile, postaviti pa je bilo treba novo mrežo SVP. Glavni razlogi za opustitev prve meritve so bili (Gozdnogospodarski načrt... 1981): premajhna položajna točnost, problematika delovne sile in njene usposobljenosti, nezadostna označitev središča SVP, dileme pri reduciranju polmera kroga, sprememba velikosti SVP in klasifikacije gozdnih sestojev. Po začetnih težavah se je metoda že v letu 1972 modifikirala, po prvi uspešni kontrolni izmeri v letu 1982 pa tudi dokončno uveljavila.

Table 1: Basic PSP network in FMR Bled.

Leto snemanja	Število ploskev	GGE
1971	2.168*	Bohinj
1972	1.021	Notranji Bohinj
1973	2.630	Jelovica
1974	1.295	Mežakla
1975	2.223	Pokljuka
1976	2.013	Jesenice-zahod
1977	3.472	Jesenice-vzhod
1978	1.396	Radovljica-levi breg Save
1979	2.545	Radovljica-desni breg Save
1980	1.996	Bled
1981	2.415	Bohinj
Skupaj 1972-1981	21.006	

* opuščene vzorčne ploskve / abandoned sample plots

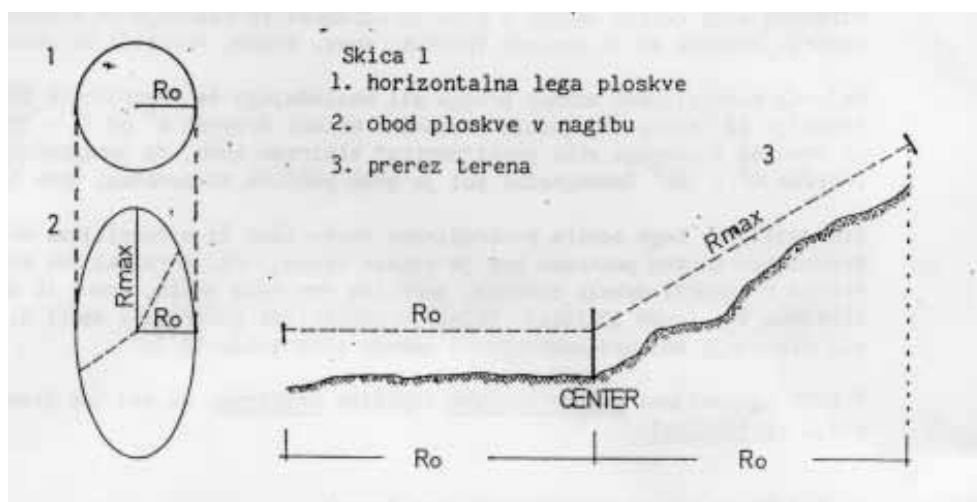
ficirala, po prvi uspešni kontrolni izmeri v letu 1982 pa tudi dokončno uveljavila.

V desetletju 1972-1981 je bila v vseh GGE postavljena osnovna mreža SVP 200×100 m v Gauss-Krügerjevem koordinatnem sistemu. Dokončno je bila tudi določena velikost SVP (4 are). Skupaj je bilo v tem obdobju posnetih 21.006 SVP (Preglednica 1). V letu 1997 je bila zaradi finančnih razlogov osnovna mreža reducirana na 200×200 m, saj so predhodne študije pokazale, da takšna mreža na ravni gozdnogospodarskega razreda še vedno daje zadovoljivo oceno osnovnih kazalcev (AHAČIČ 1997).

VELIKOST IN POSTAVITEV SVP

KVM na GGO Bled se od metode, ki se je uveljavila v drugih GGO, bistveno razlikuje prav v velikosti in načinu postavitve SVP. Velikost SVP se je sicer sprva nekoliko spreminjala, vendar se je že v prvem desetletju ustalila. Danes imajo vse SVP v horizontalni ravnini obliko kroga z radijem 11,28 m in površino 4 are. Pri praktičnem delu to pomeni, da na nagnjenih terenih namesto kroga zakoličimo elipso. Tak način dela ima prednost predvsem v tem, da večjo pozornost posvečamo mejnim drevesom, saj je v razgibanih terenskih razmerah lahko vprašljiva korektna določitev povprečnega naklona ploskve in s tem povezana velikost SVP. Dejansko to ne pomeni pomembne dodatne porabe časa, saj do približno 10° naklona še vedno lahko izmerimo horizontalno razdaljo na terenu. Na razgibanem terenu se preverjajo samo posamezna mejna drevesa glede na konkreten nagib.

Kljub uveljavitvi koncentričnih SVP v drugih GGO se predvsem zaradi primerljivosti podatkov med zaporednimi snemanji in uveljavljene tradicije oblika SVP na GGO Bled ni spremenila. V primerjavi s koncentričnimi SVP, ki se uporabljajo drugod po Sloveniji, imajo SVP z enim radijem tudi nekatere prednosti. Uporabljen je samo en merski prag, in sicer 10 cm, kar omogoča enostavnejše izvedenotenje nekaterih sestojnih kazalcev (npr. prirastek, posek, razmestitev dreves v sestoju ...). Prav tako je pri SVP z enim radijem možnost napak zaradi zajemanja mejnih dreves bistveno manjša. Med slabostmi lahko poudarimo predvsem nekoliko večjo porabo časa zaradi snemanja večjega števila dreves na SVP, ki pa je glede na učinke obeh načinov zanemarljivo. Učinki, ki jih dosega ena skupina pri meritvah na štiri arskih SVP, so 4-7 SVP na dan in primerljivi z učinki na koncentričnih SVP (KOZOROG 1999, KUŠAR 2001, KOZOROG / ČERNIGOJ 2002, CENČIČ 2003).



Slika 1: Lega SVP na terenu (Navodila ..., 2000).

Fig. 1: PSP position in the field (Navodila ..., 2000).

Po uspešni prvi meritvi se zakoličba SVP v klasičnem smislu opravlja samo na SVP, ki jih postavljamo na novo; to je na novih gozdnih površinah, na pomlajenih površinah, ko drevesa prerastejo meritveni prag, in v posameznih primerih, ko stare SVP ni mogoče najti. Večino SVP je treba ob ponovni meritvi poiskati na terenu. Prehodi med SVP in predvsem iskanje SVP pomenijo pomemben del porabe časa in sredstev za izvedbo inventure. Izkušnje so pokazale, da je zelo praktično, če so SVP na terenu tudi označene. Označevanje dreves na SVP je pri praktičnem delu ostalo, kljub jasni in razumljivi teoretični predpostavki, da mora biti SVP na terenu popolnoma skrita zaradi možnega drugačnega ravnanja z gozdom na mestu SVP (HOČEVAR 1993). Zaradi številnih očitkov o neenakosti gospodarjenja na SVP in zunaj njih smo v GGE Pokljuka (Gozdnogospodarski načrt... 2006) vzporedno z SVP izmerili še prek 300 enkratnih vzorčnih ploskev. Izračuni so pokazali, da med vzorci ni razlik, s čimer smo tezo o drugačnem gospodarjenju na SVP zavrgli. Verjetno so SVP v skoraj štiridesetletnem obstoju na terenu nekaj povsem samoumevnega in pri terenskem osebju ne vzbujajo posebnega zanimanja. Bistven premik pri porabi časa za iskanje SVP in prehodih med njimi je v zadnjih letih prinesla uporaba GPS-naprav.

Nova tehnologija ponovno vsiljuje tudi premislek o fizičnem označevanju izmerjenih dreves na SVP, saj za iskanje SVP označevanje ni več tako pomembno. Argument, ki govori v prid označevanju drevja na SVP, je predvsem zagotavljanje kakovosti izmere. Pomembno je, da je mesto meritve na drevesu vidno, saj je tako možno odpravljati napake zaradi napačne višine meritve, kar je nemalokrat ugotovljena napaka (ZALOKAR 2003).

POPIS DREVES

Popis posameznih znakov na SVP je v veliki večini enak kot pri načinu koncentričnih SVP. Kljub temu ima način, ki se je uveljavil na GGO Bled, nekatere posebnosti, zlasti pri zajemanju osnovnih znakov drevesa, kot so:

- azimut in zaporedna številka,
- socialni položaj in vitalnost,
- koda drevesa,
- višina drevesa,
- odmrta lesna masa.

Pri osnovni blejski metodi se azimut izmeri le prvim šestim drevesom in se uporablja predvsem kot pripomoček za iskanje in postavljanje centra SVP ob ponovni meritvi. Z vidika študija strukture gozdnih sestojev se je to izkazalo za nepraktično, saj metode ocenjevanja prostorske zgradbe sestojev (CEDILNIK / KOTAR 1992, HLADNIK 2004) praviloma temeljijo na poznavanju položaja vseh dreves na SVP. Zaradi velikega pomena poznavanja strukture gozda in odnosov med posameznimi osebki v sestoji smo to pomanjkljivost odpravili in v letu 2004 pričeli s snemanjem azimutov vsem drevesom na SVP.

Socialni položaj je določen v treh stopnjah (nadržalo, so-raslo in podraslo drevo), prav tako tudi vitalnost dreves (zelo vitalno, srednje vitalno in slabo vitalno drevje). Socialni položaj v kombinaciji z oceno vitalnosti je pomemben stratifikacijski znak pri bolj podrobnih prirastoslovnih analizah.

Višine dreves so se merile pri prvih popisih SVP, vendar podatki zaradi nekakovostne izmere niso bili uporabni. Za izračun lesnih zalog in prirastkov so se uporabljale povpreč-

ne tarife po posameznih odsekih, ki so bile preverjene tudi v praksi. V letu 2005 (Gozdnogospodarski načrt... 2006) smo se ponovno lotili snemanja višin na SVP. Zaradi težavnosti in velikih napak, ki so se pri snemanju tega znaka pokazale v preteklosti, smo se odločili za dvostopenjsko vzorčenje. Vzorčenje poteka tako, da v vsakem gospodarskem razredu najprej naključno izberemo primerno število odsekov, znotraj katerih na vseh SVP merimo višine dvema, središču SVP najbližjima drevesoma. Vzorčno zajemanje višin je dalo boljše rezultate od snemanja višin na vseh SVP, saj so popisovalci zaradi manjšega števila meritev bolj osredotočeni na pravilno izmero, kot če bi morali meriti višine na vseh SVP, hkrati pa z vzorcem dobimo zadostno število višin za preverjanje povprečnih tarif na ravni gozdnogospodarskega razreda.

Poškodovanost sestojev, kot jo določa Pravilnik o varstvu... (2000 / z dopolnitvami 2006), zajema poškodovanost debla in koreninika, poškodovanost vej v krošnjah in osutost krošnje. Pri tem se upoštevajo le najhujše poškodbe. S tako definirano poškodovanostjo lahko pridobimo le informacijo o številu močno poškodovanih dreves v sestoji.

Za izboljšanje informacije o poškodovanosti gozdov, ki je v zadnjem času čedalje pomembnejša, smo se odločili za podrobnejšo členitev s pravilnikom predpisanih kategorij (Pravilnik...1998 / z dopolnitvami 2006, 2008, Gozdnogospodarski načrt... 2003). Tako smo za oceno poškodovanosti uvedli trimestno šifro, kjer je na prvem mestu osutost drevja, na drugem poškodovanost vej v krošnji in na tretjem mestu poškodovanost debla in koreninika. Oceno osutosti podajamo v treh kategorijah, in sicer: 1 - osutost do 25 %, 2 - osutost nad 25 % in do 60 %, 3 - osutost nad 60 %. Poškodovanost vej v krošnjah smo ohranili na dveh ravneh, in sicer: 1 - ni večjih poškodb krošnje in 2 - krošnje so močnejše poškodovane (Pravilnik...1998 / z dopolnitvami 2006, 2008). Za oceno poškodovanosti debla in koreninika pa smo oblikovali tri kategorije (1 - deblo in koreninik nista poškodovana, 2 - poškodbe debla in koreninika v skupnem ne presegajo 3 dm² in 3 - poškodbe debla in koreninika so večje od 3 dm²).

Tako strukturirane informacije dajejo podrobnejšo informacijo o zdravstvenem stanju gozdov ter omogočajo njegov dolgoročni monitoring. Prvič je bila poškodovanost na tak način uporabljena pri snemanju SVP v GGE Notranji Bohinji (Gozdnogospodarski načrt... 2003). Informacija o poškodovanosti daje za praktično uporabo dovolj podrobno strukturirano informacijo o poškodbah na drevesih, hkrati pa omogoča primerjavo s popisom spremljanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov (KOVAC *et al.* 2000).

Pravilnik (1998, z dopolnitvami 2006, 2008) predvideva tudi ugotavljanje odmrle lesne mase na SVP, kjer beležimo tako stoječe kot ležeče odmrlo drevje. Podatke o odmrlem stoječem drevju pridobimo neposredno s popisa dreves na SVP (koda za suho drevo). Število ležečih odmrlih dreves vpišemo naknadno v posebno preglednico, ločeno na iglavce in listavce po razširjenih debelinskih razredih, pri čemer upoštevamo le drevesa, pri katerih večina ocenjenega volumna (več ko 50 %) leži znotraj SVP (Navodila... 2008). Zaradi razmeroma majhne površine SVP bi v prihodnje kazalo za zajemanje odmrle lesne mase uvesti dodaten krog z nekoliko večjim radijem, snemanje tega znaka pa, podobno kot snemanje višin, omejiti na del SVP.

Za druge znake, ki se zbirajo na SVP, veljajo pravila kot pri koncentričnih SVP, zato jih podrobno na tem mestu ne bomo pojasnjevali.

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI DELA

Če se zavedamo pomembnosti pridobljenih podatkov s snemanjem na SVP in nujnosti racionalne porabe sredstev, potem je ključno zagotoviti kakovosten potek del na terenu. Zaradi velikega obsega dela in koncentracije celotne izvedbe del na nekaj poletnih mesecev ne moremo pričakovati dobre izvedbe brez dobre priprave. V pripravljalnem času je seveda treba zagotoviti vse potrebne materiale (karte, obrazci, navodila) in preveriti ustreznost instrumentov. Pomemben podatek so datumi preteklih snemanj na starih izpolnjenih obrazcih, ki določajo vrstni red poteka snemanja. Meritve opravljamo v času rasti vegetacije in začetek del na »drugem koncu« GGE lahko pomeni razliko ene rastne sezone. V čas priprave sodita še splošni pregled terena in predvsem ustrezna izbira kadrov.

Ob sedanji organiziranosti javne gozdarske službe v GGO Bled meritev ne morejo v celoti opraviti zaposleni, zato meritve opravlja najeta delovna sila – dijaki in študentje. Pozitivne učinke takšnega načina vidimo predvsem v popularizaciji gozdarstva mladim in možnostih za njihov zaslužek v poletnih mesecih v lokalnem okolju. Slabost je predvsem dejstvo, da bi želeli večjo strokovno usposobljenost kadrov pri zbiranju posameznih podatkov, ki zahtevajo poleg upoštevanja navodil in tehnične natančnosti meritve tudi določeno strokovno presojo. Ker večino meritev opravi najeta delovna sila (dijaki in študentje), je treba veliko pozornosti nameniti izboru kandidatov. Za delo se ponavadi v več sezonah prijavlja določen krog interesentov. Prednost pri izboru dajemo kandidatom, ki

so se že izkazali v preteklih letih, in študentom s področja gozdarstva in drugih naravoslovnih ved.

Kljub temu da izbrani kandidati že poznajo delo, se vsako leto pred začetkom snemanja opravi ponovno teoretično in praktično uvajanje. Organizirata se podrobna predstavitev metode in terenska izvedba snemanja pod nadzorom. Vodja skupine mora dobro obvladati delo z instrumenti, ki so v uporabi za izvedbo snemanja, in poznati načela objektivne izmere. Pomočnik mora pravilno obvladati predvsem natančno izmero premera, pri čemer ga je treba opozoriti na posebne primere. Po potrebi se organizira tudi posebno usposabljanje kandidatov (npr. uporaba GPS-naprave, merjenje višin dreves...).

Izrednega pomena in praktično nenadomestljiva je sprotne kontrola dela. Vodja del mora biti vsakodnevno navzoč med ekipami snemalcev na terenu in stalno opozarjati na napake. Preverjanje mora biti še posebej temeljito na začetku, ko je tudi možnost napak večja. Vsakodnevno ob zaključku del je nujno pregledati izpolnjene obrazce. Manjkajoče in nelogične podatke je najbolj racionalno popraviti takoj. Kadar to dopušča organizacija dela, je optimalno, da meritve sproti vnašamo v računalnik zaradi logičnih kontrol pri vnosu podatkov. V tujini opravljajo ponovno kontrolno izmero vsaj 5 % vseh že posnetih vzorcev (ZOEHRER 1980). Glede na izkušnje je priporočljivo pri stalnih ekipah ponovno popisati vsaj 2 %, pri sezonskih manj stalnih ekipah pa vsaj 5 % SVP. Tudi to kontrolo je najbolje opravljati sproti, saj ni kaj dosti storiti, če šele po zaključku terenskih del odkrijemo večje nepravilnosti. Ne glede na to se napake odkrijejo ob ponovnih meritvah. Težimo k temu, da je ob vsaki naslednji meritvi vedno manj napak (Preglednica 2).

Preglednica 2: Rezultati ponovljenih meritev v GGE Pokljuka (prirejeno po ZALOKAR 2003).

Table 2: Results of the repeated measurements in FMR Pokljuka (modified from ZALOKAR 2003).

SPREMEMBA	2. meritev		3. meritev		4. meritev	
	N	%	N	%	N	%
Ni sprememb	31.101	55,3	35.384	66,8	22.138	62,2
Posekano drevo	6.901	12,3	6.964	13,2	1.705	4,8
Suho, izpadlo drevo	669	1,2	909	1,7	1.111	3,1
Vraslo drevo	5.875	10,5	5.743	10,9	5.489	15,4
Prej pozabljeno drevo	2.197	3,9	775	1,5	584	1,6
Drevo ni v vzorčni ploskvi	1.853	3,3	152	0,3	183	0,5
Napačna izmera premera	7.500	13,3	2.545	4,8	1.324	3,7
Napačna drevesna vrsta	97	0,2	38	0,1	99	0,3
Prva izmera	1	0	189	0,4	1.972	5,5
Opuščena ploskev	1	0	156	0,3	969	2,7
Skupaj	56.195	100	52.855	100	35.574	100

Skrbno arhiviranje kart in snemalnih listov je pri KVM izredno pomembno. Podobno velja tudi za vse računalniške datoteke, ki morajo biti primerno vzdrževane. Shranimo vse končne prečiščene različice osnovnih podatkov in grafičnih slojev. Nujno je, da so shranjeni in urejeni arhivski podatki vedno na voljo ob vsakokratni ponovitvi snemanja.

RAZMEJEVANJE IN KLASIFIKACIJA GOZDNIH SESTOJEV

DISTINCTION AND CLASSIFICATION OF FOREST STANDS

Vzporedno s KVM so se spreminjali tudi razmejevanje gozdnih sestojev in njihova klasifikacija ter opis sestojnih znakov. Za potrebe gozdarskega načrtovanja sestoj razmejujemo, klasificiramo in jih vrednotimo z namenom, da si ustvarimo pregled (prostorski red), ki nam olajša delo in omogoča usmerjeno in načrtno ukrepanje. Konkretno sestoj na terenu najprej razmejimo, nato pa jih po določenih znakih razvrščamo v sestojne tipe (skupine sestojev).

Pri sami opredelitvi kot tudi členitvi oziroma razmejevanju gozdnih sestojev se dostikrat postavi vprašanje, na kakšni površini so sestojne značilnosti, po katerih sestoj členimo, še toliko homogene, da jih je možno prostorsko zaokrožiti v samostojno enoto. Problematika razčlenjevanja gozdnih sestojev je večplastna in v veliki meri podobna razčlenjevanju in kartiranju gozdnih združb (KOŠIR 1979, HAVEL 1980, KALAN / ZUPANČIČ 1980, ROBIČ 1981). Pri tem gre predvsem za vprašanje zveznosti oziroma diskretnosti vegetacije (sestojev), ki je v večini primerov odvisna od narave vplivov

na razvoj sestojev ter od merila, v katerem sestoj obravnavamo (ROBIČ 1981, BONČINA 2000).

Na blejskem GGO se je že v začetku sedemdesetih let preteklega stoletja pričelo zelo podrobno razmejevanje sestojev in njihovo klasificiranje v sestojne tipe. Vzrokov za takšen pristop je več in so povezani predvsem s kombiniranjem opisa sestojev s SVP ter horizontalno zgradbo gozda, ki zaradi preteklega načina gospodarjenja omogoča jasnejše razmejevanje med sestoji in njihovimi deli (POLJANEC / BONČINA 2006). Pri razmejevanju sestojev se je že od začetka uporabljala fotointerpretacija letalskih posnetkov (GRILC 1973), pri čemer se je posebno težo namenilo zanesljivi in objektivni klasifikaciji sestojev (HLADNIK 2000), ki je ključ za stratifikacijo SVP.

KLASIFIKACIJA SESTOJEV

Če se pri razmejevanju sestojev osredotočamo predvsem na problem velikosti sestojev in razpoznavnosti razlik med sestoji, sledi vprašanje, kako razmejene sestoje uvrščati (klasificirati) v abstraktne klasifikacijske enote – tipe gozdnih sestojev. Z namenom, da si ustvarimo nekakšen red in pregled nad pestrostjo različnih struktur, ki jih najdemo v gozdu, konkretne sestoje glede na posamezne znake oziroma skupine znakov razvrščamo v sestojne tipe. Možnih klasifikacij je lahko zelo veliko, v kombinaciji s KVM pa se je izkazala kot najbolj uporabna členitev in klasifikacija v tipe (stratume) glede na razvojno fazo, mešanost in sklep sestoja (Preglednica 3). Sodoben pristop kot na Bledu se je uveljavil tudi v mnogih drugih državah, na primer v Nemčiji, Slovaški, Finski, tudi Švici (SCHMID-HAAS *et al.* 1984, BERNASCONI / MATSCHAT 1992, KURTH 1994, METSÄ... 1998, BRASSEL / BRÄNDLI 1999). Takšen pristop je v gozdarskem načrtovanju poznan kot »gojitveno načrtovanje« in je pomemben del gozdnogospodarskih načrtov (POLJANEC / BONČINA 2006).

Preglednica 3: Klasifikacija sestojev glede na razvojno fazo, mešanost in sklep sestoja (primer GGO Bled).

Table 3: *Stand classification in view of development phase, structure and density of the stand (the case of FMR Bled)*

Razvojna faza	Mešanost	Sestojni sklep
100 – povprečni premer manjši od 10 cm (mladje, gošča, letvenjak)	10 – čisti iglavci	1 – tesen
200 – povprečni premer od 10 do pod 20 cm (mlajši drogovnjak)	(delež listavcev v skupni LZ manj kot 10 %)	
300 – povprečni premer od 20 do pod 30 cm (starejši drogovnjak)	20 – iglavci z listavci	2 – normalen
400 – povprečni premer 30 do pod 40 cm (mlajši debeljak)	(delež listavcev v skupni LZ med 10 in 50 %)	
500 – povprečni premer od 40 do pod 50 cm (starejši debeljak I)	30 – listavci z iglavci	3 – rahel
600 – povprečni premer nad 50 cm (starejši debeljak II)	(delež listavcev v skupni LZ med 50 in 90 %)	
700 – v sestoji je drevje vseh debelin (raznodobni sestoji)	40 – čisti listavci	4 – vrzelast do pretrgan
800 – varovalni gozd	(delež listavcev v skupni LZ več kot 90 %)	

Proces klasifikacije sestojev na sestojne tipe poteka tako na SVP kakor tudi pri opisu sestojev. Ker je sestojni tip pri KVM vezan zgolj na ožje območje SVP in ker z vzorčenjem ne moremo pridobiti natančnega podatka o površinah sestojnih tipov, te podatke prevzamemo iz opisa sestojev. Zaradi združevanja sestojnih tipov v različne stratume, ki jih nato uporabimo za izračun lesnih zalog in prirastkov, je pomembna usklajenost obeh zbirk podatkov. To dosežemo tako, da prek sestojne karte položimo mrežo SVP in uskladimo sestojne tipe na obeh slojih. Pomembno vlogo pri tem usklajevanju igra natančnost pri razmejevanju sestojnih tipov in pozicijska točnost SVP. Tako opredeljeni sestoji so glede na število dreves, lesno zalogo in drevesno sestavo dokaj enotni in zato dajejo dobro osnovo za stratifikacijo SVP. Trimestna šifra je vsebinsko utemeljena, kar je pomembno za operativno rabo. Pomanjkljivost tovrstne klasifikacije se kaže predvsem v zelo togi mehanistični členitvi konkretnih sestojev na posamezne tipe, kjer gozdne sestoje obravnavamo kot kombinacijo le treh sestojnih znakov. Klasifikacija se omejuje zgolj na strukturne značilnosti posameznih sestojev in le delno na funkcijo, ki jo določen sestoj opravlja.

SESTOJNA KARTA

Rezultat členitve gozdnih sestojev je sestojna karta. Na sestojni karti so poleg drugih vsebin (relief, prometnice, vode, gozdarska razdelitev prostora, ...) prikazani sestoji z izpisanim sestojnim tipom. Z uvedbo geografskih informacijskih sistemov v prakso urejanja gozdov se je poleg tiskanih sestojnih kart uveljavila tudi digitalna sestojna karta s pripadajočo zbirko podatkov o stanju sestojev in gozdnogojitvenih usmeritvah, ki jih zbiramo pri opisu sestojev (MATIJAŠIČ / ŠTURM 2006). Takšna sestojna karta je koristen pripomoček za načrtovanje kot tudi za vsakodnevno terensko delo (POLJANEC / BONČINA 2006).

STRATIFIKACIJA KOT OSNOVA ZA IZVREDNOTENJE PODATKOV NA SVP STRATIFICATION AS A BASIS FOR DATA PROVISION

Zagotavljanje kakovostnih informacij o lesni zalogi, prirastku, debelinski strukturi in drevesni sestavi na različnih ravneh gozdarskega načrtovanja je ključnega pomena pri odločanju o bodočem usmerjanju razvoja gozdnih sestojev. Z različnimi tehnikami stratifikacije SVP in različnim oblikovanjem stratumov je pri zadostnem številu SVP mogoče nekatere podatke vzorčne metode aplicirati tako na sestojno kot na višje ravni gozdarskega načrtovanja.

SESTOJNI TIP KOT OSNOVA ZA STRATIFIKACIJO SVP

Gosta mreža SVP v GGO Bled omogoča ugotavljanje lesne zaloge in nekaterih drugih znakov na ravni sestoja neposredno s SVP. Postopek temelji na podrobni stratifikaciji, kjer posamezen stratum predstavlja kar sestojni tip znotraj gospodarskega razreda. Postopek metodološko ni povsem korekten, saj je kljub veliki gostoti SVP težko zagotoviti dovolj veliko število SVP za vsak sestojni tip.

V zadnjem času smo zaradi zmanjševanja gostote SVP in težnje k čim bolj korektni oceni lesne zaloge na vseh ravneh načrtovanja postopek nekoliko modificirali. Tako sestojne tipe znotraj gospodarskega razreda združujemo po podobnosti v razmeroma homogene stratume. Koeficienti variacije za tako oblikovane stratume ne presegajo 30 %, zato sorazmerno zanesljivo oceno lesne zaloge dobimo že na podlagi 10-15 SVP. Ta pogoj je pri sestojnih tipih, ki v gospodarskem razredu prevladujejo, zagotovljen. Pri sestojnih tipih, ki pokrivajo le manjše površine (od 1 do nekaj 10 ha), tega pogoja seveda ni moč izpolniti, zato v tem primeru sorodne sestojne tipe združujemo v stratume, in sicer tako, da vsak posamezen stratum zajema vsaj 3 do 5 SVP. Za vse podatke znotraj stratuma se nato izračunajo povprečne vrednosti in vsak sestojni tip v stratumu dobi povprečno oceno za posamezen parameter.

Primerjave rezultatov ocen lesnih zalog na ravni odseka, pridobljenih s SVP, s polno premerbo in kombinacijo SVP ter okularne ocene lesne zaloge sestojev kažejo, da kljub nekaterim teoretičnim poenostavitvam metoda zagotavlja dovolj dobro oceno za operativno terensko odločanje. Največja pomanjkljivost tega postopka je, da ni moč zagotoviti dovolj kakovostnih informacij za druge znake (predvsem za dreve-

sno sestavo), saj imajo vsi sestoji določenega tipa (stratuma) znotraj gospodarskega razreda enake vrednosti posameznih kazalcev, kar je prav pri drevesni sestavi lahko pogosto zavarovalno. Ker v primeru drevesne sestave in še nekaterih podobnih kazalcev (npr. odmrla lesna masa, posek ...) neposredna uporaba SVP ne daje zadovoljivih rezultatov, si pomagamo z okularnimi ocenami, evidenco sečenj in nekaterimi drugimi zbirkami podatkov, s katerimi izboljšamo ocene posameznih znakov na sestojni ravni. Druga pomanjkljivost metode je v tem, da ni moč za vse stratume ugotoviti lesne zaloge z želeno zanesljivostjo. Bistvena prednost tega postopka, ki v veliki meri odtehta dane pomanjkljivosti, je v racionalizaciji opisa sestojev in zmanjšanju stroškov celotne inventure.

ZAKLJUČKI RESULTS

KVM je v GGO Bled že četrto desetletje trajajoč eksperiment, ki je neprecenljiv vir informacij o stanju in razvoju gozdov. Težnje po pretiranem poenotenju metodologije znotraj Zavoda za gozdove Slovenije, prehod na novo vzorčno mrežo in na koncentrične SVP bi pomenile prekinitve metode in izgubo kontinuitete, ki je za gozd, kot izrazito dolgoročno naravnan ekosistem, ključnega pomena. Menimo, da mora metoda, ki se je razvila v GGO Bled, v svojem bistvu ostati nespremenjena, kar pa ne pomeni, da so na tem področju izčrpane vse možnosti za razvoj in racionalizacijo.

Nadaljnji razvoj in priložnost za uveljavitev novih, sodobnejših inventurnih prijemov vidimo predvsem v razširitvi monitoringa s SVP na varovalne gozdove, ki v GGO Bled sestavljajo tretjino vseh gozdov (Gozdnogospodarski načrt... 2001). Prav tako moramo ponovno pretehtati smiselnost zbiranja nekaterih podatkov na SVP in dopustiti uvajanje novih znakov, ki bi poleg potreb gozdarstva zadovoljil tudi druga področja, na primer naravovarstvo.

Možnosti za racionalizacijo terenskega snemanja podatkov se kažejo predvsem v zmanjšanju prehodov med SVP (oblika mreže), ki pomenijo največjo porabo časa (KUŠAR 2001). Tudi uvajanje novih tehnologij za izboljšanje pozicijske točnosti in boljšo orientacijo na terenu ter sodobnejše merilne naprave za merjenje posameznih znakov lahko v znatni meri zmanjšajo porabo terenskega časa ter pripomorejo k večji kakovosti zbranih podatkov.

Pri izvrednotenju podatkov smo največ pozornosti doslej posvečali lesni zalogi in prirastku, drugi znaki pa so bili zastavljeni. V prihodnje bo potrebna boljša izkoriščenost vseh

na SVP zbranih informacij. Prav tako bo večjo pozornost treba posvetiti izračunu podatkov na različnih ravneh načrtovanja.

Danes je opazna težnja po pretiranem usklajevanju vseh kvantitativnih kazalcev na vseh ravneh načrtovanja. Menimo, da usklajevanje drevesne in debelinske strukture kakor tudi drugih kvantitativnih in kvalitativnih kazalcev od sestoja prek odseka do gospodarskega razreda in enote ni smiselna. Pri prikazovanju zbranih informacij na različnih ravneh moramo večjo težo posvetiti intervalnim ocenam in prikazovanju zanesljivosti zbranih podatkov. Prav tako je treba razmisliti o ocenjevanju lesne zaloge za posamezne sestoje ter o povezavi opisa sestojev z izdelavo podrobnih gozdnogojitvenih načrtov.

Vse večje potrebe po kazalcih biodiverzitete (odmrlna lesna masa, biodiverzitetni indeksi, debelo drevje...) ter kazalcih zdravstvenega stanja gozdnih sestojev (poškodovanost), kakor tudi kazalcih, pomembnih za gozdno proizvodnjo (kvaliteta drevja), narekujejo večjo aktivnost pri zagotavljanju ciljnih informacij zainteresiranim skupinam.

ZAHVALA

KVM je v prakso gospodarjenja z gozdovi v GGO Bled uvedel dr. Janez Grilc. Da se je metoda uveljavila in ostala vsa leta v uporabi, gre zasluga Janezu Koširju, dolgoletnemu vodji urejanja gozdov. Za arhiviranje in obdelavo podatkov je skoraj celotno obdobje skrbel Franci Cergolj. Avtorja se za skrbni pregled vsebine prispevka in kritične pripombe vsem trem lepo zahvaljujeva.

SUMMARY

In 1971, the Forest Management Region (FMR) Bled introduced the control sampling method (CSM) of permanent sample plots (PSP) into forest regulation practice. The decision was taken in the light of changed economic conditions and new planning tasks. The method was expected to be more cost-effective (replacement of expensive full measurement), better in terms of data entry, more efficient and more modern in its use of tools. This was the first time such a method of forest data collection was introduced to Slovenia. Originally, the method was discovered in Switzerland (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research in Birmesndorf, R. Schmidt). The 1971 attempt to introduce the method was not successful due to the lack of domestic experience, which spurred some decisions that failed to produce satisfac-

tory results. The forest management plan for FMR Bled stated the following as the main reasons for the abandonment of the first grid of field plots: insufficient location accuracy (distance measurements were not accurate because of inappropriate measuring instruments); qualified labour force issues; insufficient marking of the plot centre; dilemmas in reducing circle diameter and thus the shape of the pattern; the size of samples changed and stabilised (first grid 3 and 5 ar, later 4 ar).

After some initial problems, the method was modified and, following its first successful control measurement in 1982, fully implemented as a very important source of data on the state and development of forest stands in the FMR Bled. The basic grid of PSP (200 × 100 m in Gauss-Krüger coordinate system) is laid out in all multi-purpose forests and special purpose forests where measures are allowed. Since 1987, control measurement has been performed on a sampling grid of 200 × 200 m.

In order to ensure data on the state and development of forests at various levels of the forest management unit plan preparation, the data obtained from PSP were joined with stand description data. Stand classification is of key importance for the grouping of both data collection procedures. In the FMR Bled, stand classification into stand types is used. The term stand type, expressed in a three-digit code, presents forest stand classification with regard to the diameter class or development phase, stand structure and stand density. Grouping of stand types into various strata, which are then used in calculations of growing stock and increment, requires coordination of both databases. This is achieved by laying out a basic grid of PSP over the stand map and by subsequent coordination of stand types in both layers. In coordinating the mentioned data, accuracy of stand type delimitation is of utmost importance as is the location accuracy of PSP and their structure.

Owing to its relatively dense sampling grid, the method of stratification is used as a substitute for the ocular estimate method or quick basal area estimate method for growing stock values in providing the information on growing stock and increment at lower planning levels (section, stand). In calculation of data for double stratification is carried out, namely into management classes and forest stand type within them. The method of stratification is based on an assumption that a stand type within its management class is relatively homogeneous in terms of growing stock, and that relatively few PSPs are needed to obtain a solid growing stock estimate.

Despite some theoretical simplifications, the application of stratification in the provision of data on growing stock and

increment at stand and section levels gives relatively good information for field operative decision-making. The disadvantage of the method is its inability to provide individual assessments of quantitative indicators by stands, but merely mean values for similar stands in a management class. The advantage of the method is better usage of information collected from PSP.

LITERATURA REFERENCES

- AHAČIČ, U., 1997. Ugotavljanje prehodnih dob in reduciranje števila vzorčnih ploskev na primeru gozdnogospodarske enote Mežakla. Strokovna naloga, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled: 20 s.
- BEMASCONI, A. / MATSCHAT, S., 1992. Betriebsplan über die Waldungen der Personalwaldkorporation Lyss.- PAN, Büro für Wald und Landschaft, Bern: 106 s.
- BONČINA, A., 2000. Primerjava strukture gozdnih sestojev in sestave rastlinskih vrst v pragozdu in gospodarskem gozdu ter presoja uporabnosti izsledkov za gozdarsko načrtovanje. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 63: 153 – 181.
- BRASSEL, P. / BRÄNDLI, U.B., 1999. Schweizerische Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993 – 1995.- Birmensdorf, Edgenossisches Forschungsanstalt für Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Verlag Paul Haupt: 442 s.
- CEDILNIK, A. / KOTAR, M., 1992. Razmestitev dreves v sestoji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 40: 15-40.
- CENČIČ, L., 2003. Uporaba KVM na GGO Maribor in ocena dosedanjih izkušenj.- Monitoring gozdnih ekosistemov, Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana: 11.
- GAŠPERŠIČ, F., 1997. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi. BF, Oddelek za gozdarstvo: 403 s.
- Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko območje Bled 1981 – 1990. 1981. Gozdno gospodarstvo Bled.
- Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko območje Bled 2001 – 2010. 2003. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Notranji Bohinj 2003 – 2012. 2004. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- Gozdnogospodarski načrt za gozdnogospodarsko enoto Pokljuka 2006 – 2015. 2007. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- GRILC, J., 1972. Gozdno gospodarstvo Bled ureja gozdove po metodi stalnih vzorčnih ploskev. Gozdarski vestnik, 30: 63-65.
- GRILC, J., 1973. Kako uporabljamo zračne posnetke? Gozdarski vestnik, 31: 128 – 137 s.
- HAVEL, J.J., 1980. Application of fundamental synecological knowledge to practical problems in forest management – II Application. Forest ecology and management, 3: 81 – 111.
- HLADNIK, D., 2000. Razvoj koncepta gozdnih inventur na Slovenskem. V: Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega. Potočnik I. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 105-126.
- HLADNIK, D., 2004. Ocenjevanje prostorske zgradbe jelovo-bukovih sestojev. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 74: 165-186.
- HOČEVAR, M., 1991. Obdelava in analiza podatkov kontrolnovzorčne inventure. Seminarско gradivo, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- HOČEVAR, M., 1993. Dendrometrija – gozdna inventura. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana: 274 s.
- HOČEVAR, M., 2003. Zgodovina, značilnosti in razvoj KVM v svetu in Sloveniji.- Monitoring gozdnih ekosistemov, Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana: 7-8.
- KALAN, J. / ZUPANČIČ, M., 1980. Klasificiranje in raziskovanje rastišč. Gozdarski vestnik, 38, 6: 283 – 284.
- KOŠIR, Ž., 1979. Fitocenologija kot izhodišče za gospodarjenje z gozdovi na naravnih temeljih. V: Gozdnogospodarsko načrtovanje integralni del družbenega planiranja. Ljubljana, SIS za gozdarstvo: 107 – 146.
- KOVAČ, M. / MAVSAR, R. / HOČEVAR, M. / SIMONČIČ, P. / BATIČ, F. 2000. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov – priročnik za terensko snemanje podatkov.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 74 s.
- KOVAČ, M., 2008. Gozdna inventura kot osnova obračunavanja statističnih parametrov s stratifikacijo. Tipkopis 16 s.
- KOZOROG, E., 1999. 10 let spremljanja razvoja gozdov s pomočjo kontrolne vzorčne metode v tolminskem gozdnogospodarskem območju.- Interno gradivo, Zavod za gozdove Slovenije, območna enota Tolmin, Tolmin, s 8.
- KOZOROG, E. / ČERNIGOJ, V., 2002. Uveljavitev kontrolne vzorčne metode v gozdnogospodarskem območju Tolmin.- Gozdarski vestnik, 60/5-6, s. 235 – 245.
- KURTH, H., 1994. Forsteinrichtung: nachhaltige Regelung des Waldes. Berlin, Deutscher Landschaftsverlag: 592 s.
- KUŠAR, G., 2001. Druga izmera po kontrolni vzorčni metodi – GE Ravnik.- Gozdarski vestnik 59/9: 393 – 398.
- MATIJAŠIČ, D. / ŠTURM, T., 2006. Sestojna karta Slovenije. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (Ur.). Strokovna in znanstvena dela, 127: 73 – 82.
- METSÄ MEIDÄN MIELEN, 1998. Metsä suunnitelma. Pohjois-Karjalan Metsäkeskus, Joensuu.
- Navodila za popis stalnih vzorčnih ploskev. 2000. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, interno gradivo: 18 s.
- Navodila za drugo snemanje na stalni vzorčni ploskvi. 2008. Zavod za gozdove Slovenije, interno gradivo: 17 s.
- POLJANEC, A. / BONČINA, A. 2006. Obravnavanje gozdnih sestojev v gozdarskem načrtovanju na primeru gozdnih območij Bohinja in Pohorja. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 79: 53 – 66.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrti. Uradni list RS, 5/1998.
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrti. Uradni list RS, 12/2008.
- ROBIČ, D., 1981. Racionalnost gozdne proizvodnje in gozdno rastišče. V: Intenziviranje in racionaliziranje gospodarjenja z gozdovi v SR Sloveniji. Gašperšič, F. (Ur.). (Gozdarski študijski dnevi). Novo mesto, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 93 – 104.
- SCHMID-HAAS, P. / KELLER, W. / GADOLA, C. 1984. Integrale Planung im Forstbetrieb. Birmensdorf, Swiss Federal Institut of Forest Research : 116 s.
- VAN LAAR, A. / AKCA, A., 1997. Forest mesuration.- Cuvillier Verlag, Goettingen: 418 s.
- Terenski obrazci za popis stalnih vzorčnih ploskev. 1971. Arhiv Zavoda za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- ZALOKAR, K., 2003. Primernost kontrolne vzorčne metode za spremljavo rasti in razvoja gozdov v GE Pokljuka.- Gozdarski vestnik 61/2: 69 – 77.
- ZOEHRER, F., 1980. Forstinventur: Leitf. fuer Studium u. Praxis/Hamberg, Berlin : Parey, 1980 (Parey Studentexte : Nr.26)

LOKACIJSKA TOČNOST IN ANALIZA ČASA ISKANJA STALNIH VZORČNIH PLOSKEV PRI KONTROLNI VZORČNI METODI

Gal KUŠAR¹

Izvleček

Analizirali smo lokacijsko točnost središč postavljenih stalnih vzorčnih ploskev (SVP). Točno lokacijo SVP – količka, ki označuje središče SVP, smo izmerili s pomočjo naprave GPS z diferencialno korekcijo. Opravili smo tudi analizo porabe časa iskanja SVP. Razdalja med navigacijskim središčem in količkom, ki označuje središče SVP, znaša v povprečju $11,52 \pm 0,82$ m, kar pomeni, da nas je GPS-navigacija pripeljala na SVP, in sicer v območje polmera velikega vzorčnega kroga (12,61 m). Razlike med teoretičnimi koordinatami središča SVP in z GPS izmerjenimi lokacijami SVP znašajo v povprečju $7,21 \pm 0,70$ m v smeri X, $7,49 \pm 0,73$ m v smeri Y in $15,69 \pm 3,60$ m v smeri Z. Zaključimo lahko, da so bile SVP leta 1990 zakoličene dobro. Analiza porabe časa iskanja je pokazala, da lahko v 8 urah (delovni dan) z novo metodo opravimo inventuro 13 SVP, namesto dosedanjih 5-10 SVP.

Ključne besede: GPS, kontrolna vzorčna metoda, KVM, Trimble PRO XL, lokacijska točnost, navigacija, analiza porabe časa iskanja, gozdna inventura

LOCATION ACCURACY AND SEARCH TIME ANALYSIS OF THE PERMANENT SAMPLING PLOTS BY CONTROL SAMPLING METHOD

Abstract

A research study on location accuracy of the centres of permanent sampling plots (PSP) was made. Accurate location of the PSP centre, which is marked with iron stake, was measured by GPS device with differential correction. Analysis of PSP search time was also done. Distance between navigation centre and iron stake, which mark the centre of the PSP, is 11.52 ± 0.82 m on average. This means that GPS navigation was useful and had brought us on the PSP inside diameter of larger sampling circle (radius 12.61 m). Differences between theoretical co-ordinates of the PSP centres and the PSP centres measured with GPS and differential corrected are on average 7.21 ± 0.70 m in direction X, 7.49 ± 0.73 m in direction Y and 15.69 ± 3.60 m in direction Z. Accordingly, a conclusion was made that the PSPs were set up well in 1990. Analysis of PSP search time showed that in 8 hours (one working day) inventory of 13 PSP could be done with this new method instead 5-10 PSP per day with the old method.

Key words: GPS, control sampling method, CVM, Trimble PRO XL, location accuracy, navigation, of search time analysis, forest inventory

UVOD INTRODUCTION

V sklopu obnove gozdnogospodarskih načrtov (GGN) gozdnogospodarskih enot (GGE) je na večini stalnih vzorčnih ploskev (SVP) že bila opravljena ponovna oz. druga terenska izmera. Ploskve so bile zakoličene konec 80ih in v začetku 90ih let 20. stoletja po metodi, opisani v HOČEVAR (1990, 1991, 1995). Drugo izmero opravljamo po metodi, opisani v KUŠAR (2001). Meritve po kontrolno vzorčni metodi (KVM) so organizacijsko zahteven in časovno ter stroškovno obsežen projekt.

Globalni pozicijski sistem (GPS) oz. sistem satelitske navigacije je vse bolj uporabljan tudi v gozdarstvu, predvsem za lociranje objektov (meritve koordinat) ter navigiranje (iskanje objektov s poznanimi koordinatami). Raziskave so usmerjene na:

- preprečevanje vpliva gozdnega zastora na kakovost in natančnost GPS-merjenj (SIGRIST *et al.* 1999, NA-ESSET 1999, 2001, HOLMSTROM *et al.* 2001),
- vpliv konstelacije satelitov in diferencialne korekcije na lokacijsko točnost (DUSSAULT 2001),
- pridobivanje prostorskih podatkov v gozdarstvu s pomočjo GPS (KOPŠE / HOČEVAR 2001),
- uporabo GPS pri vzorčni inventuri (KETTEMANN / WAGELAAR 1998).

Poznane so tri metode iskanja/zakoličevanje SVP:

- Klasična metoda (KUŠAR 2001). Pri tej metodi sledimo navezavam in ploskve iščemo v enakem zaporedju, kot so bile zakoličene pri prvi izmeri. Razdalje merimo z merilnim trakom, azimute z busolo.
- Z ortofoto karto, busolo in merilnim trakom (delno KLAVS 1999). Pri tej metodi na ortofotokarti poi-

¹ dr. G. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: gal.kusar@gozdis.si

ščemo najugodnejšo izhodišče in izmerimo azimut ter razdaljo. Metoda je primerna predvsem tam, kjer so topografske karte neažurne, in za izbor izhodišč za navezavo med ploskvami, saj nam ortofoto prikazuje ažurno stanje.

- Navigiranje z GPS (metoda, ki smo jo raziskovali v tem prispevku).

Analizo porabe časa za izvedbo meritev na SVP pri KVM pri gostoti vzorčne mreže 1 x 1 km ter 500 x 250 m je obdelal Klavs (1999). Opravila je razdelil na 5 delovnih faz: priprava za delo, premik do ploskve, iskanje (središča) ploskve, meritve na ploskvi in odhod do avtomobila. Kritični delovni fazi, kjer se porabi največ časa, potrebnega za drugo izmero, sta: premikanje do ploskve (41,6 % časa) in iskanje vzorčnih ploskev (10,0 % časa), saj skupaj sestavljata kar 51,6 % vsega časa.

Analiza časovne porabe med prvo (40,35 min/ploskev) in drugo (48,0 min/ploskev) izmero ni pokazala bistvenih razlik v porabi časa med obema izmerama. Pri prvi izmeri je daljše merjenje na ploskvi, krajša pa je priprava dela. Pri drugih delovnih fazah ni bistvenih razlik (KLAVS 1999).

Cilje raziskave smo opredelili kot:

- ocena uporabnosti dela z GPS v gozdu,
- ugotovitev lokacijske točnosti postavljene mreže SVP,
- analiza časa iskanja SVP pri KVM.

V nalogi smo zato opravili analizo časa iskanja SVP, ki so bile pred 10 leti locirane z busolo in merskim trakom, s pomočjo GPS-navigacije. Poskušali smo zmanjšati čas, potreben za premikanje in iskanje ploskev (kritična delovna postopka), z uporabo gozdarskega informacijskega sistema (GOZDIS) pa racionalizirati pripravo dela. Zanimala nas je tudi lokacijska točnost postavitve SVP pri prvi izmeri.

METODE DELA *WORKING METHODS*

OBJEKT RAZISKAVE *RESEARCH OBJECT*

Za objekt raziskave smo izbrali GGE Ravnik, ki leži na kraški planoti severozahodno in vzhodno od avtoceste Ljubljana - Kozina, med počivališčem Lom in odcepom za

Unec. Relief je raven in vrtačast, nadmorske višine so med 430 in 670 metri, v povprečju pa 550 metrov. Revir Ravnik obsega 1.515 ha gozdov na spodnji meji areala razširjenosti jelovo-bukovih gozdov (rastišča AF-dinaricum). Gozdovi so po zgradbi dvoslojni jelovo bukovi, enoslojni bukovi in enodobni nasadi smreke. Večinoma so to presvetljeni gozdovi v obnovi in preredčeni debeljaki. Naravno pomlajevanje je zavrto zaradi divjadi. Odprtost gozda z gozdnimi cestami je 28,5 m/ha. Gozd je razdeljen na dva GR, 36 oddelkov, ti pa še na 154 odsekov (GOZDNOGOSPODARSKI ... 1990).

Poleti leta 1990 so zakoličili 238 SVP na mreži 250 x 250 m in opravili prvo izmero po KVM. Ploskve so koncentrične, velikosti 2 in 5 ara (7,98 m in 12,61 m). Na 216 SVP je bilo izmerjenih 2.913 dreves, 22 ploskev pa je bilo nemerskih (KERMAVNAR 1991). Ponovno - drugo izmero na SVP so ekipe Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) opravile poleti leta 2000 na 238 SVP; od tega jih 13 niso našli in so jih izločili iz datotek in nadaljnjih izračunov, 16 ploskev pa je bilo nemerskih - mladovje. Ocena lesne zaloge po KVM leta 2000 znaša 323,0 m³/ha, ocena prirastka pa 6,8 m³/ha leto (KUŠAR 2001).

GPS-NAVIGACIJA *GPS NAVIGATION*

Ker je GGE Ravnik prevelika, da bi izmerili vseh 238 SVP, smo za raziskavo izbrali le severovzhodni del GGE in meritve opravili na SVP v oddelkih: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 16 in 21.

Opravila pri KVM na SVP smo razdelili na naslednje delovne faze:

- kabinetno pripravo (priprava snemalnih listov, digitalnih ortofotokart in GPS-opreme),
- terenske meritve (terenska snemanja z GPS),
- korekcijo in obdelavo podatkov (diferencialna korekcija meritve in obdelava podatkov).

Kabinetna priprava *Cabinet preparation*

S pomočjo GOZDIS Ravnik smo za vsak oddelek natisnili ortofoto karto v merilu 1:5.000 s kombinacijo naslednjih slojev (digitalni ortofoto posnetek, TTN5, gozdarska ureditev, mreža 250 x 250 m, zaporedne številke ploskev s teoretičnimi koordinatami (X in Y) središča ploskev). Nanjo smo vrisali

navezave med ploskvami, kot so jih postavljali pri prvi izmeri (Slika 1).

Za vsak oddelek smo natisnili snemalni list, v katerega smo iz podatkovne zbirke izpisali: zaporedno številko SVP in koordinate X, Y ter Z. V zbiralec (*datalogger*) GPS-aparata smo prenesli koordinate 238 SVP iz podatkovne zbirke GOZDIS Ravnik.

Pred odhodom na teren smo v modulu *Quickplan* programa *Pathfinder Office 2.1.* izdelali in natisnili napoved satelitov/pogojev snemanja, napolnili baterije in naročili vklop bazne postaje.

Terenske meritve

Field measurements

Z avtomobilom smo se pripeljali do izhodišča za posamezni oddelek oz. navezavo ploskev in pripravili GPS-opremo. Ploskve smo iskali v isti smeri in zaporedju, kot so bile postavljene pri prvi izmeri.

V zbiralcu GPS smo poiskali ustrezno ploskev in se usmerili proti njej. GPS nam je pokazal oddaljenost in smer (azimut). Vedno smo izbrali najbližjo pot/direktno linijo do ploskve. V primeru, ko smo ocenili, da bi do ploskve bistve-

no lažje (hitreje) prišli po poti (cesta, vlaka), smo šli po njej. Izogibali smo se težje prehodnemu gozdu (gosto mladovje) in oviram (večje vrtače, izrazita skalovitost, sečni ostanki...). GPS je prikazoval, glede na trenutno smer naše hoje, spremembo kurza, ki ji moramo slediti, da bomo prišli do ploskve. Pri iskanju prave smeri smo si pomagali tudi z busolo. Če je prišlo do daljšega izpada satelitskega signala, ki je onemogočal nadaljnjo navigacijo, smo poiskali ustreznejšo mikrolokacijo (umik izpod drevesa, povišanje antene...), se ustavili in počakali, da se je spet pojavil signal. Na ortofoto karto smo sproti označevali približen potek poti.

Ko smo prišli v bližino ploskve (oddaljenost na GPS pod 5 metrov – natančnejše iskanje ne bi bilo smiselno, saj so vrednosti oddaljenosti in azimuta nihale), smo GPS odložili – to mesto smo imenovali navigirano središče - in poiskali z zadiračem označena drevesa. Glede na označena drevesa smo poiskali središče ploskve in količek. Izmerili smo razdaljo in azimut od količka (K) do navigiranega središča (N).

Če količka kljub temeljitemu iskanju nismo našli, a smo bili prepričani, da smo v središču ploskve (označena drevesa), smo določili središče ploskve glede na oznake na drevesih ter nasprotne azimute in razdalje ter z GPS izmerili lokacijo središča ploskve.



Slika 1: Ortofoto karta za oddelek A06 z gozdarsko ureditvijo, prosojno TTN5, vzorčno mrežo 250 x 250 m in SVP s koordinatami.

Fig. 1: Orthophoto map for forest unit A06 with forest management department borders, transparent TTN5 topographic map, sampling grid of 250 m and SVP with coordinates.

Z GPS smo lokacijo središča ploskve (G) izmerili tako, da smo anteno zapičili ob količku in počakali najmanj 120 sekund - 120 odčitkov lokacije pri nastavitvi *Positional Dilution of Precision* (PDOP) manjši od 12. Medtem smo napravili opis gozda po šifrantu iz leta 1990. Nato smo v zbiralcu poiškali naslednjo točko in se odpravili do nje. Po izmerjeni zadnji ploskvi v navezavi oz. oddelku smo se vrnili k avtomobilu in se odpeljali k naslednjemu izhodišču oz. drugemu oddelku.

Terenska oprema

Field equipment

Pri raziskavi smo uporabili naslednjo terensko opremo:

- pregledno karto z vrisano vzorčno mrežo, ploskvami, gozdarsko ureditvijo, cestami v merilu 1:25.000,
- ortofoto karto za posamezni oddelek v merilu 1:5.000,
- snemalne liste za posamezni oddelek,
- napoved satelitov/pogoji snemanja za vsak snemalni dan,
- šifrant za delo po KVM,
- GPS Trimble, model Pro XL (antena, sprejemnik, in »datalogger« – zbiralec podatkov),
- štoparico TWE in ročno uro,
- metrski trak in ultrazvočni razdaljemer Haglof,
- busolo Suunto,
- podlogo in pribor za pisanje.

Terensko ekipo sta sestavljala vodja, ki je upravljal z GPS in snemal podatke na SVP, ter pomočnik.

Diferencialna korekcija in obdelava podatkov

Differential correction and data processing

Za kabinetno obdelavo GPS-podatkov so nujni tudi korekcijski podatki bazne postaje GPS, ki v trenutku našega merjenja beleži odstopanja od pravih vrednosti (KOPŠE / HOČEVAR 2001). Korekcijske podatke za diferencialno korekcijo smo dobivali z bazne postaje Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

METODA SNEMANJ ČASOV

TIME STUDY METHOD

Uporabili smo ničelno kronometrično metodo. Delovni čas smo razdelili na naslednje delovne postopke:

- G – pripravljanje/pospravljanje GPS-opreme (sestavljanje/pospravljanje antene, sprejemnika in zbiralca, ročni vnos koordinat navigacijskih točk/ iskanje navigacijskih točk v zbiralcu),
- P1 - premik k ploskvi - avtomobil (vožnja z avtomobilom po cesti od enega izhodišča do drugega),
- P2 - premik k ploskvi - po poti (hoja po cesti ali vlakci),
- P3 - premik k ploskvi - po gozdu - prehodno (hoja skozi gozd direktno v smeri azimuta do ploskve),
- P4 - premik k ploskvi - po gozdu - neprehodno (hoja skozi gozd, vendar zaradi neprehodnosti terena (izogibanje strmim stenam, večjim vrtačam, mladovju, večjim sečnim ostankom...) ne v smeri azimuta do ploskve),
- I - iskanje središča/količka (od navigiranega središča, dokler ne najdemo središča/količka ploskve),
- M – GPS-merjenje lokacije središča ploskve in opis sestoja: GPS-meritev lokacije - 120 odčitkov, meritev razdalje (v m) in azimuta (v°) od količka do navigiranega središča ter opis sestoja – po šifrantu iz leta 1990,
- O - odmor (oddih),
- H - malica,
- S - prekinitev zaradi satelitov/izpad opreme (navigacija je onemogočena/prekinjena zaradi premajhnega števila satelitov, prevelikega PDOP ali izpada signala),
- N - napaka opreme (»zmrznjen« GPS, težave z baterijami),
- D - drugo (dež, prekinitev zaradi pogovora z gozdarji, obiskovalci).

Delovni čas sestavljajo:

- produktivni čas (postopki: P1, P2, P3, P4, I),
- pripravljalo – zaključni čas (postopki: G),
- neproduktivni čas - potrebni (postopki: O, H),
- neproduktivni čas - nepotrebni (postopki: S, N, D),
- raziskovalni čas (postopek: M).

ANALIZA PODATKOV

DATA ANALYSIS

Snemanja smo opravili 6., 8., 16. in 21. novembra 2001. Za raziskavo smo izbrali 67 ploskev, od tega smo jih 58 (87%) upoštevali pri analizi; 9 ploskev (13%) smo izločili, od tega je bila 1 ploskev nemerska, 3 nismo našli, 3 so bile posekane, 2 ploskev pa niso našli že pri izmeri leta 2000.

Pri analizah podatkov smo uporabili osebni računalnik in naslednjo programsko opremo:

- Pathfinder Office 2.1.,
- ESRI ArcView 3.1 in ArcInfo 7.2.1,
- FoxPro 5.0,

REZULTATI RESULTS

LOKACIJSKA TOČNOST POSITIONAL ACCURACY

Izračunali smo razdaljo med navigiranim središčem (N) in središčem ploskve (K), odstopanja med korigiranimi in

nekorigiranimi koordinatami središč SVP ter odstopanja med teoretičnimi in korigiranimi vrednostmi koordinat središč SVP. Rezultate smo statistično obdelali (Preglednica 1).

Razdalja med navigacijskim središčem in količkom, ki označuje središče ploskve, znaša v povprečju $11,52 \pm 0,82$ m, kar pomeni, da nas je GPS-navigacija pripeljala na ploskev, in sicer v območje polmera velikega vzorčnega kroga (12,61 m). Vendar moramo upoštevati, da smo zaradi nihanja vrednosti z GPS-navigacijo prekinili, ko smo prišli v območje pod 5 metrov oddaljenosti od središča ploskve oz. če smo že prej zagledali označena drevesa.

Odstopanja med teoretičnimi koordinatami (X, Y, Z) središča ploskev in z GPS izmerjenimi lokacijami ploskev (XDC, YDC, ZDC – diferencialna korekcija) znašajo v pov-

Preglednica 1: Osnovna statistika GPS-merjenj lokacij ploskev na mreži 250 x 250 m pri drugi izmeri na SVP.

Table 1: Basic statistics of GPS measurements of locations on 250 m grid during second measuring on SVP.

	Valid N	Mean m	Minimum m	Maximum m	Std.Dev. m	SE m	SE %	KV %
RZD	58	11.519	2.100	28.800	6.275	0.824	7.15	54.47
MAX_PDOP	58	6.676	3.600	11.900	2.122	0.279	4.17	31.79
U_Pos	58	120.845	57.000	160.000	18.591	2.441	2.02	15.38
Std_Dev	58	3.860	0.722	17.089	3.310	0.435	11.26	85.75
Horz_P	58	41.410	32.610	45.520	2.601	0.341	0.82	6.28
Vert_P	58	65.256	51.388	71.732	4.098	0.538	0.82	6.28
DStd_Dev	58	3.482	0.703	17.127	3.241	0.426	12.22	93.08
DHorz_P	58	0.901	0.636	1.739	0.197	0.026	2.88	21.90
DVert_P	58	1.737	1.079	3.003	0.513	0.067	3.88	29.53
XG_XDC	58	1.913	0.079	8.412	1.673	0.220	11.48	87.46
YG_YDC	58	2.553	0.256	9.412	1.977	0.260	10.17	77.43
ZG_ZGC	58	6.576	0.143	17.431	4.846	0.636	9.68	73.69
X_XDC	58	7.215	0.007	22.139	5.317	0.698	9.68	73.69
Y_YDC	58	7.486	0.069	20.605	5.572	0.732	9.77	74.42
Z_ZDC	58	15.690	0.015	115.641	27.445	3.604	22.97	174.92

Legenda / Legend:

- RZD – razdalje od središča ploskev (K) do navigiranih središč (N),
- MAX_PDOP – maksimalne vrednosti PDOP (Positional Dilution of Precision),
- U_Pos – nefiltrirana števila odčitkov za ploskve,
- Std_Dev – standardni odkloni povprečja odčitkov za ploskve (nekorigirani),
- Horz_P – horizontalne natančnosti GPS nekorigiranih X Gauss-Kruegerjevih koordinat središč ploskev,
- Vert_P – vertikalne natančnosti GPS nekorigiranih Y Gauss-Kruegerjevih koordinat središč ploskev,
- DStd_Dev – standardni odkloni povprečja odčitkov za ploskve (korigirani),
- DHorz_P – horizontalne natančnosti GPS diferencialno korigiranih X Gauss-Kruegerjevih koordinat središč ploskev,
- DVert_P – vertikalne natančnosti GPS diferencialno korigiranih Y Gauss-Kruegerjevih koordinat središč ploskev,
- XG-XDC – absolutne vrednosti odstopanj med nekorigiranimi in diferencialno korigiranimi GPS X Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev,
- YG-YDC – absolutne vrednosti odstopanj med nekorigiranimi in diferencialno korigiranimi GPS Y Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev,
- ZG-ZDC – absolutne vrednosti odstopanj med nekorigiranimi in diferencialno korigiranimi GPS Z Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev,
- X-XDC – absolutne vrednosti odstopanj med teoretičnimi in diferencialno korigiranimi GPS X Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev,
- Y-YDC – absolutne vrednosti odstopanj med teoretičnimi in diferencialno korigiranimi GPS Y Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev,
- Z-ZDC – absolutne vrednosti odstopanj med teoretičnimi in diferencialno korigiranimi GPS Z Gauss-Kruegerjevimi koordinatami središč ploskev

prečju $7,21 \pm 0,70$ m v smeri X, $7,49 \pm 0,73$ m v smeri Y in $15,69 \pm 3,60$ m v smeri Z. Največja razlika je pri koordinati Z (nadmorska višina), ki pa je posledica napačno odčitanih teoretičnih nadmorskih višin na karti, saj razlika v petih primerih znaša med 81,77 m in 115,64 m. Zaključimo lahko, da so bile ploskve leta 1990 zakoličene dobro.

Odstopanja med korigiranimi (XDC, YDC, ZDC – diferencialna korekcija) in nekorigiranimi (XG, YG, ZG) z GPS izmerjenimi lokacijami ploskev znašajo v povprečju $1,91 \pm 0,22$ m v smeri X, $2,55 \pm 0,26$ m v smeri Y in $6,58 \pm 0,64$ m v smeri Z. Pozicijska natančnost pri nekorigiranih ploskvah znaša $41,41 \pm 0,34$ m v smeri X in $65,26 \pm 0,54$ m v smeri Y. Pozicijska natančnost pri korigiranih ploskvah znaša $0,90 \pm 0,03$ m v smeri X in $1,74 \pm 0,07$ m v smeri Y.

Prikaz odstopanj teoretičnega središča kontrolne vzorčne ploskve, korigirane in nekorigirane meritve GPS ter navigirane središča pri ploskvi številka 5. Vidimo, da točke ležijo v različnih tipih sestoja, zato je lokacijska točnost SVP zelo pomembna.

ANALIZA ČASA ISKANJE SVP

ANALYSIS OF PSP SEARCH TIME

Delovne postopke smo združili v: pripravljajno-zaključni čas, produktivni čas (čas premikov in iskanja SVP), nepro-

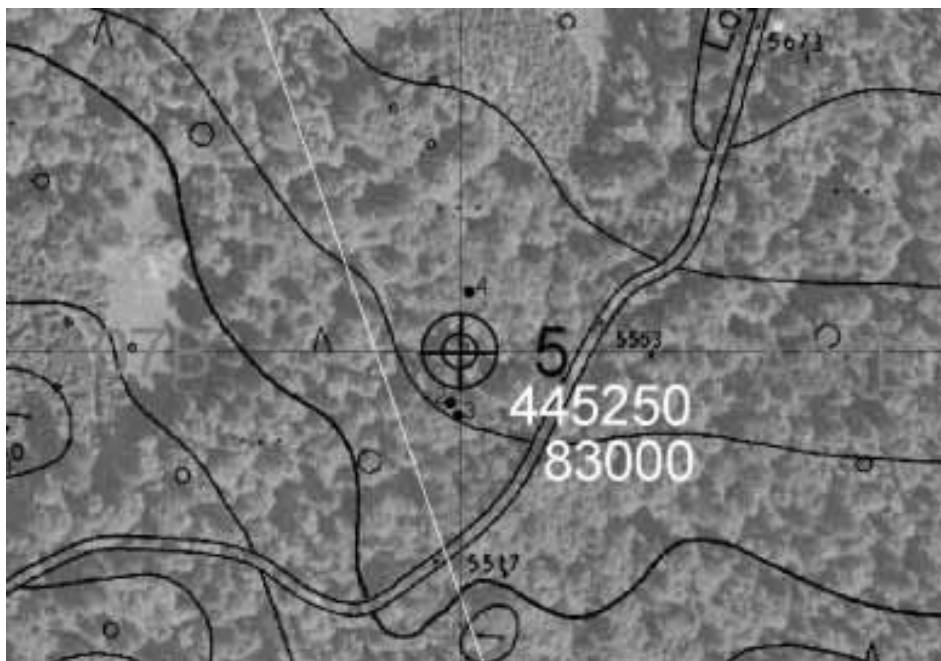
duktivni čas, čas navigacije z GPS, raziskovalni čas in skupni čas. Izračunali smo skupne čase in povprečja za posamezne ploskve. Rezultate smo statistično obdelali (Preglednica 2).

Delež časa premikov med ploskvami znaša po delovnih postopkih: P1 9,4 %, P2 19,0 %, P3 62,1 % in P4 9,4 %. Na vožnjo z avtomobilom odpade 9,4 % vsega časa, porabljenega za premike.

Na posamezno ploskev znaša pripravljajno-zaključni čas $1:48 \pm 0:12$ minute (10,2 %), produktivni čas $13:20 \pm 0:41$ minute (75,8 %), neproduktivni čas $2:28 \pm 0:45$ minute (14,0 %), celotni čas pa $17:35 \pm 1:14$ minute (100,0 %) (Slika 5).

Na delovni dan (8 ur, upošteva 30-minutni glavni odmor) bi tako lahko odkrili lokacije in označili 25 ploskev. Če prištejemo k produktivnemu času še 16:48 minute (KLAVS 1999), porabljene za meritve na ploskvi (KVM), znaša celotni čas za eno ploskev 34:23 minut, kar pomeni, da bi na delovni dan (8 ur) lahko opravili inventuro 13 ploskev.

Za kabinetno pripravo (navigacijske točke, napoved satelitov, snemalni listi in ortofotokarte) za celotno GGE (36 oddelkov, 238 ploskev, 1.515 ha površine) bi potrebovali 1 delovni dan (8 ur) oz. 2:01 minute na ploskev, ob predpostavki, da že obstaja urejen GOZDIS z vsemi potrebnimi sloji in podatkovnimi zbirkami. Celoten čas, potreben za inventuro ene ploskve znaša tako 36:24 minut, kar pomeni, da bi lahko v enem delovnem dnevu izvedli inventuro 12 ploskev.



Slika 2: Odstopanja »središč« pri ploskvi številka 5: teoretično središče (1), nekorigirano GPS-središče (2), korigirano GPS-središče (3) in navigirano središče (4).

Fig. 2: Differences between »centers« at plot number 5: theoretical center (1), not corrected GPS center (2), differential corrected GPS center (3) and navigated center.

Za premike med 58 ploskvami smo potrebovali 9:45 ure. To pomeni, da smo za teoretično pot 14.500 m (58 krat 250 m) potrebovali 585 minut. Premikalna hitrost med ploskvami znaša tako 24,79 m/minuto oz. 1,49 km/h oz. 0,41 m/s. Ta

hitrost je odvisna od deleža P1 (voznja z avtomobilom) in od gostote vzorčne mreže (250 x 250 m). Za 1 meter poti med ploskvami porabimo 2,42 sekunde oz. 0,04 minute.

Preglednica 2: Statistika časovne študije GPS-navigacije pri drugi izmeri SVP.

Table 2: Statistics of GPS navigation time study during second measurement on SVP.

	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	SE	SE%	KV%
	s					h:min:s					%	
G	58	107.53	25	420	91.901	0:01:48	0:00:25	0:07:00	0:01:32	0:00:12	11.22	85.46
PRIP_ZAK	58	107.53	25	420	91.901	0:01:48	0:00:25	0:07:00	0:01:32	0:00:12	11.22	85.46
P1	58	57.16	0	847	189.295	0:00:57	0:00:00	0:14:07	0:03:09	0:00:25	43.49	331.19
P2	58	115.05	0	835	178.581	0:01:55	0:00:00	0:13:55	0:02:59	0:00:23	20.38	155.22
P3	58	376.03	0	1144	189.709	0:06:16	0:00:00	0:19:04	0:03:10	0:00:25	6.62	50.45
P4	58	56.93	0	329	93.611	0:00:57	0:00:00	0:05:29	0:01:34	0:00:12	21.59	164.43
PREMIKI	58	605.17	261	1609	282.896	0:10:05	0:04:21	0:26:49	0:04:43	0:00:37	6.14	46.75
I	58	194.91	34	518	134.573	0:03:15	0:00:34	0:08:38	0:02:15	0:00:18	9.07	69.04
PROD	58	800.09	351	1766	310.977	0:13:20	0:05:51	0:29:26	0:05:11	0:00:41	5.10	38.87
O	58	28.97	0	600	103.155	0:00:29	0:00:00	0:10:00	0:01:43	0:00:14	46.76	356.13
H	58	77.43	0	1800	305.864	0:01:17	0:00:00	0:30:00	0:05:06	0:00:40	51.87	395.01
NEPRO_P	58	106.40	0	1800	315.640	0:01:46	0:00:00	0:30:00	0:05:16	0:00:41	38.95	296.66
S	58	17.22	0	210	39.006	0:00:17	0:00:00	0:03:30	0:00:39	0:00:05	29.74	226.46
N	58	4.03	0	218	28.665	0:00:04	0:00:00	0:03:38	0:00:29	0:00:04	93.29	710.50
D	58	20.02	0	1161	152.447	0:00:20	0:00:00	0:19:21	0:02:32	0:00:20	100.00	761.58
NEPRO_N	58	41.28	0	1177	159.270	0:00:41	0:00:00	0:19:37	0:02:39	0:00:21	50.67	385.85
NEPRO	58	147.67	0	1800	342.152	0:02:28	0:00:00	0:30:00	0:05:42	0:00:45	30.42	231.70
M	58	271.64	155	543	73.538	0:04:32	0:02:35	0:09:03	0:01:14	0:00:10	3.55	27.07
RAZI	58	271.64	155	543	73.538	0:04:32	0:02:35	0:09:03	0:01:14	0:00:10	3.55	27.07
GPS	58	1055.29	392	2961	562.417	0:17:35	0:06:32	0:49:21	0:09:22	0:01:14	7.00	53.29
SKUPNI	58	1326.93	643	3173	565.226	0:22:07	0:10:43	0:52:53	0:09:25	0:01:14	5.59	42.60

Legenda/Legend:

- G – časi pripravljanja/pospravljanja GPS,
- PRIP_ZAK – pripravljalo zaključni časi (G),
- P1 - časi premikov k ploskvam-avto,
- P2 – časi premikov k ploskvam-po poteh,
- P3 – časi premikov k ploskvam-po gozdu-prehodno,
- P4 – časi premikov k ploskvam-po gozdu-neprehodno,
- PREMIKI – skupni časi vseh premikov (P1+P2+P3+P4),
- I – časi iskanje središč/količkov,
- PROD – produktivni časi (PREMIKI+I),
- O – časi odmorov,
- H – časi malic,
- NEPRO_P - potrebni neproduktivni časi (O+H),
- S – časi prekinitve zaradi satelitov,
- N – časi zaradi napak opreme,
- D – drugi časi,
- NEPRO_N - nepotrebni neproduktivni časi (S+N+D),
- NEPRO – neproduktivni časi (O+H+S+N+D = NEPRO_P + NEPRO_N),
- M – časi GPS merjenj lokacij središč ploskev,
- RAZI – časi zaradi raziskovanja (M),
- GPS – časi GPS-navigacije (PRIP_ZAK+PROD+NEPRO),
- SKUPNI – skupni časi za ploskve (PRIP_ZAK+PROD+NEPRO+RAZI),

POVZETEK

Analizirali smo lokacijsko točnost središč postavljenih stalnih vzorčnih ploskev (SVP). Točno lokacijo SVP-količka smo izmerili s pomočjo GPS z diferencialno korekcijo. Uporabili smo sprejemnik Trimble PRO XL GPS z geodetsko natančnostjo. Izmerili in analizirali smo lokacije 58 SVP v GGE Ravnik na visokokraškem terenu v jelovo bukovem gozdu. Opravili smo tudi analizo porabe časa iskanja SVP.

Z GPS-navigacijo smo prišli v bližino SVP (navigirano središče) ± 5 m od teoretičnih koordinat. Poiskali smo SVP, njeno središče oz. količek in z GPS izmerili njegove koordinate (120 odčitkov - 3 minute). Beležili smo tudi čas različnih vrst premikov pri iskanju SVP, na podlagi katerega smo opravili analizo porabe časa.

Razdalja med navigacijskim središčem in količkom, ki označuje središče SVP, znaša v povprečju $11,52 \pm 0,82$ m, kar pomeni, da nas je GPS-navigacija pripeljala na SVP, in sicer v območje polmera velikega vzorčnega kroga (12,61 m).

Razlike med teoretičnimi koordinatami središča SVP in z GPS izmerjenimi lokacijami SVP znašajo v povprečju $7,21 \pm 0,70$ m v smeri X, $7,49 \pm 0,73$ m v smeri Y in $15,69 \pm 3,60$ m v smeri Z. Zaključimo lahko, da so bile SVP leta 1990 zakoličene dobro.

Delež časa premikov med SVP znaša po vrsti premikov: P1 (premik k SVP, avtomobil) 9,4 %, P2 (premik k SVP, po poteh) 19,0 %, P3 (premik k SVP po gozdu – prehodno) 62,1 % in P4 (premik k SVP po gozdu – težko prehodno) 9,4 %.

Na posamezno SVP znaša pripravljajno-zaključni čas $1:48 \pm 0:12$ minut (10,2 %), produktivni čas $13:20 \pm 0:41$ minut (75,8 %), neproduktivni čas $2:28 \pm 0:45$ minut (14,0 %), celotni čas pa $17:35 \pm 1:14$ minut (100,0 %). Na delovni dan bi tako lahko odkrili in locirali 25 SVP. Če prištejemo k produktivnemu času še 16:48 minute (KLAUS 1999), porabljene za meritve na SVP, znaša celotni čas za eno ploskev 34:23 minute, kar pomeni da bi v 8 urah (upoštevaje 30-minutni glavni odmor) lahko na dan opravili inventuro 13 SVP. Sedaj se opravi od 5 do 10 meritev SVP na dan.

Med navigacijo v gozdu stalno prihaja do izpada satelitskega signala (premalo satelitov, prevelik PDOP). Vendar ta izpad ne moti same navigacije, saj se s spremembo mikrolokacije hitro popravi. GPS deluje slabše (pogostejši izpadi, manj satelitov, višje vrednosti PDOP) v gostejših (neredčenih) sestojih: v sestojih, kjer v zmesi prevladujejo iglavci (smreke, jelke), in v vrtačah. Opazno je tudi poslabšanje delovanja v zgodnjih popoldanskih urah (»satelitska luknja«). Gozdovi,

kjer smo opravili raziskavo, so sicer presvetljeni oz. vrzelasti, malo je sestojev s tesnim oz. gostim sklepom, kar pozitivno vpliva na sprejem GPS-signala.

Snemanja smo opravljali v jesenskem času, ko je večina listja že odpadla (boljši sprejem GPS v gozdu), listje na tleh pa otežuje iskanje količka, ki označuje središče SVP. Oznake z zadiračem na drevesih so bile dobro vidne (zasmoljene, sveže), saj so bile narejene leto pred meritvami, kar je prispevalo k lažjemu odkrivanju SVP.

SUMMARY

A research study on the centres of permanent sampling plots (PSP) location accuracy was made. Accurate location of the PSP-point centre was measured by GPS device with differential correction. Trimble PRO XL GPS receiver with geodetic accuracy was used. Locations were measured and analyzed for 58 PSP in GGE Ravnik, situated on a high karst plateau in mixed fir and beech forest. Analysis of PSP search time was also made.

Using GPS navigation function (theoretical co-ordinates of the PSP centre), the proximity (± 5 m) of the PSP centre was reached. When a PSP centre was found (iron stake), its location was measured (120 readings, 3 minutes) with GPS. All work was divided on different working tasks (moving from and to plots, searching the plot centre), time consumption was measured and analysis of searching time of PSP eventually performed on the basis of these data.

Distance between navigation centre and iron stake, which marks the centre of a PSP, is 11.52 ± 0.82 m on average. This means that GPS navigation was useful and brought us on the PSP inside diameter of larger sampling circle (radius 12.61 m).

Differences between theoretical co-ordinates of the PSP centres and PSP centres measured with GPS and differential corrected are on average 7.21 ± 0.70 m in direction X, 7.49 ± 0.73 m in direction Y and 15.69 ± 3.60 m in direction Z. Accordingly, a conclusion was made that the PSPs were set up well in 1990.

A share of moving from PSP to PSP, separated on different work tasks, are P1 (moving towards PSP, by car) 9.4%, P2 (moving towards PSP, on foot) 19.0%, P3 (moving towards PSP-forest-passable) 62.1% in P4 (moving towards PSP-forest – obstacles) 9.4%.

Analysis of PSP search time for singular PSP is, on average: preparation and conclusion time $1:48 \pm 0:12$ minutes

(10.2%), productive time $13:20 \pm 0:41$ minutes (75.8%), unproductive time $2:28 \pm 0:45$ minutes (14.0%), a sum of all time $17:35 \pm 1:14$ minutes (100.0%). Using this new method would result in 25 PSP located (detected and marked out) per day. If 16:48 minutes, which are used on average for inventory measurements on each single plot (KLAVS 1999), are added to the productive time, the total time per one single PSP reaches 34.23 minutes. That means that in 8 hours (30 minutes of lunch break included), inventory of 13 PSPs could be implemented in one full working day. Inventory of 5 to 10 PSPs per day could be done with the method used today

Loss of satellite signals (too few satellites available, too high PDOP) are detected constantly during navigation in the forest. This periodical loss of signals is not crucial, for when micro location of the GPS receiver is changed, the navigation process is not interrupted. The functioning of GPS is worse (frequent loss of signal, less satellites available, higher PDOP) in untinned stands, in the stands where coniferous species (fir, spruce) are dominated, and inside karst sinkholes. The functioning of GPS is interrupted early in the afternoon owing to a constant worsening of the satellite constellation in this period of time. Our research was carried out in the forests with a light canopy closure full of gaps, which contributed to better GPS functioning and results.

Measurements were made in the autumn, when the main amount of leaves had fallen out of the trees (better reception of the signal for GPS in the forests), but leaves on the ground made search for PSP stake difficult. Marks of the trees were well seen, as they had been made a year before measurements, which made the search of PSP easier.

RAZPRAVA DISCUSSION

Ploskve so bile pri prvi izmeri leta 1990 postavljene z busolo in merskim trakom. Pri nekaterih ploskvah v navezavi je bila opazna sistematična napaka, ki je posledica navezovanja točke iz ene na drugo pri zakoličevanju vzorčne mreže in se prenaša iz točke na točko. Našli nismo 5 ploskev, od tega dveh niso našli tudi pri drugi izmeri leta 2000, kar lahko pomeni, da so napačno zakoličene.

Kettemann in Wagelaar (1998) sta preučevala iskanje središč kontrolnih vzorčnih ploskev z GPS in kot najboljšo metodo predlagala kombinacijo z busolo in merskim trakom. Ko sta prišla v bližino ploskve, sta poiskala primerno mesto (vrzel) z dobrim signalom in s 50 odčitki z GPS izmerila loka-

cijo, od tam pa sta z busolo in merskim trakom poiskala središče vzorčne ploskve. Razlika med tako določenim središčem ploskve in količkom je bila v povprečju 2,1 m. Njune metode nismo uporabili, saj nismo poznali lokacijske točnosti zakoličenih ploskev. Uporabili pa bi jo lahko pri prvi zakoličbi SVP oz. pri ponovitvah izmere tam, kjer je že poznana/izmerjena točna lokacija središč SVP.

Za normo pri klasični metodi velja inventura 5 -10 ploskev na dan. GPS-metoda omogoča inventuro 14 ploskev na dan. Dodatni strošek pri GPS-inventuri je GPS-aparat. V našem primeru smo uporabili drag, 4.000 EUR vreden Trimblow GPS-aparat, ki omogoča geodetsko natančnost izmere točk. Tak aparat bi bilo smiselno uporabiti le pri prvi zakoličbi vzorčne mreže, saj je točnost le-te zelo pomembna. Za ponovne meritve ter navigacijo so se za dovolj uporabne izkazali tudi cenovno ugodnejši (150-300 EUR) in za uporabo enostavnejši ročni GPS-aparati. Te GPS-aparate lahko terenski gozdarji s pridom uporabijo tudi pri drugih opravilih.

Med navigacijo v gozdu stalno prihaja do izpada satelitskega signala (premalo satelitov, prevelik PDOP). Vendar ta izpad ne moti same navigacije, saj se s spremembo mikrolokacije hitro popravi. Na posamezno ploskev gre 17 ± 5 sekund tega časa. GPS deluje slabše (pogostejši izpadi, manj satelitov, višje vrednosti PDOP) v gostejših (neredčenih) sestojih, v sestojih, kjer v zmesi prevladujejo iglavci (smreke, jelke), in v vrtačah. Opazno je tudi poslabšanje delovanja v zgodnjih popoldanskih urah (»satelitska luknja«). Gozdovi, kjer smo opravili raziskavo, so sicer presvetljeni oz. vrzelasti, malo je sestojev s tesnim oz. gostim sklepom, kar pozitivno vpliva na delovanje GPS.

Pri GPS-merjenju lokacij središč ploskev ni bilo večjih težav, ponekod je bilo treba čakati dalj časa, da je ugodna konstelacija satelitov (dovolj vidnih satelitov, PDOP pod 12) omogočila zadostno število (120) odčitkov. Samo v enem primeru, ko je količek stal neposredno ob debeli in košati jelki ter GPS nikakor ni deloval, smo morali premakniti GPS v vrzel in uporabiti opcijo *offset*.

Sigrist *et al.* (1999) priporoča večje število odčitkov (okoli 300), saj se s povprečjem zmanjša pozicijska napaka pri GPS-merjenjih pod gozdnim zastorom. Prav tako pa sodi, da PDOP ni dober indikator za pozicijsko natančnost pod gozdnim zastorom. Raztros pozicijskih napak je pod gozdnim zastorom lahko 10-krat večji, predvsem zaradi asimilacijskega aparata oz. tesnega sklepa.

GPS-naprava, ki smo jo uporabljali, ne omogoča hkratnega navigiranja in beleženja linije, po kateri hodimo. Tako

bi lahko natančno beležili (časovno, lokacijsko) in analizirali pot, po kateri smo hodili od točke do točke.

Snemanja smo opravljali v jesenskem času, ko je večina listja že odpadla (boljši sprejem GPS v gozdu), listje na tleh pa otežuje iskanje količka, ki označuje središče ploskve. Oznake na drevesih so bile dobro vidne (zasmoljene, sveže), saj so bile narejene pred enim letom (leta 2000), kar je prispevalo k lažjemu odkrivanju ploskev.

Pri snemanju nismo uporabili starih snemalnih listov, ki bi olajšali odkrivanje in iskanje središča ploskve. Na njih je tudi skicirana lega oz. opis dostopa do ploskve, kar bi prispevalo k hitrejšemu odkrivanju ploskev.

ZAHVALE

ACKNOWLEDGMENTS

Raziskava je bila opravljena in financirana v okviru projekta Javna gozdarska služba (JGS4 – Informacijski sistem za gozdove GOZDIS). Za pomoč pri terenskem snemanju se zahvaljujemo Sašu Čamerniku in Jerneju Iskri. Za zagotavljanje podatkov za diferencialno korekcijo se zahvaljujemo gospodu Kozmusu s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

VIRI

REFERENCES

- DUSSAULT, C. / COURTOIS, R. / OUELLET, JP. / HOUT, J., 2001. Influence of satellite geometry and differential correction on GPS location accuracy.- *Wildlife society bulletin*, 29: (1) 171-179.
- HOČEVAR, M., 1990. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo.- Zbirka referatov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 49 s.
- HOČEVAR *et al.* 1991. Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne inventure.- Seminarско gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
- HOČEVAR, M., 1995. Dendrometrija – gozdna inventura.- Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 274 s.

- HOLMSTROM, H. / NILLSON, M. / STAHL, G., 2001. Simultaneous Estimation of Forest Parameters using Aerial Photograph Interpreted Data and the k Nearest Neighbour Method.- *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16: 67 – 78.
- KERMAVNAR, A., 1991. Postavitev in prva izmera stalnih vzorčnih ploskev v GGE Ravnik, Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne inventure.- Seminarско gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 2-5.
- KETTEMANN, R. / WAGELAAR, R. 1998. GPS-Einsatz bei der Stichprobeninventur.- *AFZ/Der Wald*, 14/98, 737-743.
- KLAVS, M., 1999. Priprava informacijskega sistema za ponovno izmero na stalnih vzorčnih ploskvah.- Viš.dipl.nal., Ljubljana, BF
- KOPŠE, I. / HOČEVAR, M., 2001. Pridobivanje prostorskih podatkov v gozdarstvu s pomočjo GPS.- Ljubljana, Zbornik gozdarstva in lesarstva 65, 5-31.
- KUŠAR, G., 2001. Druga izmera stalnih vzorčnih ploskev (SVP) v GGE Ravnik.- Strokovna naloga, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
- NAESSET, E., 1999. Point accuracy of combined pseudorange and carrier phase differential GPS under forest canopy.- *Canadian journal of forest research*, 29: (5), 547-553.
- NAESSET, E., 2001. Effects of Differential Single- and Dual-Frequency GPS and GLONASS Observations on Point Accuracy under Forest Canopies.- *PE&RS*, Vol. 67, No. 9, 1021-1036.
- SIGRIST, P. / COPPIN, P. / HERMY, M., 1999. Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements.- *International Journal of Remote Sensing*, vol. 20, no. 18, 3595-3610.
- Gozdnogospodarski načrt za GGE Ravnik za obdobje 1990-2000.1990. Logatec.

PODATKOVNI IN KARTNI VIRI

DATA AND MAP REFERENCES

- Vektorizirane meje oddelkov, digitalne ortofoto karte, surove podatke o drugi izmeri KVM smo dobili od Zavoda za gozdove Slovenije.
- Topografske karte so last GURS.



**TEORETIČNA IZHODIŠČA
KONTROLNE VZORČNE METODE**

***FUNDAMENTALS OF CONTROL
SAMPLING METHOD***

IZBOR USTREZNEGA TARIFNEGA NIZA PRILAGOJENIH ENOTNIH FRANCOŠKIH TARIF ZA IZRAČUN LESNE ZALOGE SESTOJEV V SKLOPU KONTROLNE VZORČNE METODE

Gal KUŠAR¹, Milan HOČEVAR²

Izvleček

V prispevku so na primeru GGE Straža – Toplice predstavljene in analizirane tri različne metode izbora ustreznega tarifnega niza za izračun lesne zaloge sestojev. Tarifne nize se za homogene rastiščne stratum (razvoja faza/starost, boniteta rastišča) izbere na podlagi meritev stalnih vzorčnih ploskev (SVP) kontrolne vzorčne metode (KVM). Zanesljivost metod je bila primerjana za dve skupini dreves; prva je vsebovala drevesa (N = 1.046, referenca 1), ki so imela izmerjene prsne premere (DBH) in drevesno višino (H), druga pa drevesa (N = 6.094, referenca 2), ki so imela izmerjene prsne premere (DBH), drevesna višina (Hk) pa je bila izračunana s pomočjo višinskih krivulj. Ocena pravega volumna je bila izračunana s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice. Zanesljivost vseh treh metod je glede na rezultate podobna. Na ravni GGE dajo sedanje tarife za -5,1 % (-6,2 % pri referenci 2) prenizko oceno lesne zaloge, z novo izbranimi tarifami in lokalnimi tarifami pa je ocena za 1,0 % (0,0 %) oz. 0,8 % (-0,6 %) previsoka. Prav tako je ocena lesne zaloge pri uporabi nemških dvovhodnih deblovnice višja za 1,0 %, če se je namesto izmerjenih višin uporabilo s pomočjo višinskih krivulj izračunane višine.

Ključne besede: volumen drevesa, prilagojene enotne francoske tarife, izbira ustreznega tarifnega niza

SELECTION OF APPROPRIATE TARIFF FUNCTIONS OF ADAPTED UNIFORM FRENCH TARIFFS FOR STAND'S GROWING STOCK COMPUTATION BY CONTROL SAMPLING METHOD

Abstract

In the article are, on the case study of GGE Straža – Toplice, presented and analyzed three different methods for the selection of an appropriate tariff functions for the computation of stand's growing stock. The appropriate tariff functions are selected for sets of homogeneous site strata (development stage/age, site condition) based on the permanent sampling plots (SVP) measurements of control sampling method (KVM). The reliability of the methods was tested for two groups of trees. First group was composed by trees (N = 1.046, reference 1) that had diameters (DBH) and tree height (H) measured and the second group was composed by the trees (N = 6.094, reference 2) that have diameters (DBH) measured, but tree height (Hk) was calculated by means of height curves. Reference tree volume was calculated by mean of German two parametric volume functions. There are no differences in reliability between all three methods. At the level of GGE, current tariffs give -5.1% (-6.2% by reference 2) lower estimate of growing stock, while by the newly selected tariffs and local tariffs, the assessment of growing stock is 1.0% (0.0%) or 0.8% (-0.6%) higher. Also, an assessment of growing stock by German two parametric volume functions is 1.0% higher; in case of tree heights (Hk) are calculated by mean of height curves.

Key words: tree volume, adapted uniform French tariffs, selection of appropriate tariff functions

UVOD

INTRODUCTION

UGOTAVLJANJE VOLUMNOV DREVES Z VOLUMENSKIMI FUNKCIJAMI VOLUME FUNCTIONS AND TREE VOLUME ASSESSEMENT

Za ugotavljanje volumna dreves (V) se lahko uporablja tri (WAGNER 1982) osnovne tipe volumenskih funkcij, ki se med seboj razlikujejo glede na vhodne podatke – neodvisne spremenljivke: prsni premer drevesa (DBH), drevesna višina (H) in zgornji premer drevesa (DZ), ki jih upoštevajo pri izračunu:

- trovhodne volumenske funkcije; $V = f(\text{DBH}, H, \text{DZ})$,

- dvovhodne volumenske funkcije – deblovnice; $V = f(\text{DBH}, H)$,
- enovhodne volumenske funkcije – tarife; $V = f(\text{DBH})$.

Trovhodne volumenske funkcije so statistično gledano zanesljivejše od dvovhodnih deblovnice, te pa od tarif (KUŠAR 2007). Trovhodne volumenske funkcije so neodvisne od rastišča, napako ocene pri dvovhodnih volumenskih funkcijah pa se lahko zmanjša, če so funkcije določene/uporabljene za homogena območja (SCHMIDT *et al.* 1971).

TARIFE TARIFFS

Bistvena prednost uporabe enovhodnih volumenskih funkcij (tarif) za ugotavljanje volumna dreves je ta, da so

¹ dr. G. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, E-mail: gal.kusar@gozdis.si

² prof. dr. M. H. Spodnje Piričiče 77b, 1215 Medvode

enostavnejše za uporabo in zahtevajo manj dragih in zamudnih meritev drevesnih višin. Tarife v volumenskih enačbah kot neodvisno spremenljivko namreč upoštevajo le prsni premer drevesa (DBH), bolj zanesljive dvovhodne deblovnice pa poleg prsnega premera drevesa upoštevajo še drevesno višino (H). Ker dajejo tarife oceno volumna drevesa določene debeline (premera), prihaja pri ocenah volumna posameznih dreves enakih premerov zaradi njihove raznolikosti (oblike debla, drevesna višina) do odstopanj, ki pa bi se morala ob pravilnem izboru tarifnega niza za sestoj pri večjem številu dreves izravnati (ČOKL 1957) in dati dobro oceno lesne zaloge na sestojni ravni. Povprečna razlika volumnov dreves enakih premerov in višin, ki nastane zaradi različne oblike debla oz. vzrasti je 5 %, za posamezna drevesa tudi do 15 % (ČOKL 1957). Glavni problem uporabe tarif za ugotavljanje volumna dreves in ocenjevanje lesne zaloge sestojev je torej izbor ustreznega tarifnega niza znotraj določene prostorske ravni (KUŠAR 2007).

Tarifni nizi – snopi vzporednih tarifnih krivulj – so navadno razdeljeni glede na dejavnike, ki vplivajo na to, da ima drevo enakega premera različen volumen. Ti dejavniki (KAUFMANN 2000, 2001) so lahko na ravni:

- posameznega drevesa:
 - o drevesna vrsta,
 - o socialni položaj,
 - o posebne oblike dreves, npr. dvodebelnost,
- sestoja:
 - o rastišče – boniteta (regija, nadmorska višina, rastiščni indeks),
 - o zgradba/struktura sestoja,
 - o starost oz. razvojna faza sestoja.

Če se te dejavnike, predvsem boniteto rastišča, razvojno fazo in drevesno vrsto, upošteva pri razvrstitvi dreves (sestojev) v homogenejše skupine za izbiro tarifnega niza, se doseže z zmanjšanjem variabilnosti volumnov dreves enakega premera, izboljšanje ocene s pomočjo tarif (KAUFMANN 2000, 2001). Boniteta rastišča posredno vpliva na višino drevesa, ocenjena je lahko na podlagi rastiščnega indeksa - SI (starost, dominantna višina, drevesna vrsta), produktivnosti gozdne združbe (npr. RK faktorji (KOŠIR 1992, 2002)) ali na podlagi predhodno izbranih tarifnih nizov (npr. sedanje tarife Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS)). Tudi razvojna faza vpliva na to, da ima drevo istega premera v mlajši razvojni fazi (drogovnjak) manjši volumen kot drevo istega premera v starejši razvojni fazi (debeljak) (KUŠAR 2007). Debla dreves

različnih vrst se med seboj razlikujejo po obliki, kar tudi vpliva na volumen drevesa.

Dober primer izdelave in uporabe tarif so švicarske tarife (KAUFMANN 2000, 2001). Izdelane so bile na podlagi meritev pribl. 45.000 tarifnih dreves, ki so jim na posebnih prirastoslovnih ploskvah v l. 1983–85 izmerili parametre: prsni premer drevesa, drevesno višino in zgornji premer drevesa, merjen na 7 m drevesne višine ter jim na podlagi trovhodnih volumenskih funkcij izračunali referenčni volumen. Iz referenčnih volumnov so s pomočjo eksponente funkcije izdelali tarife, katerih nize se izbere za rastiščno območje (regija) in drevesno vrsto. Tarife upoštevajo lastnosti rastišča/sestoja (boniteta rastišča, razvojna faza in nadmorska višina) in posameznega drevesa (posebne oblike debla, socialni položaj). Srednja napaka švicarskih tarif po drevesnih vrstah in debelinskih stopnjah znaša od –8,5 do 8,1 %, standardni odklon odstopanj pa od 13,6 do 65,3 %. Po Lanzu (2004) pa so švicarske tarife sicer manj zanesljive (natančne) kot večvhodne volumenske funkcije, so pa nepopačene (brez biasa).

Z razmahom gozdne inventure in meritev na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) kontrolne vzorčne metode (KVM) v Sloveniji, se je pojavila potreba po razvoju operativne metode, ki bi na podlagi podatkov le-teh meritev omogočala popravke izbora prilagojenih enotnih francoskih tarif tudi na ravni odseka (KOZOROG / ČERNIGOJ 2002). Povratnih informacij o volumnih odkazanih in posekanih dreves s strani izvajalskih podjetji namreč ni, tako da ni možno primerjati lesne zaloge stoječih sestojev in realno lesno zalogo posekanega drevja ter po potrebi popraviti izbrane tarife. Aktualno je vprašanje pravilnosti in ažuriranja v preteklosti določenih tarif (ŠKRATEK 2005) ter zanesljivosti tarif v rastiščno heterogenih odsekih (FURMAN 2005). Vzrok za sedanjo netočnost v preteklosti izbranih tarif je lahko starostni preskok tarif v enodobnih, morda pa tudi raznodobnih sestojih. Drugi vzrok pa je lahko tudi povečanje (zgornjih) sestojnih višin zaradi povečanja proizvodnih sposobnosti rastišč, ki ga opažajo KOTAR (1994, 2002), SPIECKER *et al.* (1996) ter MAKKONEN-SPIECKER / KOTAR (1999).

Kušar (2007) je izpostavil bistvene ugotovitve, ki so pomembne za zanesljivo določanje lesne zaloge s pomočjo tarif in za izbor tarifnega niza:

- za ugotavljanje lesne zaloge sestojev v Sloveniji se uporabljajo prilagojene enotne francoske tarife, vrsta in razred sta določena na ravni odseka, za 8 skupin glavnih drevesnih vrst (smreka, jelka, ostali iglavci,

- bukev, hrast, plemeniti listavci, ost. trdolesni listavci, mehkolesni listavci).
- največ se uporabljajo Čoklove (vmesne) tarife za raznodobne sestoje, in sicer v 78–80 % vseh sestojev; večina tarifnih razredov je med 5. in 7. razredom, kar pomeni srednja do dobra rastišča. Čoklove tarife so bile matematično določene tako, da ležijo med tarifami za enodobne in prebiralne sestoje.
 - smreka in jelka imata v povprečju enak tarifni razred, bukev pa ima en tarifni razred nižji.
 - ocena lesne zaloge v Sloveniji je podcenjena (povprečno od -4 do -8 %, v posameznih primerih pa lahko tudi več) zaradi uporabe neažurnih, neustrezno izbranih, v večini prenizkih tarifnih razredov.
 - vzrok nezanesljivosti sedaj izbranih tarifnih nizov je, da se ob obnovi gozdnogospodarskih načrtov tarife večinoma ne preverjajo (na podlagi meritev drevesnih višin); prav tako pa ni jasno predpisan postopek določitve tarifnih nizov.
 - tarifni niz, ki je za posamezno drevesno vrsto določen za homogen rastiščni stratum (razvojna faza/starost, boniteta rastišča) je dovolj zanesljiv za oceno lesne zaloge sestojev; za oceno volumna posameznega drevesa pa ni dovolj zanesljiv ($\pm 15\%$).
 - problematična je uporaba nepreverjenih nemških dvovhodnih deblovcov za izračun volumnov dreves za izbor tarifnih nizov. Zanesljivost nemških dvovhodnih deblovcov je ocenjena na 5–7 %, za posamezna drevesa 15 % (ČOKL 1980). Emrović (1953) je ocenil napako nemških dvovhodnih tablic na približno 10–15 % za posamezno drevo.

Možne napake v oceni volumna drevesa ali lesne zaloge na ravni sestoja ali stratuma (lesna zaloga, v m^3/ha) so (HOČEVAR 1995, HUSCH / BEERS / KERSHAW 2003):

- izbor neustrezne vrste tarif glede na zgradbo sestoja,
- izbor neustreznega tarifnega razreda glede na boniteto rastišča: pri napaki za en tarifni razred pride pri oceni volumna drevesa do 5 % napake. Do izbire napačnega tarifnega razreda lahko pride zaradi:
 - o metode, pri kateri se določi tarifni razred,
 - o premajhnega števila dreves, pri katerih se izmeri in izračuna srednjo sestojno višino – nereprezentativnost,
 - o uporabe nemških dvovhodnih deblovcov (ki so izdelane za enodobne sestoje) za izračun referenč-

nega volumna drevesa srednje debelinske stopnje (ČOKL 1962),

- nezanesljivost tarifnih nizov pri zelo tankih in zelo debelih drevesih - ko se oddaljuje od območja povprečnih vrednosti - postajajo ocene manj zanesljive in odstopanja od pravih vrednosti večja. Ta odstopanja naj bi se izravnala z večanjem števila dreves (ČOKL 1957), kar pa pomeni, da če je tarifa določena za homogen rastiščni stratum, lahko pri oceni volumna posameznega drevesa ali lesne zaloge na ploskvi prihaja do večjih odstopanj.
- uporaba stalnih tarifnih nizov za enodobne gozdove – z razvojem/staranjem enodobnih sestojev prihaja do prelaganja tarifnih krivulj, zato je treba tarife ustrezno ažurirati (KLEPAC 1953, ČOKL 1956, 1957, KUŠAR 2007), drugače se dobi prenizke ocene.
- uporaba istih tarifnih nizov za različne razvojne faze na istem rastišču (boniteti) (ŠKRATEK 2005),
- izbor ene tarife (tarifne vrste in tarifnega razreda) za odsek, ki je (lahko) sestavljen iz več različnih sestojnih tipov (razvojna faza, mešanost, sklep, zgradba), lahko tudi na različnih rastiščih (FURMAN 2005).

PRILAGOJENE ENOTNE FRANCOŠKE TARIFE ADAPTED UNIFORM FRENCH TARIFFS

Za ugotavljanje lesne zaloge sestojev se v Sloveniji uporablja prilagojene enotne francoske tarife (v nadaljevanju tarife) (KUŠAR 2007), ki veljajo za vse drevesne vrste (ČOKL 1980, HOČEVAR 1990, 1991, 1995).

Tarife so razdeljene na tri vrste glede na gozdnogojitveni tip oz. zgradbo sestoja (enodobni sestoji – E tarife, raznodobni sestoji – V tarife in prebiralni sestoji – P tarife) in na 10 oz. 20 bonitetnih razredov, kar dejansko pomeni 60 različnih tarifnih nizov – tarif. Nižje tarifne razrede se uporablja za sestoje z nižjimi višinami – slabša rastišča, višje razrede pa za sestoje z višjimi višinami – boljša rastišča (HOČEVAR 1995). Vpliv spremembe premera, višine in starosti na volumen drevesa določa razlike med vrstami tarif. Prebiralni in enodobni sestoji se med seboj razlikujejo tako po svojih višinskih krivuljah kot tudi po volumenskih funkcijah (ČOKL 1956, 1957).

Tarifna vrsta (oblika tarifne funkcije) se nanaša na razliko velikosti spremembe volumna z naraščanjem premera drevesa. Tarifni razred (lega tarifne funkcije) pa opredeljuje volumen drevesa danega premera. Tarifni razredi so določeni z vrednostjo v_{45} (volumni dreves s premerom 45 cm) oz.

koeficientom k in imajo vrednosti od 1,143 m³ (1. razred) do 2,954 m³ (20. razred). Pri premeru 45 cm je torej določena točka vpenjanja tarifne krivulje. Višji je tarifni razred, večji volumen ima drevo enakega premera. Z izbiro tarifnega niza (tarifna vrsta in tarifni razred) za dani sestoj in drevesno vrsto se tako izbere oblikovno višinsko konstanto, ki je v tesni korelaciji s kvadratom premera. Zato se v sestojih, kjer se drevesna višina pri enakih premerih le malo spreminja, z uporabo tarif dobi dovolj zanesljive ocene. To do neke mere velja za enodobne, predvsem pa za rastiščno homogene sestoje. Zato je treba tarifni niz izbrati za posamezno drevesno vrsto, za sestoj in za rastiščno homogen stratum (razvojna faza, boniteta rastišča).

Prilagojene francoske tarife so enotne, kar pomeni, da veljajo za vse drevesne vrste enake tarife. Isti tarifni niz izbran za različne drevesne vrste torej pomeni isti volumen za vsa drevesa, ki imajo enak premer ne glede na drevesno vrsto. Zato je nujno izbrati tarifne nize za vsako drevesno vrsto (skupine drevesnih vrst) posebej, ne pa le določiti enoten tarifni niz za odsek.

Ob predpostavki, da se dobi pri pravilno izbranem tarifnem nizu zanesljivo oceno lesne zaloge za sestoj oz. homogen rastiščni stratum, je glavni problem, kako izbrati ustrezni tarifni niz, torej kako izbrati točko vpenjanja tarifne krivulje za dani sestoj in drevesno vrsto.

SEDANJA METODA IZBORA TARIFNEGA NIZA

CURRENT METHOD OF TARIFF FUNCTION SELECTION

Izbor tarifnega niza za sestoj se lahko opravi po naslednjem postopku (ČOKL 1956, 1957):

- izbor tarifne vrste: s pomočjo grafa sestojne debelinske porazdelitve se ugotovi sestojna zgradba (prebiralni, enodobni),
- izbor tarifnega razreda:
 - o izbor karakteristične deb. stopnje:
 - z razpolavljanje lesne mase (predpostavlja se najmanjšo napako, saj je tarifa dobro izbrana pri debelinski stopnji, kjer je največ (lesne) mase),
 - 20 % dreves pri prebiralnih sestojih,
 - 25 % dreves pri raznodobnih sestojih,
 - 30 % dreves pri enodobnih sestojih, šteto od najdebelejših dreves navzdol.
 - o izračun povprečnega volumna drevesa karakteristične debelinske stopnje:

- izmera drevesnih višin 10–20 dreves te stopnje (na dm natančno, drevesa izbrana vzorčno),
- določitev volumna drevesa po nemških dvovhodnih deblovnica,
 - določitev tarifnega razreda v tablicah s pomočjo volumna drevesa ali neposredno iz premera in drevesne višine.

Če je tarifni niz izbran po drevnini drevesa srednje debelinske stopnje, dajo tarife kot rezultat volumen drevnine. Če pa je izbran po debeljadi ali po neto lesni masi, je rezultat izražen kot debeljad ali neto lesna masa (ČOKL 1956, 1980).

Za dan sestoj in drevesno vrsto se z izborom tarifne vrste določi oblika in strmota tarifne krivulje, z izborom tarifnega razreda pa višino lege tarifne krivulje. Tako se posredno upošteva vpliv, ki ga imajo na volumen istovrstnega drevesa enakega premera struktura (tip) sestoja, starost sestoja in boniteta rastišča. Če se spremeni zgradba sestoja (tekom razvoja sestoja) ali boniteta rastišča, je potrebno preveriti tarife in po potrebi izbrati ustreznejše, saj z razvojem (enodobnih) sestojev prihaja do preskokov tarifnih krivulj (KLEPAC 1953, ČOKL 1956, 1957, KUŠAR 2007).

Namen prispevka je na primeru GGE Straža – Toplice predstaviti metode izbora tarifnega niza za homogen rastiščni stratum, po katerih bi na podlagi meritev KVM izbirali ustrezen tarifni niz za izračun lesne zaloge sestojev.

METODA DELA

WORKING METHODS

OPIS PREIZKUŠENIH METOD

DISCRIPTION OF TESTED METHODS

V disertaciji je Kušar (2007) predlagal dve metodi izbora tarifnega niza oz. izračuna lesne zaloge s pomočjo lokalnih tarif. V tej raziskavi so predstavljene in preizkušene tri modificirane metode.

Skupni postopek za vse tri metode je:

- za gozdnogospodarsko enoto (GGE) se na vsaki stalni vzorčni ploskvi (SVP) poleg prsnih premerov (DBH) vseh dreves, izmeri tudi drevesne višine (H) vsaj trem (po možnosti dominantnim) drevesom,
- drevesa, ki imajo izmerjene drevesne višine (H), se razvrsti v stratum/skupine (STR), ki vsebujejo vsaj po 25 dreves. Razdeli se jih glede na:
 - o drevesno vrsto (DV, osem skupin)

- razvojno fazo/starost (RF, po dominantnem premeru, dve ali tri skupine)
- boniteto rastišča (SI, tri ali več skupin),
- za vsak posamezni stratum in drevesno vrsto (ali skupino drevesnih vrst; iglavci/listavci) se izdelava višinske krivulje,
- za vsa drevesa, za katera so izmerjeni premeri (DBH), se izračuna drevesne višine (Hk) s pomočjo predhodno izdelanih višinskih krivulj,

Metoda 1:

- za vsa drevesa se izračuna volumne dreves (V) s pomočjo ustreznih (nemških) dvovhodnih deblovc (V_NE) (KOTAR 2003), na podlagi premerov (DBH) in izračunanih drevesnih višin (Hk),

Metoda 2:

- za vsa drevesa, za katera so izmerjeni premeri (DBH) in drevesne višine (H), se izračuna volumne dreves (V) s pomočjo ustreznih (nemških) dvovhodnih deblovc (V_NE) (KOTAR 2003),
- izračunane volumne dreves (V) se z uporabo polinomske funkcije izravna v lokalne tarife (V_LOK),
- s pomočjo lokalnih tarif (V_LOK) in izmerjenih premerov dreves (DBH) se izračuna volumne dreves (V') za vsa drevesa,

Metoda 3:

- s pomočjo volumnov dreves (V), ki se jih izračuna s pomočjo ustreznih (nemških) dvovhodnih deblovc (V_NE) (KOTAR 2003), se izbere optimalni tarifni niz:
 - poišče se tarifni niz z najmanjšim povprečnim odstopanjem med volumni dreves in volumni istih dreves, izračunanim s pomočjo tarif in premera (DBH).
 - odstopanja se poišče na treh točkah intervala (srednji premer (mediana) in srednji premer \pm standardni odklon), za katera se drevesne višine (Hk) izračuna s pomočjo izdelanih višinskih krivulj.
- s pomočjo izbranih tarif (V_PEF) in izmerjenih premerov dreves (DBH) se izračuna volumne dreves (V') za vsa drevesa.

OPIS OBJEKTA

RESEARCH OBJECT

GGE Straža – Toplice leži v osrednjem delu gozdnogospodarskega območja Novo mesto. Geološko podlago tvorijo

apnenci in dolomiti, enota leži med 170 in 600 m n.v.. Zaradi vrtačastega terena se bonitete rastišč hitro spreminjajo (globoki talni žepi, izprani grebeni). Enota je razdeljena na pet rastiščnoogojitvenih razredov (RGR): nižinski gozdovi hrasta in belega gabra na karbonatih (13,5 % površine), nižinski gozdovi jelke s praprotni (34,9 %), gradnovo bukovi gozdovi (15,5 %), varovalni gozdovi (2,7 %) in predgorski bukovi gozdovi (33,3 %). Prevladujoče drevesne vrste so bukev (27,7 % lesne zaloge), jelka (27,3 %), smreka (21,1 %) in hrast (10,5 %). Lesna zaloga za enoto in po RGR je bila ugotovljena z metodo stalnih vzorčnih ploskev na vzorčni mreži 200 m x 500 m. Skupno je bilo postavljenih 408 ploskev. Lesna zaloga je ocenjena na 350,7 m³/ha, prirastek na 9,23 m³/ha, proizvodna sposobnost rastišč ob naravni drevesni sestavi bi bila 7,37 m³/ha/leto. Za ugotavljanje volumna dreves se uporablja izključno Čoklove tarife za sestoj vmesnih oblik. Drogovnjakov je malo (18,1 % površine), prevladujejo debeljaki (54,9 %), sestoji v obnovi (15,5 %) pokrivajo razmeroma veliko površine (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote..., 2008).

Po navedbah GGN GGE Straža – Toplice (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote..., 2008) so bile tarife preverjene v skladu z raziskavo, ki so jo opravili v enoti, ter v skladu z rezultati meritev višin dreves na stalnih vzorčnih ploskvah in so bile določene z revirnimi gozdarji. Na vsaki stalni vzorčni ploskvi so bile namreč s pomočjo Suunto višinomera izmerjene višine treh dreves prvega in drugega socialnega položaja, ki so se nahajala najbližje središču ploskve (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote..., 2008).

REZULTATI

RESULTS

Rezultati so prikazani le za izbrane primere in stratume zaradi omejenega obsega prispevka.

PRIPRAVA PODATKOV IN TVORJENJE

HOMOGENIH SKUPIN

DATABASE COMPILATION AND HOMOGENEOUS GROUPS FORMATION

Podatkovne zbirke (*PLOSKDV.dbf*, *ODSEK.dbf* in *PLOSKEV.dbf*) meritev na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) in opisov sestojev ZGS za GGE Straža – Toplice, so bile združene v eno datoteko (*DR_PL_ODS.dbf*), ki za vsa izmerjena drevesa

vsebuje podatke o: prsnem premeru druge meritve (DBH), izmerjeni drevesni višini (H) - ne pri vseh drevesih, drevesni vrsti (DV), tarifnem razredu (TR) in razvojni fazi (RFAZA).

Tarifni nizi (TR) so bili razvrščeni v pet skupin, razvojne faze/sestojne oblike (RFAZA) so bile razvrščene v tri skupine, drevesne vrste (DV) pa so bile razvrščene v 8 skupin.

Boniteta rastišča (STR) je bila ocenjena na podlagi sedaj veljavnih tarifnih nizov (TR) in sicer:

- STR1 - TR od 21 do 24, zelo nizke, zelo slaba rastišča
- STR2 - 25 - 28, nizke, slaba rastišča
- STR3 - 29 - 32, srednje, srednje dobra rastišča
- STR4 - 33 - 36, visoke, dobra rastišča
- STR5 - 37 - 40, zelo visoke, najboljša rastišča

Sedaj se v GGE Straža – Toplice uporablja tarife, ki jih ZGS označuje z oznakami od 26 do 38. Gre torej za Čoklove prilagojene enotne francoske tarife za raznodobne sestoje (vrsta), razredov med 3. in 9. pri razdelitvi na 10 razredov oziroma med 6. in 18. razredom pri razdelitvi na 20 razredov.

Boniteto rastišča bi bilo sicer z dendrometrijskega vidika tarif ustrežneje oceniti na podlagi dominantne višine oz. rastiščnega indeksa (SI), vendar ti podatki za to raziskavo niso bili na voljo, saj izmera drevesnih višin ni bila opravljena na dominantnih ampak na treh središču ploskve najbližjih drevesih. Prav tako ni bilo na razpolago podatkov o starosti dreves.

Pri razvojnih fazah (RFAZA) se je upoštevalo naslednjo razdelitev na:

- SRF1- mlajše: (oznaka ZGS: 1 - mladovje, 2 - drogovnjak)
- SRF2 - starejše: (3 - debeljak, 4 - sestoj v obnovi)
- SRF3 - raznodobno: (5 - dvoslojni sestoj, 6 - raznomerno (ps-šp, preb), 7 - raznomerno (sk-gnz), 8 - panjevec, 9 - grmičav gozd, 10 - pionirski gozd z grmišči)

Mladovje (oznaka ZGS je 1) je bilo uvrščeno med mlajše razvojne faze - SRF1 ob predpostavki, da gre pri tej fazi večinoma za sestoje, kateri drevesa so ravno prerasla merski prag, torej gre za razvojno fazo letvenjaka. Za razvojni fazi mladja ali gošče ploskev ne bi smelo biti, saj se na podmerskih ploskvah ne izvaja meritev. Sestoji v obnovi (oznaka ZGS je 4) so bili uvrščeni v STR2 ob predpostavki, da gre pri tej fazi večinoma za zelo razredčene sestoje debeljakov, kjer prevladujejo debela drevesa, podmladek pa še ni prerasel merskega praga.

Razvojno fazo bi bilo sicer z dendrometrijskega vidika tarif na terenu ustrežneje oceniti na podlagi dominantnega

premera, kot v primeru švicarskih tarif (KAUFMANN 2000, 2001).

Pri drevesnih vrstah (SDV) se je upoštevalo enako razdelitev glede na 8 skupin drevesnih vrst (1x, 2x, 3x,... 8x), kot se jih uporablja za določitev tarif. Pri tej razdelitvi je v prvi skupini smreka, v drugi jelka, v tretji so bori, v četrti je bukev, v peti so hrasti, v šesti so plemeniti listavci, v sedmi so ostali trdolesni listavci in v osmi mehkolesni listavci.

Za nadaljnje izračune so bila drevesa na podlagi razvojne faze (RFAZA) in bonitete rastišča (TR) združena v homogene rastiščne stratume - skupine (STRAT2), pri tem se je upoštevalo tudi drevesne vrste (DV).

IZDELAVA VIŠINSKIH KRIVULJE

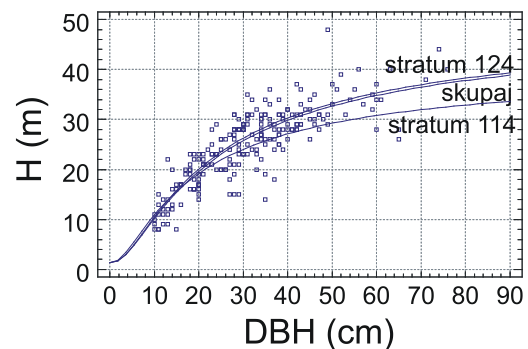
HEIGHT CURVES CONSTRUCTION

Za vsak stratum (STRAT2), ki vsebuje več kot 10 istovrstnih dreves z izmerjeno drevesno višino in premerom, se je s pomočjo statistične metode nelinearne regresijske analize, izdelalo višinsko krivuljo. Za prilagoditev višinske krivulje se je uporabilo Pettersonovo funkcijo (Slika 1):

$$H_h = \left(\frac{DBH}{a_0 + a_1 \cdot DBH} \right)^{3,0} + 1,3$$

Pettersonovo funkcijo se je za izdelavo višinske krivulje uporabilo zato, ker je raziskava (KUŠAR 2007) potrdila, da je ta funkcije zelo ustrezna za prilagoditev višinske krivulje. Značilnost Pettersonove funkcije je, da poteka krivulja skozi točko DBH je 0 cm in H je 1,3 m ter da z naraščanjem premera višinska krivulja vedno narašča in se pri najdebelejših drevesih ne obrne navzdol.

Prav tako se je tudi za vsako posamezno drevesno vrsto izračunalo višinsko krivuljo. Te višinske krivulje se je upora-



Slika 1: Prikaz višinskih krivulj za stratuma 114, 124 in skupaj za drevesno vrsto smreka

Fig. 1: Height curves, example for strata 114, 124 and for spruce

bilo pri izračunu drevesnih višin za stratum, za katere zaradi premajhnega števila meritev višin ni bilo izdelanih stratumskih višinskih krivulj.

Višinska krivulja za smrekov drogovnjak (stratum 114, $N_{\text{dreves}} = 30$) leži nižje kot za smrekov debeljak (stratum 124, $N_{\text{dreves}} = 77$). To pomeni, da so enako debela drevesa v debeljaku višja in imajo zato večji volumen in s tem tudi »tarifo«. Boniteta rastišča je pri obeh stratumih enaka. Višinska krivulja za smreko ($N_{\text{dreves}} = 224$) je zelo podobna višinski za stratum 124.

V posamezni stratum ali skupino je bilo vključenih od 11 do 568 dreves, kvadrat korelacijskega koeficienta (R^2) znaša od 0,009 do 0,761. Standardna napaka srednje ocene višine drevesa izračunana s pomočjo višinske krivulje pa znaša od 1,6 do 5,0 m. Potrdilo se je, da je višinska krivulja bistveno bolj zanesljiva, če je izdelana na podlagi večjega števila (50-100) meritev dreves. Višinske krivulje izdelane na podlagi meritev manj kot 25 dreves so nezanesljive.

S pomočjo izdelanih višinskih krivulj se je za vsa drevesa, za katera so bili izmerjeni premeri (DBH), izračunalo višino (Hk). Za drevesne vrste, za katere zaradi premalo izmerjenih podatkov sploh ni bilo izdelanih višinskih krivulj, se je uporabilo višinske krivulje podobnih drevesnih vrst ali za skupino drevesnih vrst (npr. listavci).

IZRAČUN VOLUMNOV DREVES S POMOČJO NEMŠKIH DVOVHODNIH DEBLOVNIC *TREE VOLUME COMPUTATION BY GERMAN TWO PARAMETRIC VOLUME FUNCTIONS*

Za vsa drevesa, za katera so bili izmerjeni premeri (DBH) in izračunane višine (Hk), se je izračunalo volumen ($V_{\text{NE_Hk}}$) s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnic (V_{NE}) (KOTAR 2003). Pri drevesih, za katera se je imelo tudi izmerjene drevesne višine (H), se je s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnic (V_{NE}) izračunalo tudi referenčni volumen ($V_{\text{NE_H}}$).

IZDELAVA LOKALNIH TARIF *LOCAL TARIFFS CONSTRUCTION*

Iz referenčnih volumnov dreves ($V_{\text{NE_H}}$), za katera so bili izmerjeni premeri (DBH) in drevesne višine (H), se je za vsak stratum s pomočjo statistične metode regresijske analize izdelalo lokalno tarifo (V_{LOK}). Zaradi možnosti neposredne primerjave s prilagojenimi enotnimi francoskimi tarifami, se

je za prilagoditveno funkcijo uporabilo polinomsko funkcijo oblike:

$$V = a * DBH^2 + b * DBH + c$$

R^2 za izdelane lokalne tarifne funkcije je visok ($> 0,90$), kar pomeni, da se s funkcijsko odvisnostjo volumna drevesa (V) od prsnega premera (DBH) lahko pojasni velik delež variabilnosti med volumni dreves. Standardna napaka srednje ocene volumna drevesa s pomočjo lokalne tarife znaša od 0,03 do 0,34 m³. Za vse listavce od šifre 80 se je izdelalo in uporabilo eno lokalno tarifo.

IZBOR USTREZNEGA TARIFNEGA NIZA *APPROPRIATE TARIFF'S SET SELECTION*

Z vsak stratum in posamezno drevesno vrsto se je izbralo ustrezen tarifni razred. Zaradi neposredne primerjave s sedaj uporabljanimi tarifami (ZGS), se je kot vrsto tarif predpostavilo uporabo Čoklovih tarif za raznodobne sestoje – vmesne tarife. Korektnije bi sicer bilo, da bi se glede na tip sestoja (enodobni, prebiralni, raznodobni) izbralo ustrezno tarifno vrsto (enodobni, prebiralni, sestoji vmesnih oblik) ter znotraj njih poiskalo najustreznejši razred.

Ustrezno tarifo se je izbralo tako, da se je za vsak stratum (oz. drevesno vrsto) izračunalo mediano prsnih premerov ter se ji prištelo in odštelo vrednost standardnega odklona. Tako se je dobilo D_{min} , D_{med} , D_{max} , ki predstavljajo tri točke vpenjanja tarifne krivulje. Z upoštevanjem standardnega odklona se je definiralo območje, kjer naj bo tarifna krivulja najbolj zanesljiva. To pomeni, da bo tarifna krivulja zanesljivo definirana na območju, kjer se nahaja največje število dreves. S tem se je izločilo vpliv ekstremnih vrednosti (zelo tankih, zelo debelih dreves), ki bi lahko vplivala na napačen izbor tarifnega razreda. Mediano premera se je kot mero srednje vrednosti izbralo zato, ker po definiciji leži pol vrednosti višje, pol pa nižje od nje.

S pomočjo izdelanih višinskih krivulj se je za premere (D_{min} , D_{med} , D_{max}) izračunalo višine (H_{min} , H_{med} in H_{max}) ter s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnic tudi volumne dreves ($V_{\text{NE_min}}$, $V_{\text{NE_med}}$, $V_{\text{NE_max}}$). Za iste vrednosti premerov (D_{min} , D_{med} , D_{max}) se je izračunalo tudi volumne dreves po tarifah ($V_{\text{PEF_min}}$, $V_{\text{PEF_med}}$, $V_{\text{PEF_max}}$) za vseh 20 razredov Čoklovih vmesnih tarif. Za vse tri vrednosti premerov se je izračunalo kvadrate odstopanj med volumni dvovhodnih deblovnic (V_{NE}) in tarif (V_{PEF})

ter se izbralo tisti tarifni razred, ki je imel najmanjšo vsoto kvadratov odstopanj. Odstopanja so bila torej izračunana za območje vpenjanja krivulje za vsak stratum posebej in se nanašajo na tri točke intervala, ki ga omejujeta standardna odklona od mediane.

Primer za stratum 423 prikazujejo Preglednica 1, Preglednica 2 in Slika 2. Tarifno krivuljo se je vpelo na treh točkah (Dmed, Dmin, Dmax) in se poiskalo tarifni niz, ki se glede na izračunane volumne na treh točkah najbolj prilagaja. V primeru stratuma 423 je najustreznejša tarifa V8 (odstopanje je 0,004 m³). Pri tarifah za prebiralne sestoje bi bila najbolj ustrezna tarifa P8 (0,023 m³), za enodobne pa E8 (0,006 m³).

Vrednosti, izračunane s pomočjo lokalne tarife (V_LOK) in novo izbrane tarife (V_PEF) ne odstopajo veliko od referenčnih vrednosti, izračunanih s pomočjo nemških dvovhodnih

deblovnic (V_NE). To pomeni, da se z obema enovhodnima funkcijama (lokalno tarifo in prilagojeno enotno francosko tarifo) lahko zanesljivo oceni volumne dreves za izbran stratum.

Glavnina dreves tega stratuma ima premere med 20 in 50 cm. V tem območju se krivulja lokalne tarife sklada s tarifnim nizom V8. Tudi strmota vpenjanja lokalne tarifne krivulje je podobna tarifi V8, do majhnega odstopanja pride šele pri premerih večjih od 60 cm.

Novo izbrane tarife za vse stratumne GGE so v razponu od V5 do V8/9, odvisno od drevesne vrste in stratuma. Tarife, ki se sedaj uporabljajo v GGE pa so v razponu od V3 do V9. Pri drevesnih vrstah topol, jelša in breza se je uporabilo višinsko krivuljo in lokalno tarifo za listavce, nemške dvovhodne deblovnice (V_NE) pa za vsako drevesno vrsto posebej. Pri boru je bila zaradi premajhnega števila izmerjenih drevesnih

Preglednica 1: Prikaz izračuna kvadratov odstopanj za tarifne razrede od 7 do 9 za primer stratuma 423.

Table 1: Method of least square – computation for tariff's classes from 7 up to 9, example for stratum 423.

Oznaka tarifnega niza	Razred	k	Vdmin	Vdmed	Vdmax	Odstopanja
			m ³	m ³	m ³	m ³
V7	14	2,188	0,35	1,22	2,63	0,073
V7/8	15	2,303	0,36	1,29	2,77	0,015
V8	16	2,418	0,38	1,35	2,90	0,004
V8/9	17	2,546	0,40	1,42	3,06	0,046
V9	18	2,673	0,42	1,49	3,21	0,146

Legenda/Legend:

- razred – tarifni razred
- k – koeficient tarif
- Vdmin, Vmed, Vmax – volumen za Dmin, Dmed, Dmax izračunan s tarifami
- Odstopanja – kvadrat odstopanj med volumni izračunanimi s tarifami in nemškimi dvovhodnimi deblovnici za Dmin, Dmed, Dmax

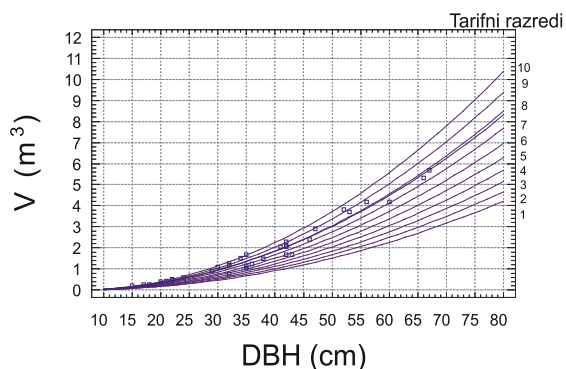
Preglednica 2: Vrednosti za izbor tarifnega niza za stratum 423 ($N_{\text{dreves}} = 34$), z izračuni volumnov s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnic (V_NE), lokalnih tarif (V_LOK) ter izbrano tarifo (V_PEF)

Table 2: Example for stratum 423 ($N_{\text{trees}} = 34$), computation of tree volume by German two parametric volume functions (V_NE), local tariffs (V_LOK) and appropriate tariffs (V_PEF).

	D cm	Hk m	V_NE m ³	V_LOK m ³	V_PEF = V8 m ³	Odstopanja			
						V_LOK	V_PEF = V8	V_LOK	V_PEF = V8
						m ³		%	
min	21,1	24,7	0,42	0,40	0,38	-0,01	-0,04	-3,2	-8,6
med	35,0	27,8	1,35	1,36	1,35	0,01	0,00	1,1	0,3
max	48,9	29,3	2,86	2,88	2,90	0,02	0,05	0,8	1,6

Legenda/Legend:

- Dmin, med, max – minimalni, mediana, maksimalni premer
- Hk – višina izračunana s pomočjo višinske krivulje
- V_NE – volumen izračunan z nemškimi dvovhodnimi deblovnici
- V_LOK – volumen izračunan z lokalnimi tarifami
- V_PEF – volumen izračunan z novo izbranimi tarifami
- tarifa – vrsta in tarifni razred



Slika 2: Izbor tarifnega niza (V_{PEF}) - primer za stratum 423 ($N_{dreves} = 34$)

Fig. 2: Appropriate tariff's set selection (V_{PEF}), example for stratum 423 ($N_{tress} = 34$)

višin prevzeta sedanja tarifa (V5), za duglazijo se je povsod uporabilo isto tarifo kot za smreko (V7/8), saj je bilo izmerjenih premalo višin dreves (4 drevesa) za zanesljiv izračun višinske krivulje.

IZRAČUN VOLUMNOV DREVES Z DVOVHODNIMI DEBLOVNICAMI, STARIMI IN NOVIMI TARIFAMI TER Z LOKALNIMI TARIFAMI

TREE VOLUME COMPUTATION BY GERMAN TWO PARAMETRIC VOLUME FUNCTIONS, OLD AND APPROPRIATE TARIFFS AND LOCAL TARIFFS

Pred analizo zanesljivosti izračuna volumna dreves po različnih metodah se je iz baze podatkov izločilo vsa posekana drevesa. Za skupno 6.094 dreves se je izračunalo volumne dreves po treh različnih metodah enovhodnih volumenskih funkcij (V_{ZGS} , V_{PEF} in V_{LOK} ter se primerjalo odstopanja/zanesljivost glede na referenčne volumne (referenca 1 = V_{NE_H} , referenca 2 = V_{NE_Hk}), izračunana po nemških dvovhodnih deblovnica (V_{NE}). Zanesljivost se je primerjalo na ravneh:

- izbrane drevesne vrste - smreka, $N_{dreves} = 1.243$ dreves z izračunano oz. 224 dreves z izmerjeno višino;
- izbranega stratuma št. 124 - $N_{dreves} = 673$ oz. 127;
- izbrane ploskev št. 1 - $N_{dreves} = 15$ oz. 3.

PRIMERJAVA RAZLIK IN ANALIZA ZANESLJIVOSTI COMPARISON OF DIFFERENCES AND RELIABILITY ANALYSIS

Za preverjanje zanesljivosti različnih metod ugotavljanja volumna dreves se je vedno primerjalo dve skupini dreves, in sicer:

- referenca 1 (V_{NE_H}), ki vsebuje drevesa, ki so imela izmerjene premere (DBH) in drevesno višino (H) (Preglednica 3)
- referenca 2 (V_{NE_Hk}), ki vsebuje drevesa, ki so imela izmerjene premere (DBH), drevesna višina (Hk) pa je bila izračunana s pomočjo izdelanih višinskih krivulj (Preglednica 4).

Dreves v prvi skupini je manj ($N = 1.046$), zanje se predpostavlja, da imajo pravilno izmerjeno višino. Dreves v drugi skupini pa je več ($N = 6.094$), njihova višina pa je izračunana s pomočjo višinskih krivulj, ki so bile izdelane na podlagi dreves prve skupine.

Kot referenco 1 se je uporabilo volumen dreves, izračunan s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnica, za drevesa, katera so imela izmerjene premere (DBH) in drevesne višine (H). S tem se je izločilo morebitni vpliv nezanesljivih višinskih krivulj na oceno volumna drevesa. S sedanjimi tarifami se je dobilo za smreko previsoke (5,0 %) ocene lesne zaloge. Glede odstopanj so novo izbrane tarife in lokalne tarife podobne, odstopanja so znotraj $\pm 1,2$ %, Podobno velika so odstopanja, če se namesto izmerjenih višin uporablja s pomočjo višinskih krivulj izračunane višine. To potrjuje, da so izdelane višinske krivulje ustrezne ter se z njimi lahko izračuna drevesne višine. Pri analiziranem stratumu (124) so razlike med oceno s sedanjimi tarifami in referenčnimi volumni 3,1 %. Pri novo izbranih tarifah in lokalnih tarifah so razlike manjše, do 1,3 %. Podobno velika so odstopanja, če se namesto izmerjenih višin uporablja s pomočjo višinskih krivulj izračunane višine. Na primeru posamezne ploskve pa se vidi, da so odstopanja večja. Večja odstopanja pa so posledica (pre) majhnega števila dreves (3).

V primerjavi s prejšnjo preglednico se je v tem primeru kot referenco 2 upoštevalo volumne dreves izračunane s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnica za vsa drevesa, katera so imela izmerjene premere (DBH) in s pomočjo višinskih krivulj izračunane drevesne višine (Hk). Tako je v poštev prišlo bistveno več dreves (6.094 namesto 1.046). S sedanjimi tarifami se je dobilo za smreko za 4,0 % previsoko oceno lesne zaloge. Glede odstopanj so novo izbrane in lokalne tarife podobne, odstopanja so znotraj $\pm 0,8$ %. Pri analiziranem stratumu (124) so razlike med oceno s sedanjimi tarifami in referenčnimi volumni 3,2 %. Pri novo izbranih in lokalnih tarifah so razlike manjše, do 1,4 %. Podobno je tudi na primeru posamezne ploskve.

Preglednica 3: Skupina 1 – Referenca V_NE_H

Table 3: Group 1 – reference V_NE_H

Raven	oznaka	N	V_NE_H	V_NE_Hk	V_ZGS	V_PEF	V_LOK
			m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
DV	smreka	224					
SUM			276,4	275,4	290,3	279,6	275,4
ODS			-	-1,0	13,8	3,2	-1,0
%			-	-0,4	5,0	1,2	-0,4
STRAT2	124	127					
SUM			181,1	181,3	186,8	183,4	181,1
ODS			-	0,2	5,7	2,3	0,0
%			-	0,1	3,1	1,3	0,0
PLOSKEV	1	3					
SUM			4,9	4,0	3,4	4,0	4,2
ODS			-	-0,9	-1,5	-0,9	-0,7
%			-	-18,6	-29,9	-18,4	-13,9

Legenda/Legend:

- Raven – obračunska raven
- DV – drevesna vrsta
- N – število dreves
- V_NE_H – volumen izračunan z nemškimi dvovhodnimi deblovnici (višina dreves izmerjena)
- V_NE_Hk - volumen izračunan z nemškimi dvovhodnimi deblovnici (višina dreves izračunana)
- V_ZGS – volumen izračunan s sedanji tarifami
- V_PEF – volumen izračunan z novo izbranimi tarifami
- V_LOK – volumen izračunan z lokalnimi tarifami
- SUM – vsota
- ODS – absolutno odstopanje od reference 1 (V_NE_H)
- % – relativno odstopanje od reference 1 (V_NE_H)

Preglednica 4: Skupina 2 – Referenca V_NE_Hk

Table 4: Group 2 – reference V_NE_Hk

Raven	DV	N	V_NE_Hk	V_ZGS	V_PEF	V_LOK
			m ³	m ³	m ³	m ³
DV	smreka	1243				
SUM			1198,6	1246,1	1208,6	1189,7
ODS			-	47,6	10,0	-8,9
%			-	4,0	0,8	-0,7
STRAT2	124	673				
SUM			842,9	870,1	854,3	837,7
ODS			-	27,2	11,4	-5,2
%			-	3,2	1,4	-0,6
PLOSKEV	1	15				
SUM			24,6	21,3	24,5	25,2
ODS			-	-3,3	-0,1	0,6
%			-	-13,4	-0,3	2,6

Legenda/Legend:

- Raven – obračunska raven
- DV – drevesna vrsta
- N – število dreves
- V_NE_Hk - volumen izračunan z nemškimi dvovhodnimi deblovnici (višina dreves izračunana)
- V_ZGS – volumen izračunan s sedanji tarifami
- V_PEF – volumen izračunan z novo izbranimi tarifami
- V_LOK – volumen izračunan z lokalnimi tarifami
- SUM – vsota
- ODS – absolutno odstopanje od reference2 (V_NE_Hk)
- % - relativno odstopanje od reference2 (V_NE_Hk)

DISKUSIJA DISCUSSION

V prispevku so predstavljene tri metode, ki se jih lahko uporabi za izboljšanje zanesljivosti ocen lesne zaloge sestojev za homogen rastiščni stratum na podlagi meritev stalnih vzorčnih ploskev kontrolno vzorčne metode. Zanesljivost vseh treh predstavljenih metod je glede na rezultate podobna in znaša povprečno $\pm 1,5$ %, pri stratumih z manjšim številom dreves ali na ravni posamezne ploskve pa so odstopanja lahko večja.

Prednost prve metode, ki v bistvu ni več metoda tarif, je, da je enostavnejša in da je rezultat zanesljivejši za posamezno drevo. Tako lahko napake v izračunani oceni nastanejo le zaradi nezanesljivosti višinskih krivulj in dvovhodnih deblovnic, ki se jih uporablja za izračun višin oz. volumnov posameznih dreves. Pomanjkljivost te metode pa je, da se izgubi možnost primerjave spremembe prilagojenih enotnih francoskih tarif z razvojem (starostjo) sestoja v posameznem inventurnem obdobju, saj se ne uporablja več teh tarif.

Pri drugi metodi je možnost povečanja nezanesljivosti ocene večja, saj se volumne dreves izračunane s pomočjo dvovhodnih deblovnic, najprej izravna v lokalno tarifo, nato pa se ugotavlja volumne za vsa drevesa z lokalno tarifo. Prednost te metode pa je, da ni treba izdelati višinskih krivulj. Po ugotovitvah Kušarja (2007) pri tej metodi ocena srednjega volumna drevesa odstopa od referenčne povprečno za $-0,1$ % ($-0,3$ do $0,2$ %). Srednja napaka ocene volumna drevesa pri stratumih je od $-4,6$ do $5,6$ %. Standardni odklon odstopanj pa znaša od $6,5$ do $32,2$ %.

Podobno je pri tretji metodi, kjer se lahko pojavita napaka v oceni zaradi izravnave višinskih krivulj in napaka zaradi uporabe prilagojenih enotnih francoskih tarif. Prednost te metode je, da je omogočena primerjava spremembe tarif z razvojem (starostjo) sestoja v posameznem inventurnem obdobju. Pomanjkljivost pa je ta, da je rezultat lahko manj zanesljiv (možnost izbire le med vnaprej danimi 60 tarifnimi nizi). Po ugotovitvah Kušarja (2007) pri tej metodi ocena srednjega volumna drevesa odstopa od referenčne povprečno za $0,1$ % ($-0,8$ do $2,2$ %). Srednja napaka ocene volumna drevesa pri stratumih je od $-2,2$ do $2,4$ %. Standardni odklon odstopanj znaša od $5,7$ do $34,8$ %.

Skupno pri vseh treh metodah je to, da se drevje razvrsti na podlagi razvojne faze in bonitete rastišča v homogene rastiščne stratumne. V vsakem stratumu je treba izmeriti zadostno število drevesnih višin dreves iste vrste. Ob 5 % tvega-

nju je potrebno za določitev tarifnega razreda in za zanesljivo oceno srednje sestojne višine izmeriti višine 15 – 30 dreves, manj pri enodobnih sestojih z močno izenačenimi višinami, več pri prebiralnih in raznodobnih sestojih z razgibano vertikalno zgradbo (HOČEVAR 1995).

Čokl (1957, 1959) je predlagal meritve višin 20 do 30 dreves; naključno izbranih z Bitterlichovim relaskopom. Za izdelavo višinske krivulje in izbor tarifnih nizov je priporočil izmero višin pri drevju srednje debelinske stopnje in pri nekaj stopnjah nad in pod, saj se s tem izogne napaki, ki bi bila posledica morebitne nezanesljivosti višinske krivulje v območju srednje debelinske stopnje. Predlagal je tudi, da se ogne meritvam najdebelejših in najtanjših dreves, saj so ta močno oddaljena od srednje debelinske stopnje in bi njihova višina negativno vplivala na pravi potek višinske krivulje.

Prodan (1966) je potrebno število meritev dreves za zanesljivo konstruiranje višinske krivulje določil glede na koeficient variacije (KV):

- pri zanesljivosti ocene 1 %: 42 dreves ($KV = 5$ %), 108 dreves (8 %), 169 dreves (10 %), 380 dreves (15 %),
- pri zanesljivosti ocene 2 %: 11 dreves ($KV = 5$ %), 27 dreves (8 %), 42 dreves (10 %), 95 dreves (15 %).

Po ugotovitvah Kušarja (2007) je število dreves, ki jih je treba izmeriti za zanesljiv izračun sestojne višinske krivulje in srednje sestojne višine, pri vzorčni napaki $E \leq 5$ % je 26 drevesih oz. če bi v stratum vključili 50 dreves, bi bila vzorčna napaka ocene srednje sestojne višine $3,5$ %. Pri 100 drevesih je $E \leq 2,5$ %, pri 150 je $E \leq 2,0$ % in pri 200 drevesih je $E \leq 1,7$ %. Za zanesljiv ($E \leq 2,5$ %) izračun višinske krivulje in srednje sestojne višine, mora stratum vsebovati med 100 in 200 dreves.

Če je v stratumu torej manj kot 25 dreves, katerim se je izmerilo višino, so izračunane višinske krivulje in lokalne tarife lahko nezanesljive (KUŠAR 2007). Rešitev bi bila, da bi se že pred terenskimi meritvami določilo število potrebnih meritev dreves za vsak stratum. Druga možna rešitev pa bi bila združevanje podatkov oz. prevzemanje višinskih krivulj in tarif iz podobnih stratumov oz. izračunov za drevesno vrsto.

Boniteta rastišča je bila ocenjena na podlagi sedaj veljavnih tarifnih nizov. Rebula in Kotar (2004) sta namreč v raziskavi ugotovila, da lahko rastišča po kakovosti razdelimo na podlagi tarifnih nizov (prvi razred do vključno 5 . tarifnega niza, drugi razred vključuje tarifne nize med 6 in 7 , tretji razred pa od vključno $7,5$. in 10 . tarifnega niza). Tudi pri izdelavi lokalnih dvovhodnih deblovnic za Brezovo reber

(ŠUŠTERŠIČ 1951), so zaradi povečanja njihove zanesljivosti, le-te razdelili po bonitetah rastišča na 3. bonitetne razrede (dobro, srednje, slabo). Seveda pa bi bilo boniteto rastišča z dendrometrijskega vidika tarif ustrežneje oceniti na podlagi dominantne višine oz. rastiščnega indeksa (SI), vendar ti podatki za to raziskavo niso bili na voljo, saj izmere višin niso bile opravljene na dominantnih ampak na treh središču najbližjih drevesih. Prav tako ni bilo na razpolago podatkov o starosti dreves.

Pri vseh metodah je tudi neizogibna uporaba dvovhodnih deblovnice za izračun volumnov dreves. Emrović (1953) je ocenil napako nemških dvovhodnih tablic na pribl. 10–15 % za posamezno drevo. Poleg tega je opozoril še na sistematične napake, ki so posledica razlik v zgradbi sestojev. Čokl (1980) je zanesljivost nemških dvovhodnih deblovnice ocenil na 5–7 %, za posamezna drevesa pa do 15 %. Nemške dvovhodne deblovnice dajo od –2,1 do 8,3 %, v povprečju pa 0,2 % višjo oceno povprečnega volumna dreves v primerjavi z ocenami pravih volumnov sekcijskih meritev (KUŠAR 2007). Vzroki za odstopanja so lahko že omenjene razlike med našimi in nemškimi sestoji, na podlagi katerih so bile konstruirane nemške dvovhodne deblovnice (razlike v faktorju oblike drevesa). Prav tako pa raznolikost rastiščnih razmer v Sloveniji povzroča prevelike razlike v volumnih posameznih dreves, ki imajo enak prsni premer in višino drevesa, da bi za območje cele države lahko uporabili iste dvovhodne deblovnice. Dvovhodne deblovnice so namreč dovolj zanesljive le za regionalna, homogena območja. Glede na to, da se nemške dvovhodne deblovnice uporablja tudi za izračune referenčnih volumnov dreves za izbor tarifnih razredov, je problem njihove nezanesljivosti še bolj pereč in je zato izdelava zanesljivih dvovhodnih deblovnice gotovo ena izmed naslednjih nalog, ki bi jo bilo treba rešiti. Rebula (1995) je sicer ocenil standardno napako svojih dvovhodnih deblovnice za jelko na okoli 8–9 %. Maksimalne napake, ki so dvakrat večje od povprečja in jih dobimo za posamezno drevo, pa lahko znašajo od 18–20 %. Na podlagi primerjave z drugimi tablicami je Rebula (1995) ugotovil, da so njegove predlagane enačbe in tablice realne, pravilne in zanesljive, obremenjene pa so s povprečno napako 4–9 %. Rešitev zanesljivih slovenskih dvovhodnih deblovnice morda ponujajo poenostavljene dvovhodne deblovnice, ki jih je predstavil Rebula (2009).

Pri izboru najustrežnejšega tarifnega niza sta bili v tej raziskavi dve, za izbor ustrezne tarife pomembni lastnosti prilagojenih enotnih francoskih tarif (vrsta, razred), združeni v eno samo, saj se je izbiralo tarifni niz, ne pa najprej tarifne

vrste in nato še tarifni razred. Tako se ni upoštevalo tipa sestojev (prebiralni, enodobni, raznodobni), ki določa strmost vzpenjanja tarifne krivulje. Za odpravo te pomanjkljivosti je nujno, da se razvojne faze, določene na sestojni karti ali pri opisu posamezne stalne vzorčne ploskve, ujemajo s stanjem na terenu. Tarifno vrsto se lahko ugotovi tudi iz frekvenčne porazdelitve premerov dreves, vendar to velja le za posamezne sestoj, ne pa za agregirane podatke več ploskev in sestojev (HOČEVAR 1995).

Dosedanja razdelitev na skupine drevesnih vrst (8 skupin) z vidika določanja tarif ni ustrezna in bi jo bilo treba popraviti. Zdi se, da so drevesne vrste razdeljene glede na lastnosti lesa (trdolesni listavci, mehkolesni listavci,...) in ne na podlagi oblike debla, ki prvenstveno vpliva na volumen drevesa enakega premera. Tako se v isti skupini lahko znajdejo drevesne vrste beli gaber, češnja, maklen in cer.

Predstavljene metode zagotavljajo ustrezen izbor tarifnih nizov za homogen rastiščni stratum. Za hitro praktično preverjanje ustreznosti sedanjih tarifnih nizov na ravni posameznega odseka (pa tudi sestoj, parcele ali sečišča), pa se lahko uporabi postopek, ki ga je razvil Puhek (2007):

- vrsto tarif se določi na podlagi zgradbe sestoj (frekvenčna porazdelitev),
- 20-40 vzorčnim drevesom se izmeri prsni premer (DBH) in drevesno višino (H) oz. dolžino (ob poseku),
- s pomočjo izmerjenih DBH in H se v Puhkovih (2007) tablicah - tabelirani podatki o višinah - za izbrano vrsto tarif in drevesno vrsto poišče ustrezen tarifni razred.

K zmanjšanju napak pri ugotavljanju lesne zaloge sestojev lahko bistveno pripomore uporaba pravih deblovnice za ugotavljanje referenčnih volumnov ali vsaj pravilna raba in ugotavljanje (izbira) posameznih tarifnih nizov. Prav tako je pri izdelavi katerihkoli volumenskih funkcij pomembno, da so izračunane iz reprezentativnega vzorca dreves ter da poznamo in upoštevamo debelinski in višinski razpon, za katerega veljajo.

POVZETEK

V uvodnem delu prispevka so predstavljene bistvene prednosti in slabosti ocenjevanja volumnov dreves s pomočjo tarif. Poudarek je na prilagojenih enotnih francoskih tarifah, ki se jih v Sloveniji uporablja za ugotavljanje volumna dreves in ocenjevanje lesne zaloge sestojev. Na primeru gozdno-gospodarske enote (GGE) Straža – Toplice so predstavljene

in analizirane tri različne metode izbora ustreznega tarifnega niza za homogen rastiščni stratum (razvoja faza/starost, boniteta rastišča). Skupno vsem trem metodam je, da se za posamezno gozdnogospodarsko enoto (GGE) na vsaki stalni vzorčni ploskvi (SVP) izmeri drevesno višino (H) vsaj trem drevesom. Nato se drevesa, ki imajo izmerjene drevesne višine (H), razdeli po stratumih/skupinah (STR), ki naj vsebujejo vsaj 25 dreves, glede na:

- o drevesno vrsto (DV, osem skupin)
- o razvojno fazo/starost (RF, po dominantnem premeru, dve skupini)
- o boniteto rastišča (SI, tri skupine)

Za vsak posamezni stratum in drevesno vrsto (ali skupino drevesnih vrst; iglavci/listavci) se izdelata višinske krivulje, s pomočjo katerih se za vsa drevesa z izmerjenim prsnim premerom (DBH) izračuna drevesne višine (Hk). Po prvi metodi se nato za vsa drevesa izračuna volumne dreves (V) na podlagi premera (DBH) in izračunane drevesne višine (Hk) s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice (V_{NE}). Po drugi metodi se za vsa drevesa z izmerjenimi premeri (DBH) in drevesnimi višinami (H), izračuna volumne dreves (V) s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice (V_{NE}). Izračunane volumne dreves (V) se izravna v lokalno tarifo (V_{LOK}), s pomočjo katere se za vsa drevesa z izmerjenimi premeri (DBH) izračuna volumne dreves (V'). Po tretji metodi se s pomočjo volumnov dreves (V), ki so izračunani z uporabo nemških dvovhodnih deblovnice (V_{NE}), izbere optimalni tarifni niz, glede na najmanjše povprečno odstopanje med volumni dreves srednjega premera (mediana) in srednjega premera \pm standardni odklon ter volumni istih dreves, izračunanim s pomočjo tarif in premera (DBH). Nato se s pomočjo izbranih tarif (V_{PEF}) in izmerjenih premerov dreves (DBH) izračuna volumne dreves (V') za ostala drevesa.

Zanesljivost metod je bila preverjena v dveh skupinah dreves; prva je vsebovala drevesa ($N = 1.046$), ki so imela izmerjene premere (DBH) in drevesno višino (H), druga pa drevesa ($N = 6.094$), ki so imela izmerjene premere (DBH) in s pomočjo višinskih krivulj izračunane drevesne višine (Hk). Kot referenčno oceno pravega volumna je bil uporabljen volumen dreves, izračunan s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice, za drevesa, ki so imela izmerjena premer (DBH) in višino (H) (referenca 1) in volumne dreves izračunane s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice, za vsa drevesa, ki so imela izmerjen premer (DBH) in s pomočjo višinskih krivulj izračunano višino (Hk) (referenca 2).

Na primeru GGE Straža – Toplice je bilo ugotovljeno, da dajo na ravni GGE sedanje tarife za $-5,1\%$ ($-6,2\%$ pri referenci 2) prenizko oceno lesne zaloge, z novo izbranimi tarifnimi nizi in lokalnimi tarifami pa se ocene razlikujejo za $1,0\%$ ($0,0\%$) oz. $0,8\%$ ($-0,6\%$). Prav tako je ocena lesne zaloge pri uporabi nemških dvovhodnih deblovnice višja za $1,0\%$, če se je namesto izmerjenih višin uporabilo s pomočjo višinskih krivulj izračunane višine. Pri uporabi sedanjih tarif se je dobilo za smreko previsoke ocene ($5,0\%$ oz. $4,0\%$). Glede odstopanj so novo izbrane tarife in lokalne tarife podobne, odstopanja so znotraj $\pm 1,2\%$ ($\pm 2,8\%$). Pri analiziranih stratumih so razlike med ocenami s sedanjimi tarifami in referenčnimi volumni od $-16,7\%$ ($-15,3\%$) do $14,6\%$ ($20,6\%$). Pri novo izbranih tarifah in lokalnih tarifah so razlike manjše, od $-6,0\%$ ($-1,6\%$) do $10,2\%$ ($5,8\%$).

Zanesljivost vseh treh metod je glede na rezultate podobna. Pri vseh metodah je tudi neizogibna uporaba dvovhodnih deblovnice za izračun volumnov dreves. Pri prvi metodi (ki ni več metoda tarif) je rezultat zanesljivejši za posamezno drevo. Pri drugi metodi je možnost povečanja nezanesljivosti ocene večja, saj se volumne dreves, izračunane s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnice, najprej izravna v lokalno tarifo, nato pa se izračuna volumne za vsa drevesa z lokalno tarifo. Prednost te metode je, da ni treba izdelati višinskih krivulj. Podobno je pri tretji metodi, kjer se lahko pojavita napaka zaradi izdelave višinske krivulje in napaka zaradi uporabe prilagojenih enotnih francoskih tarif. Prednost te metode je, da je omogočena primerjava spremembe prilagojenih enotnih francoskih tarif z razvojem (starostjo) sestoj v posameznem inventurnem obdobju. Pomanjkljivost pa je, da je rezultat lahko manj zanesljiv (možnost izbora le vnaprej danih 60 tarifnih nizov).

Metode bi izboljšali, če bi se vzorčne ploskve in s tem drevesa razvrstilo na podlagi razvojne faze, ki bi bila določena na podlagi dominantnega premera dreves (drogovnjak, debeljak, raznodobno).

SUMMARY

Pros and cons of one parametrical (tariffs) method for assessing tree volume are presented in introduction part of this article. The stress of the article is on use of adapted uniform French tariffs because they are used in Slovenia for tree volume and growing stock estimation. Three different methods for the selection of an appropriate tariff functions are presented and analyzed in the case study of Forest Management Unit

(FMU) GGE Straža – Toplice. The appropriate tariff functions are selected for sets of homogeneous site strata (development stage/age, site condition) based on the control sampling method (CSM) measurements. All three methods have in common that for single FMU on each and every permanent sampling plots, beside other measurements, also tree height (H) of three trees are measured. Trees with height measured are sorted into strata (STR) which content 25 trees at least, by:

- tree species (DV, eight groups),
- development stage/age (RF, according diameter of dominant trees, two groups),
- site condition (site index, three groups).

Height curves for every strata and trees species (or group of tree species, conifers /broadleaves) were constructed. Tree heights (Hk) for every single tree with diameter (DBH) measured were computed using appropriate height curve. For every single tree, by method 1, tree volume (V) was computed by use of German's two parametric functions (V_NE), with measured diameter (DBH) and calculated tree height (Hk) as input data.

For every single tree with measured diameter (DBH) and tree height (H), first, by method 2, tree volume (V) was computed by mean of German's two parametric functions (V_NE). Then from trees with computed volume (V) local tariff functions (V_LOK) were derived by means of regression analysis. Finally, tree volume (V') for every single tree with measured diameter (DBH) was computed by using of local tariff functions.

By method 3, the optimum tariffs set (group and class) was selected according to minimum deviation between volume of trees (V) computed by mean of German's two parametric functions (V_NE) and volume of the same trees (trees with mean diameter/median and mean diameter \pm standard deviation), computed by tariffs. Finally, tree volume (V') for every single tree was computed by using selected tariffs (V_PEF) with measured diameter (DBH) as input data.

The reliability of the methods was tested for two groups of trees. First group was composed by trees (N = 1.046, reference 1) that had diameters (DBH) and tree height (H) measured and the second group was composed by the trees (N = 6.094, reference 2) that have diameters (DBH) measured, but tree height (Hk) was calculated by means of height curves. Reference tree volume was calculated by mean of German's two parametric volume functions (V_NE).

In the case study of FMU Straža – Toplice, it was shown at the level of FMU, that current tariffs gave -5.1% (-6.2% by reference 2) lower estimate of growing stock, while by the newly selected tariffs and local tariffs, the assessment of growing stock was 1.0% (0.0%) or 0.8% (-0.6%) higher. Also, an assessment of growing stock by German's two parametric volume functions was 1.0% higher, where tree heights (Hk) are calculated by mean of height curves. Current tariffs sets gave 5,0 % or 4,0 % higher estimate of spruce growing stock. Newly selected tariffs (V_PEF) and local tariffs (V_LOK) had the same deviation from reference volume ($\pm 1,2$ % or $\pm 2,8$ %). Strata analysis showed that differences by old (SFS) tariffs and reference volume were from -16,7 % (-15,3 %) up to 14,6 % (20,6 %). By newly selected tariffs (V_PEF) and local tariffs (V_LOK), differences were smaller, from -6,0 % (-1,6 %) up to 10,2 % (5,8 %).

Tests proved no differences in reliability between all three methods. All methods required using of German's two parametric volume functions for tree volume calculation. The assessment of single tree volume was more reliable by method 1, which had been actually not tariff method any more. Unreliability of tree volume assessment was increased by using method 2 due to tree volume was first calculated by mean of German's two parametric volume functions and local tariffs. Tree volume (V') for every single tree with measured diameter (DBH) was computed by using of local tariff functions. The advantage of this method was that it is not necessary to construct height curve. Similarly was by the method 3, where the error could occur in a fitting of height curve and the error due to the use of adapted uniform French tariffs. The advantage of this method was that it enabled a comparison of changes in adapted uniform French tariffs by development (age) of the stand in a particular inventory period. Disadvantage is that the result might be less reliable (the possibility of selection of the 60 tariff's sets).

Methods could be improved, if the plots and the trees would be sorted by the development phase, which would be determined on the basis of the diameter of dominant trees (polewood, timberwood...). Site condition should be evaluated on the basis of site index (SI) and then the tree is subdivided into 5 or 3 grades.

VIRI REFERENCES

- ČOKL M. 1956. Inventarizacija kmečkih gozdov po novih enotnih tarifah. *Gozdarski vestnik*, 14: 1–12.
- ČOKL M. 1957. Prirejene Alganove in Schafferjeve tarife ter njihova raba pri inventarizaciji sestojev = Zugerichtete Algan'sche und Schaeffer'sche Tarife und deren Verwendung bei der Inventarisierung von Waldbeständen. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 2: 165–195.
- ČOKL M. 1959. Tarife za sestoje prehodnih oblik = Massentarife für Übergangsbestände. *Gozdarski vestnik*, 17: 221–228.
- ČOKL M. 1962. Dvovhodne deblovnice za celjski okraj = Die Massentafeln für den Bezirk Celje. *Gozdarski vestnik*, 20: 257–271.
- ČOKL M. 1980. *Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik*. Tablice. 5. izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 374 str.
- EMROVIČ B. 1953. O upotrebi standardnih visinskih krivulja = Über den Gebrauch von Standardhöhenkurven. *Šumarski list*, 2: 78–94.
- FURMAN B. 2005. Ocena sestoje zgradbe v gozdnih sestojih na Boču: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 41 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Straža – Toplice. 2008. Osnutek gozdnogospodarskega načrta GGE Straža – Toplice (2007–2016). Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, OE Postojna.
- HOČEVAR M. 1990. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo: zbirka referatov in navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah, 22. maja 1990. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 48 str.
- HOČEVAR M. 1991. Priprava in obračun podatkov pri kontrolni vzorčni inventuri. Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne inventure: seminarско gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 45 str.
- HOČEVAR M. 1995. Dendrometrija – gozdna inventura. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 274 str.
- HUSCH B., BEERS T.W., KERSHAW J.A. 2003. *Forest Mensuration*. 4th edition. New York, John Wiley & Sons. 443 str.
- KAUFMANN E. 2000. Tarife für Schaftholz in Rinde und Rundholz-Sortimente. Birmensdorf, WSL Swiss Federal Research Institute. 53 str.
- KAUFMANN E. 2001. Estimation of Standing Timber, Growth and Cut. V: *Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment*. Brassel P., Lischke H. (ed.). Birmensdorf, WSL Swiss Federal Research Institute: 162–196.
- KLEPAC D. 1953. Uredjajne tablice = Einrichtungsmassentafeln. *Šumarski list*, 4/5: 192–206.
- KOŠIR Ž. 1992. Vrednotenje proizvodne sposobnosti rastišč in ekološkega značaja fitocenoz. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 58 str.
- KOŠIR Ž. 2002. Primerjava relativne bonitete gozdnih rastišč, ugotovljene z rastiščnim koeficientom z njihovo izračunano oz. ocenjeno proizvodno sposobnostjo = Comparison of relative fertility of forest sites determined by site coefficient with calculated or estimated site productivity. *Gozdarski vestnik*, 60, 1: 3–23.
- KOTAR M. 1994. Proizvodna sposobnost gozdnih rastišč, ki jih poraščajo smrekovi in bukovi gozdovi ter njihova proizvodna zmogljivost v optimalni razvojni fazi. = Site productivity on spruce and beech sites and current annual increment of their stands in the optimal phase. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 44: 125–148.
- KOTAR M. 2002. Spremembe proizvodne sposobnosti bukovih gozdov v Sloveniji v zadnjih desetletjih = Changes in forest site productivity in the beech forests of Slovenia during the last decades. *Gozdarski vestnik*, 60, 4: 177–191.
- KOTAR M. 2003. *Gozdarski priročnik*. 7. izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.
- KOTAR M. 2001. Povezanost proizvodne sposobnosti bukovih gozdov v Sloveniji z njihovo floristično sestavo = Interdependance between Site Productivity and Floristic Composition in Beech Forests in Slovenia. *Gozdarski vestnik*, 59, 5/6: 227–247.
- KOZOROG E., ČERNIGOJ V. 2002. Uveljavitev kontrolne vzorčne metode v gozdnogospodarskem območju Tolmin. *Gozdarski vestnik*, 60, 5/6: 235–245.
- KUŠAR G. 2007. Zanesljivost ugotavljanja volumna dreves in lesne zaloge sestojev z enoparametrijskimi funkcijami in stratifikacijo: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 277 str.
- LANZ A. 2004. A short description of Swiss NFI. *Tipkopis*: 6 str.
- MAKKONEN-SPIECKER K., KOTAR M. 1999. Rastni trendi v evropskih gozdovih = Growth Trends in European Forests. *Gozdarski vestnik*, 57, 3: 141–148. Spiecker H., Mielikainen K., Kohl M., Skovsgaard J.P. (ed.). 1996. *Growth Trends in European Forests-Studies from 12 Countries*. (EFI Research Report, Nr.5). Berlin Heidelberg, Springer Berlin-Tokyo: 372 str.
- PRODAN M. 1966. *Holzmesstehre*. Frankfurt, M. Sauerlaender's: 644 str.
- PUHEK V. 2007. Poskus parametriziranja šablonskih deblovnice ali tarif. Ljubljana. Samozaložba.
- REBULA E. 1995. Tablice oblikovnega števila, debeljadi in koločine izdelanih sortimentov za jelko = Table of the Form Height Number, Timber and the Quantity of assortments prepared for the European Fir. *Gozdarski vestnik*, 53, 10: 402–425.
- REBULA E. 2009. Raba in uporabnost tarif = Use and Usability of Tariffs. *Gozdarski vestnik*, 67, 2: 69–120.
- REBULA E., KOTAR M. 2004. Stroški sečnje in spravila bukovih dreves ter vrednost bukovine na panju = Cost of cutting and skidding of beech trees and the stumpage value of beech wood. *Gozdarski vestnik*, 62, 4: 187–200.
- SCHMID P., ROIKO-JOKELA P., MINGARD P., ZOBEIRY M. 1971. The Optimal Determination of the Volume of Standing Trees. *Wien, Mitteilung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*, 91: 33–54.
- SPIECKER H., MIELIKAINEN K., KOHL M., SKOVSGAARD J.P. (ed.). 1996. *Growth Trends in European Forests-Studies from 12 Countries*. (EFI Research Report, Nr.5). Berlin Heidelberg, Springer Berlin-Tokyo: 372 str.
- ŠKRATEK B. 2005. Razvoj gozdnih sestojev na raziskovalnih ploskvah v leskovi dolini: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 44 str.
- ŠUŠTERŠIČ M. 1951. *Gospodarska osnova 1942–1951, za revir Brezova reber*.
- WAGNER M. 1982. Ermittlung von Einzelstamm-Volumen mit D1,3, H und oberen Stammdurchmessern. *Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung*, 153, 4: 72–75.

METODOLOŠKE OSNOVE MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV

Gal KUŠAR¹, Marko KOVAČ², Primož SIMONČIČ³

Izvleček

V prispevku so prikazane metodološke osnove veliko-prostorskega inventurnega sistema gozdov - Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE). Prikazani so kratek zgodovinski razvoj sistema, bistvene značilnosti in uporabniki podatkov. Na primeru popisa MGGE leta 2007 so podrobneje prikazane lastnosti in potek snemanja ter nabor znakov snemanja. Prikazan je tudi postopek obračuna količine odmrle drevesne biomase in bilance stanja prilivov in odlivov lesne zaloge na površini.

Ključne besede: veliko-prostorska gozdna inventura, stalne vzorčne ploskve, gozdni fond, monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE)

METHODOLOGICAL BASES OF THE FOREST AND FOREST ECOLOGICAL CONDITION SURVEY

Abstract

The paper shows the methodological bases of the large-scale forest inventory system - Forests and Forest Ecosystem Condition Survey (FECS). A brief historical development of the system as well as the most important characteristics and data users are presented. In the case of the 2007 FECS, the survey's characteristics and procedures as well as the list of assessed variables are shown in greater detail. The methods of dead tree biomass computation and the computation of growth and drain of growing stock are presented.

Key words: large-scale forest inventory, permanent sampling plots, forest resources, forest and forest ecosystem condition survey (FECS)

SPLOŠNO INTRODUCTION

Slovenija je podatke o gozdovih na državni ravni dolga leta pridobivala z združevanjem podatkov, ki so bili pridobljeni za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja. Ti podatki so bili pridobljeni bodisi z vzorčenjem določenih delov gozdnogospodarskih enot (namensko vzorčenje) bodisi z okularnim ocenjevanjem vseh sestojev v enotah (HLADNIK / HOČEVAR 1989).

Velik korak k statistično zasnovanemu veliko-prostorskemu inventurnemu modelu je bil narejen leta 1985, ko se je Slovenija vključila v Mednarodni program sodelovanja za oceno in spremljanje vplivov zračnega onesnaženja na gozdove (ICP Forests) pod pokroviteljstvom Ekonomske komisije Združenih narodov za Evropo (UNECE 1979). S tem je Slovenija začela aktivnosti za spremljanje zdravstvenega stanja gozdov in gozdnih ekosistemov. Veliko-prostorski inventurni model je bil, v skladu s predlogom ICP Forests (1984), zasnovan na vzorčenju v vzorčnih grozdih, pri katerem je bil vsak

vzorčni grozd sestavljen iz štirih vzorčnih ploskev metode šestih dreves (M6), od katerih je bilo na vsaki ploskvi upoštevanih šest središču ploskve najbližjih dreves (PRODAN 1968). Kljub temu da so bile ploskve (kot tudi metoda sama) še posebej primerne za zbiranje kvalitativnih podatkov (zdravstveno stanje gozdov in dreves), pa je že prvi popis prinesel tudi podatke o rastiščih ter ocene o lesni zalogi in prirastku (ŠOLAR *et al.* 1987, LEVANIČ 1990).

V naslednjih letih je bila v inventurni model dodatno vključena tudi kotnoštevna metoda (KOVAČ *et al.* 1995), ki je pomembno zmanjšala variabilnost povprečnih vrednosti ocen vzorčnih ploskev in izboljšala njihovo zanesljivost. Te ocene so bile uporabljene tako za poročanja v okviru Konvencije o čezmejnem onesnaževanju zraka na velike razdalje (CLRTAP) (UNECE 1979) kot za Oceno gozdnih virov zmernih in borealnih gozdov (TBFRA 2000) (HOČEVAR *et al.* 1999), ki jo vodita UNECE in Organizacija Združenih narodov za kmetijstvo in prehrano (FAO).

Ne glede na uspešnost inventurnega modela pa je bilo pred popisom leta 2000 ugotovljeno, da obstoječega sistema

¹ dr. G. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, gal.kusar@gozdis.si

² dr. M. K., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, marko.kovac@gozdis.si

³ dr. P. S., Gozdarski inštitut Slovenije; Večna pot 2; 1000 Ljubljana, primoz.simoncic@gozdis.si

ni več možno bistveno izboljšati v smislu učinkovitosti in zagotavljanja zanesljivih podatkov za prihodnje potrebe. Zato so bile s popisom leta 2000 uvedene nove, na terenu neoznačene stalne koncentrične vzorčne ploskve (KPP), z namenom zagotavljanja reprezentativnosti vzorčnih enot in občutljivosti inventurnega modela za spremembe. KPP so postale tudi osnovne vzorčne enote, na katerih se od tedaj naprej snema večina vseh znakov (KOVAC *et al.* 2000) (slika 1).

Po uvedbi stalnih koncentričnih vzorčnih ploskev (KPP), katerih uporaba povezuje oba inventurna sistema (veliko-prostorsko gozdno inventuro in popis zdravstvenega stanja in poškodovanosti gozdov), je bilo pričakovati opustitev vzorčnih ploskve z metodo šestih dreves (M6), vendar so le-te trenutno (leto 2009) še vedno v rabi. Danes so v rabi predvsem za premostitev vrzeli (izračun *bridging functions*) med starimi in novimi časovnimi serijami podatkov. Poleg tega pa so koristne tudi za ocenjevanje zdravstvenega stanja izbrane populacije dreves, saj so bila ta drevesa izbrana že na samem začetku popisa (leta 1985).

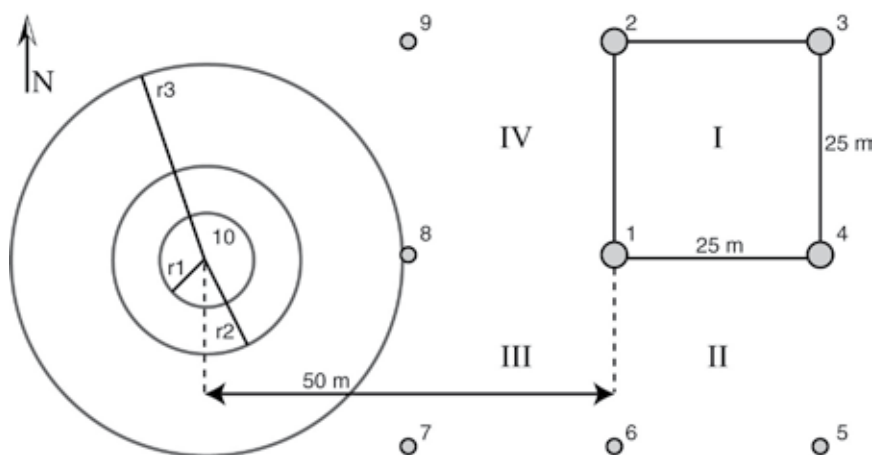
Vzorčni inventurni model je zasnovan tako, da se lahko uporablja na vzorčnih mrežah različnih gostot (npr. 4 x 4 km, 8 x 8 km ali 16 x 16 km) ter za meritev znakov v različnih časovnih obdobjih (priloga 1).

Vzporedno z veliko-prostorskim monitoringom gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE), ki se opravlja na državni ravni, v Sloveniji poteka še gozdna inventura na ravni gozdnogospodarskih enot, ki je namenjena predvsem potrebam gozdnogospodarskega načrtovanja. Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Pravilnik ... 1998, z dopolnitvami 2006, 2008) je nadomestil metodo namenskega vzorčenja s kontrolno vzorčno metodo (SCHMID-HAAS 1983, HOČEVAR 1990, 1991), ki je od takrat naprej v rabi

v vseh gozdnogospodarskih območjih in se opravlja v vseh gozdovih ne glede na vrsto lastništva. Do konca leta 2007 je bilo tako postavljenih in prvič izmerjenih več kot 100.000 stalnih vzorčnih ploskev (SVP) na različno gostih vzorčnih mrežah (med 250 x 250 m in 500 x 500 m). Ker je sistem gozdne inventure kontinuiran (popis 1/10 gozdnogospodarskih enot letno), Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) sedaj končuje drugi cikel oz. prvo ponovitev meritev na istih SVP.

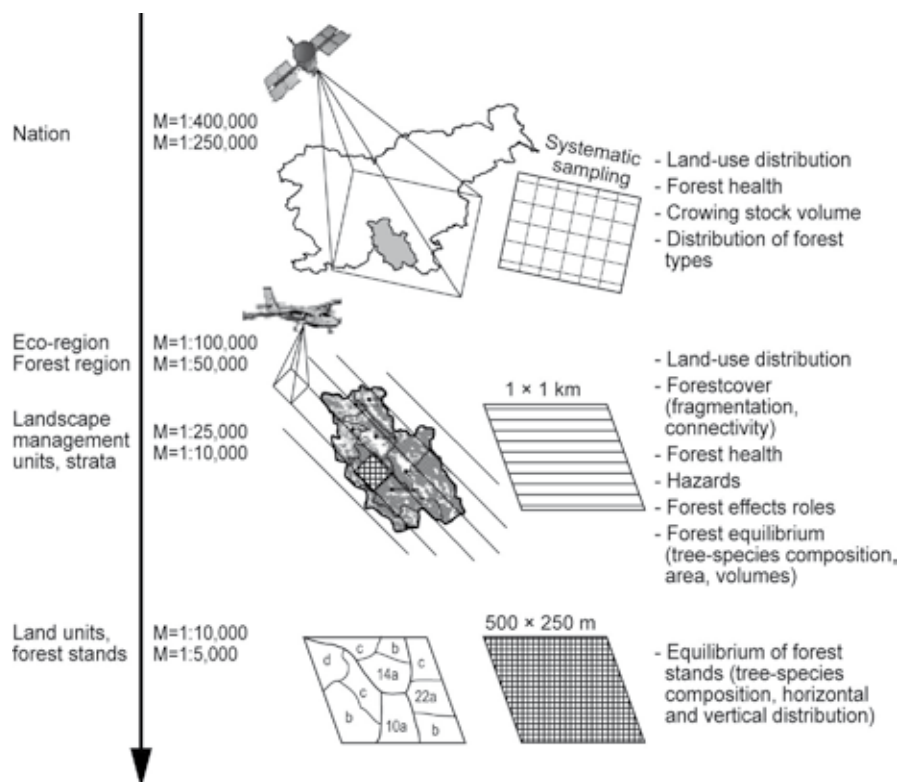
Ne glede na to, da se Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov opravlja že dobrih dvajset let, izraza »nacionalna gozdna inventura«, ki ga uporablja večina držav (Akcija COST E43 2004, TOMPPO *et al.*, 2010), ni zaslediti v slovenski gozdarski zakonodaji. Vzrok temu je dejstvo, da v Sloveniji, v nasprotju z večino drugih evropskih držav, gozdnogospodarsko načrtovanje poteka v vseh gozdovih ter da se potrebni podatki zbirajo na ploskvah, ki ležijo na gostejših vzorčnih mrežah, kot je to običajno za druge države. Namesto tega je slovenska gozdarska zakonodaja s Pravilnikom o varstvu gozdov (Pravilnik ... 2000, z dopolnitvami 2006) uvedla izraz monitoring (gozdov). Pravilnik o varstvu gozdov (Pravilnik ... 2000, z dopolnitvami 2006) eksplicitno določa, da se mora monitoring (gozdov) oz. popis opravljati na vzorčni mreži gostote 16 x 16 km vsako leto in periodično (vsakih 5 do 10 let) na gostejši vzorčni mreži gostote 4 x 4 km. V primerjavi s periodičnimi popisi so vsakoletni popisi manj intenzivni in obsegajo le omejen nabor znakov.

V Sloveniji se je v zadnjih dvajsetih letih razvil razmera zapleten sistem hierarhično urejene gozdne inventure, ki omogoča pridobivanje podatkov o gozdovih in gozdnih ekosistemih na različnih ravneh in v različnem obsegu. Integralnost sistema in njegove glavne lastnosti so prikazane na sliki 2.



Slika 1: Inventurni vzorčni model (leto 2000)

Fig. 1: Sampling design launched in 2000



Slika 2: Shema sistema gozdne inventure v Sloveniji

Fig.: Scheme of Slovenia's integrated inventory system (HOČEVAR et al. 1996)

UPORABA IN UPORABNIKI PODATKOV POPISA MONITORINGA GOZDA IN GOZDNIH EKOSISTEMOV USE AND USERS OF FECS DATA

Popis MGGE zagotavlja pomembne podatke o slovenskih gozdovih in gozdnih ekosistemih. Cilj izdelave in uporabe MGGE je bil že od samega začetka zagotavljanje osnovnih in zanesljivih podatkov o stanju gozdov in gozdnih ekosistemov ter o procesih, ki potekajo v njih. Zaradi visokih stroškov vzorčenja je vsebina znakov snemanja v okviru MGGE zastavljena zelo široko, tako da so njihovi podatki uporabni za različne namene. Snemanja v okviru MGGE zagotavljajo podatke o zdravstvenem stanju gozda, o gozdni vegetaciji, preskrbi vegetacije z minerali, gozdnih tleh, gozdnih fondih, biotski pestrosti in funkcijah gozda.

Gozdarski inštitut Slovenije (GIS) podatke MGGE uporablja v raziskavah ter za osnovno poročanje komisiji CLR-TAP. Poleg uporabe podatkov v gozdarski znanosti in praksi, pridobljene podatke potrebujejo tudi pristojni Ministrstvi za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) in za okolje in prostor (MOP) ter druge vladne agencije (npr. Agencija Republike Slovenije za okolje) in uradi (npr. Statistični urad Repu-

blike Slovenije) za oblikovanje gozdarske in okoljske politike ter za državna in mednarodna poročanja (npr. UNECE/FAO 2000, 2006; MCPFE 2002, 2003; Kjoto protokol 1998, UN-FCCC 1992).

Podatke gozdne inventure na ravni gozdnogospodarskih enot ni možno uporabljati za poročanje v okviru Kjotskega protokola, saj metodološko ne ustrezajo zahtevam tretje zahtevnostne stopnje (*tier 3*) in Smernicam dobre prakse (GPG), ki jih priporoča Medvladni forum za podnebne spremembe (IPCC 2003). Podatki, zbrani s sistemom MGGE, pa ustrezajo metodološkim zahtevam in tudi priporočilom (IPCC 2003, Akcija COST E43 2004). Poudariti pa je treba, da je smisel izvajanja in uporabe podatkov popisa MGGE le, če je zagotovljena periodičnost ponavljanja (naslednji popis mora biti opravljen leta 2012).

Čeprav je popis MGGE leta 2007 prinesel precej podatkov, ki lahko rabijo za ocenjevanje biotske pestrosti gozdnih ekosistemov (struktura sestojev, mešanost drevesnih vrst, pomlajevanje, poreklo sestojev, naravnost, gospodarjenost ter varovalni gozdovi, količina ter struktura odmrle drevesne biomase), je pri uporabi izpeljanih podatkov potrebna določena mera previdnosti, saj ima zanesljivost ocen zaradi drugačne statistične metodologije omejeno vrednost. Nekatere preli-

minarne raziskave (KOVAC 2008) namreč nakazujejo, da je možno uspešno spremljati zgolj stanje biotske pestrosti večjih gozdnih kompleksov in gozdnih tipov, medtem ko je stanje biotske pestrosti v habitatnih tipih Natura 2000, ki so bolj fragmentirani in obsegajo manjša področja, ustrežneje ocenjevati z vzorčnimi mrežami večje gostote (HLADNIK 2008).

POPIS MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV LETA 2007 THE 2007 FECS

LASTNOSTI POPISA MGGE LETA 2007 BASIC CHARACTERISTICS OF THE 2007 FECS

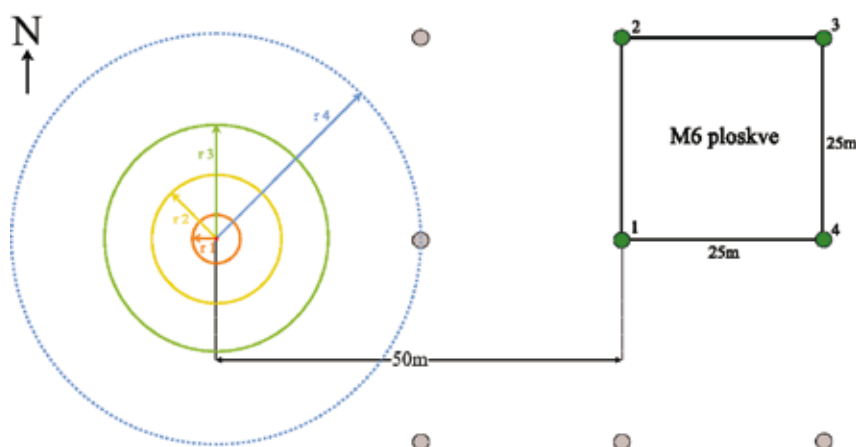
Poleg glavnih ciljev MGGE je popis v letu 2007 težil k zagotavljanju natančnih in zanesljivih podatkov o količini lesne zaloge in zalogi ogljika za poročanje v okviru Kjotskega protokola (1998). Skladno z zahtevami Smernic dobre prakse (IPCC 2003) za tretjo raven poročanja je bilo zagotovljeno naslednje:

- Izbor znakov snemanja je bil narejen v sodelovanju z uporabniki podatkov s področja gozdarske stroke (gozdna inventura, gozdno gospodarjenje in načrtovanje, rast in donos ter gozdna ekologija) in strokovnjaki pristojnih ministrstev (MKGP, MOP). Pred testnim snemanjem leta 2006 so bili tako vsi znaki popisa izbrani in usklajeni v sodelovanju med strokovnjaki GIS, ZGS, MKGP in Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Vsi znaki snemanja so bili tudi v celoti usklajeni s priporočili mednarodnih

ustanov, npr. COST Akcija E43 (2004), MCPFE (2002, 2003) in UNECE/FAO (2006).

- GIS je izdelal terenski priročnik za zbiranje podatkov (KOVAC *et al.* 2007). Priročnik prikazuje vse znake snemanja in določa postopke snemanja. Leta 2006 so bili vsi postopki snemanja na terenu preverjeni na ploskvah vzorčne mreže 16 x 16 km, ugotovljene pomanjkljivosti pa so bile odpravljene pred praktično izvedbo leta 2007. Podatki snemanja leta 2006 so rabili tudi za oceno časovne in stroškovne porabe popisa MGGE leta 2007.
- Merilom za zagotavljanje kakovosti ter kontroli kakovosti je bilo zadoščeno z uvajalnim seminarjem za terenske ekipe ter s kontrolo na 5 % vseh popisanih vzorčnih ploskvah. Algoritmi, ki zagotavljajo logično kontrolo podatkov v podatkovnih zbirkah, so bili razviti in uporabljeni po vnosu podatkov.
- Razviti so bili protokoli za popravljanje napačnih podatkov, za zagotavljanje konsistence popravkov ter za pregled predhodno vnesenih podatkov.
- Metode za izračun vrednosti ocen so bile razvite na znanstven način, skladno z mednarodno priznanimi metodologijami in priporočili (IPCC 2003, Akcija COST E43 2004, UNECE/FAO 2006 in MCPFE 2002, 2003).

Statistični model, uporabljen pri popisu MGGE leta 2007, se od svojega predhodnika iz leta 2000 skorajda ne razlikuje (slika 3). Edina novost je bila vpeljava dodatnega notranjega kroga na stalni koncentrični vzorčni ploskvi (KPP), ki je omogočila ocenjevanje lesne zaloge tankih drevesc pod merskim pragom 10 cm prsnega premera. Najpomembnejši po-



Slika 3: Shema vzorčnega grozda (leto 2007): na vzorčni mreži 16 × 16 km: KPP + vse štiri M6-vzorčne ploskve; na vzorčni mreži 4 × 4 km: KPP + dve M6-vzorčni ploskvi številki 1 in 4.

Fig. 3: Scheme of a cluster: on 16 × 16 km grid: KPP + all four 6-tree sample plots; on 4 × 4 km grid: KPP + two 6-tree sample plots numbers 1 and 4.

datki o vseh štirih koncentričnih ploskvah, ki sestavljajo KPP, so predstavljeni v preglednici 1

Vzorčni grozdi so bili locirani enako kot v prejšnjem popisu (leta 2000), vendar je sedaj lega KPP določala, ali se bo na tem mestu nahajal vzorčni grozd, sestavljen iz KPP in dveh ali štirih M6-vzorčnih ploskev (slika 3). Središče KPP leži 50 m zahodno od presečišča koordinat vzorčne mreže (cele koordinate) in ga je možno locirati zgolj s poznavanjem njihovih geografskih koordinat. Ne ploskve ne drevesa niso označena (s številkami, črkami ali drugimi znaki), saj je tako zagotovljeno nepristransko gozdno gospodarjenje na površini vzorčnih ploskev in s tem reprezentativnost podatkov monitoringa.

Popis MGGE leta 2007 je vključeval meritve in ocenjevanje 778 vzorčnih grozdov na vzorčni mreži 4 x 4 km (slika 4). Da bi se zmanjšali stroški terenskega dela, so bile lokacije vzorčnih grozdov neposredno pred pričetkom terenskega dela preverjene na satelitskih in digitalnih ortofoto-posnetkih ter karti rabe tal (MKGP 2002). Spremembe rabe zemljišč (zaraščanje, krčitve) namreč vplivajo na to, da posamezni vzorčni grozdi lahko pri novem popisu ležijo v gozdu ali zunaj njega.

Osnovne lastnosti popisa MGGE leta 2007 so:

- Vzorčni model sestavljajo odprti vzorčni grozdi, sestavljeni iz ene KPP in dveh M6-vzorčnih ploskev.
- Gostota vzorčne mreže je 4 x 4 km, na njej je 778 vzorčnih grozdov.
- Terensko delo je potekalo julija in avgusta leta 2007.

- Terenske ekipe: 3 terenske ekipe GIS so popis opravljale na vzorčni mreži 16 x 16 km, zadolžene so bile za kontrolni pregled 5 % vseh posnetih vzorčnih ploskev; 35 ekip ZGS pa je bilo zadolženih za izvajanje popisa na vzorčni mreži 4 x 4 km. V popis MGGE leta 2007 je bilo tako vključenih 90 ljudi; 20 iz GIS ter 70 iz ZGS.
- Terenska ekipa je bila sestavljena iz vodje (univerzitetni inženir gozdarstva) ter pomočnika (študent).

IZVEDBA POPISA MGGE LETA 2007

THE 2007 FECS ACTIVITIES

Na vsakem vzorčnem grozdu so bile opravljene terenske aktivnosti na KPP- in M6-vzorčnih ploskvah. Na KPP so bili opravljani:

- podroben opis rastišča in sestoja (tip gospodarjenja, lastništvo, vertikalna in horizontalna struktura, primernost gozdnih funkcij itd.);
- določitev, ocena in merjenje dreves (drevesna vrsta, socialni položaj (višinski razred), osutost, poškodbe, premer/obseg na prsni višini, razdalja in azimut od središča vzorčne ploskve do vsakega merljivega drevesa, višina in starost treh dominantnih (najdebelejših) dreves, stanje drevesa (glede na tip lesne zaloge/biomase, npr. živo, odmrlo, stoječe, ležeče), koda drevesnega statusa (npr. prisotno v obeh popisih (v letih 2000 in 2007), posekano/podrt, odmrlo itd.);

Preglednica 1: Osnovni podatki in mejne vrednosti za ocenjevanje živega in odmrlega drevja na KPP pri popisu MGGE leta 2007

Table 1: Basic characteristics and thresholds of concentric permanent sampling plots for assessing living and dead wood growing stock of the 2007 FECS

Ploskve / Plots	KPP ₁	KPP ₂	KPP ₃	KPP ₄
Radij (R) ploskev [m] / Radius (R) of the plots [m]*	3,09	7,98	13,82	25,23
Površina (P) ploskev [m ²] / Area (P) of the plots [m ²]	30	200	600	2.000
Lastnosti sestoja in rastišča / Characteristics of stand and site	Površina 2.000 m ² /Area 2,000 m ²			
Stoječa živa drevesa / Standing living trees	d _{1,3} > 0 cm h ≥ 1,3 m	d _{1,3} ≥ 10 cm	d _{1,3} ≥ 30 cm	/
Stoječa odmrla drevesa / Standing dead trees	d _{1,3} ≥ 10 cm		d _{1,3} ≥ 30 cm	
Ležeča odmrla drevesa / Lying dead trees	d _{1,3} ≥ 10 cm		d _{1,3} ≥ 30 cm	
Štori / Stumps	d ≥ 10 cm h ≥ 20 cm		/	
Štelji / Snags	d ≥ 10 cm h ≥ 50 cm		d ≥ 30 cm h ≥ 50 cm	
Večji lesni kosi / Coarse woody debris	d ≥ 10 cm l ≥ 50 cm		d ≥ 30 cm l ≥ 50 cm	

*Ko se določa radij ploskve, je treba upoštevati redukcijo površine ploskve zaradi nagnjenosti terena / Reduction of plot area due to terrain slope should be considered when defining radius of the plots.

- ocena in meritev odmrle drevesne biomase (tip odmrle drevesne biomase ter dimenzije, tj. premer, dolžina/višina, drevesna vrsta, stopnja razkrojenosti).

Na M6-vzorčnih ploskvah pa se ja za 6 izbranih dreves določilo drevesno vrsto, socialni položaj ter ocenilo osutost in poškodbe.

Znake, posnete s popisom MGGE leta 2007, prikazuje priloga 2. Večina le-teh je bila izbrana na podlagi zahtev Pravilnika o varstvu gozdov (2000, z dopolnitvami 2006), drugi pa so bili izbrani v skladu s potrebami pristojnih ministrstev (MKGP, MOP) ter drugih raziskovalnih in strokovnih inštitucij.

Podatki, zbrani na terenskih popisnih listih, so bili ročno vneseni v računalnik ter nato logično preverjeni. Obrazci in enačbe za obdelavo surovih in izpeljanih podatkov ter ocen nekaterih vrednosti so bili programirani v jezikih SQL in C++. Odprto računalniško okolje omogoča izdelavo poizvedb, urejanje podatkovnih zbirk, izvažanje in uvažanje preglednic ter izdelavo preprostih analiz. Podrobnejše analize pa je treba napraviti s programi, kot so npr. ArcGIS, IDRISI, PCI Geomatics, ali s statističnimi okolji, kot sta denimo S-Plus ali Statistical software.

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI QUALITY ASSURANCE

Za vse terenske ekipe, ki so sodelovale pri popisu MGGE leta 2007, je bila obvezna udeležba na uvajalnem seminarju, kjer so bili predstavljeni ocenjevalni/meritveni postopki ter

opravljen trening praktičnega dela. Takoj po zaključku seminarja oz. na začetku terenskega dela so ekipe GIS obiskale vse ekipe ZGS na terenu ter z vsako opravile vsaj en popoln popis enega vzorčnega grozda. S tem je bilo zagotovljeno, da so bili postopki dobro razumljeni in hkrati odpravljene morebitne nejasnosti. Po koncu popisa na vzorčni mreži 4 x 4 km so ekipe GIS preverile delo terenskih ekip ZGS na 40 vzorčnih grozdih (oz. na vsaj 5 % vseh ploskev) in ocenile kvaliteto terenskega dela (ki se je izkazala kot zadovoljiva).

METODE OBRAČUNA IZBRANIH PARAMETROV METHODS OF COMPUTATION OF SELECTED PARAMETERS

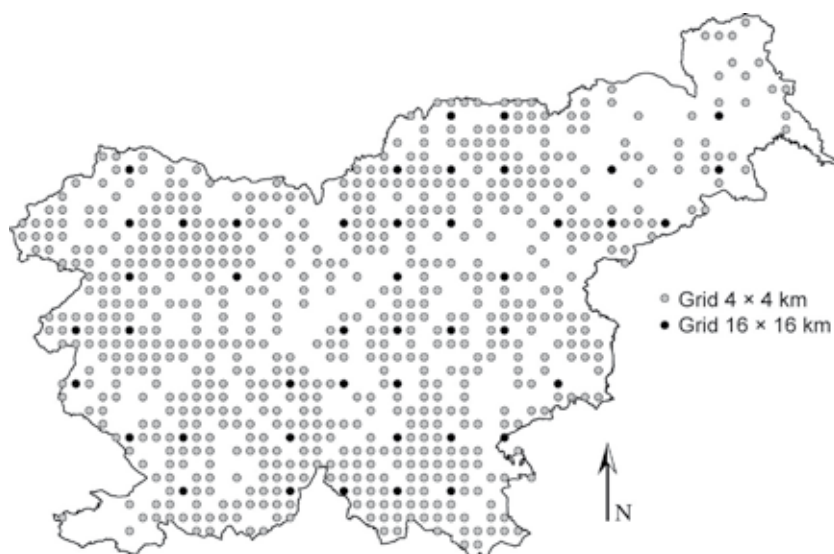
OCENA KOLIČINE LESNE ZALOGE GROWING STOCK ASSESSMENT

Ker je bila metoda izračuna volumna dreves in s tem lesne zaloge s tarifami že velikokrat predstavljena, jo tu ne podajamo, delno pa je predstavljena v tem zborniku v prispevku Kušar in Hočevar (2009).

Ocena količine odmrle drevesne biomase/Dead wood biomass assessment

Izračun količine odmrle drevesne biomase za posamezno ploskev je potekal po naslednjih korakih:

- Količina odmrle drevesne biomase na hektar je izračunana s seštevanjem vrednosti volumnov posameznih kosov na hektar.



Slika 4: Porazdelitev vzorčnih grozdov na sistematični vzorčni mreži za popis MGGE leta 2007

Fig. 4: Arrangement of sampling clusters in the 2007 FECS sampling grid.

- Volumen (m^3) vsakega kosa odmrle drevesne biomase je pomnožen z ustreznim faktorjem površine (FP) glede na različen tip odmrle drevesne biomase; s tem se izračuna volumen odmrle drevesne biomase na ha (m^3/ha).
- Površinski faktorji (FP) se izračunajo na podlagi površin vzorčnih ploskev (P) in tipov odmrle drevesne biomase:
 - drevo (stoječa sušica, ležeča sušica), če $D_{1,3}$ meri:
 - od 10 do 29,9 cm: FP₂ je 50,
 - 30 cm ali več: FP₄ je 5.
 - štor/panj: FP₂ je 50,
 - štrcelj, če premer (D) meri:
 - od 10 do 29,9 cm: FP₂ je 50,
 - 30 cm ali več: FP₄ je 5.
 - večji kos lesa, če premer (D) meri:
 - od 10 do 29,9 cm: FP₂ je 50,
 - 30 cm ali več: FP₄ je 5.

BILANCA STANJA LESNE ZALOGE GROWTH AND DRAIN ESTIMATION

Bilanco stanja lesne zaloge na površino izračunamo kot razliko med prilivi (*growth*) in odlivi (*drain*) količine lesne zaloge na površini. Med prilive uvrščamo prirastek lesne zaloge (*increment*) in vrast (*ingrowth*), med odlive pa posek (*felling, cut, removal*) in mortaliteto (*mortality*).

Prirastek lesne zaloge (bruto prirastek sestojne lesne zaloge, ki vključuje vrast) se je ocenil na podlagi obrazca (KAUFMANN 2001):

$$G_{gi} = V_{s2} - V_{s1} + CM_{1,5} - CM_1 + I = V_{sc2} - V_{sc1} + I$$

kjer je:

- V_{s1} – volumen obstoječih dreves (prisotna pri prvi in drugi meritvi) pri prvi meritvi
- V_{s2} – volumen obstoječih dreves pri drugi meritvi
- V_{sc1} – volumen obstoječih in odstranjenih (posekanih+odmrlih) dreves pri prvi meritvi
- V_{sc2} – volumen obstoječih in odstranjenih (posekanih+odmrlih) dreves pri drugi meritvi
- CM_1 – volumen odstranjenih (odmrlih + posekanih) dreves pri prvi meritvi
- $CM_{1,5}$ – volumen odstranjenih (odmrlih + posekanih) dreves, ki vključuje prirastek do polovice inventurnega intervala
- I - volumen vraslih dreves

Ne glede na to, da je posek navadno prostorsko zelo koncentriran in neenakomerno razporejen po prostoru, se zdi, da

je podatkovna zbirka MGGE zanesljiv vir podatkov o odlivu (posek in mortaliteta) na državni ravni. Za zagotavljanje nepristranskega gozdnega gospodarjenja na površini vzorčnih ploskev in s tem reprezentativnosti podatkov ter rezultatov monitoringa so vse ploskve neoznačene, prav tako tudi vsa drevesa na njih. Kot odliv (*drain*) se razume volumen posekanih in odmrlih dreves, vključujoč njihov prirastek do polovice inventurnega intervala

PERSPEKTIVE MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV CURRENT AND FUTURE PROSPECTS OF FECS

V skladu s slovensko zakonodajo MGGE pridobiva podatke, ki so uporabni na več področjih in ki jih uporabljajo najrazličnejši končni porabniki tako za potrebe državnih in mednarodnih poročanj kot tudi za oblikovanje okoljske politike ter za raziskave in razvoj gozdarske stroke. Trenutna vsebina MGGE omogoča poročanje za potrebe različnih konvencij in akcij, kot so CLRTAP (1979), UNFCCC (1992), MCPFE ter FRA. Poleg tega podatki MGGE Vladi Republike Slovenije rabijo za potrebe implementacije evropske in domače zakonodaje ter pri oblikovanju gozdarske in okoljske politike. Rezultati MGGE pomagajo gozdarski znanosti pri raziskovalnih dejavnostih, gozdarski praksi pa pri postavljanju ciljev.

V prihodnosti je pričakovati, da bo vsebina MGGE vključena v novelirani Zakon o gozdovih (1993, z dopolnitvami 1998, 1999, 2002a, 2002b, 2006a, 2006b, 2007), s čimer bi bile zagotovljene bolj stabilne razmere za razvoj veliko-prostorske gozdne inventure in njeno uresničevanje. Potencialni uporabniki rezultatov popisa MGGE ter že izpostavljene potrebe nakazujejo na to, da bo področja, katerih podatke zbira MGGE, verjetno treba še razširiti. Vedno bolj pomembni postajajo podatki o potencialnih in obstoječi naravnih nevarnostih, o trajnosti gozdnih funkcij itd.

Nadgrajevati bo treba tudi inventurni model kot tak. V primeru, da stalne vzorčne ploskve postanejo nereprezentativne, bo model izboljššan z dodajanjem temporalnih ploskev. MGGE bo nadgrajen tudi z vključevanjem tehnik daljinskega zaznavanja.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek v krajši obliki povzema vsebino 33. poglavja, ki so ga avtorji objavili v publikaciji *National Forest Inventories – Pathways for Common Reporting* (TOMPPPO *et al.* 2010).

Za podporo se avtorji zahvaljujejo Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Akciji COST E43. Zahvala velja tudi kolegoma Anžetu Japlju ter Mitji Skudniku, brez katerih pričujoče delo ne bi moglo nastati.

POVZETEK

V prispevku so prikazane metodološke osnove veliko-prostorskega inventurnega sistema gozdov - Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE). Prikazan je kratek zgodovinski razvoj sistema od začetkov popisa razvrednotenja in poškodovanosti gozdov leta 1985 (ICP Forest) do leta 2009. Poudarki so predvsem na letih 2000, 2007, ki sta pomenili prelomnici v metodološkem ali vsebinskem smislu. Leta 2000 je bil inventurni model dopolnjen s stalno koncentrično vzorčno ploskvijo (dopolnilo sistema vzorčnih ploskev metode šestih dreves s sistematično mrežo stalnih vzorčnih ploskev), leta 2007 pa je bila preverjena lega vzorčnih ploskev in popis MGGE dopolnjen z novimi znaki snemanja. Popis MGGE sedaj (leto 2007) obsega 778 vzorčnih grozdov, razporejenih na vzorčni mreži osnovne gostote 4 x 4 km, znotraj katere je mogoče izbrati tudi manjšo stopnjo vzorčenja (npr. 16 x 16 km, 8 x 8 km). Snemanja v okviru MGGE zagotavljajo podatke o zdravstvenem stanju gozda, o gozdni vegetaciji, preskrbi vegetacije z minerali, gozdnih tleh, gozdnih fondih, biotski pestrosti in funkcijah gozda. Glavni uporabniki podatkov so poleg GIS še Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter za okolje in prostor (MOP) ter druge vladne agencije (npr. Agencija Republike Slovenije za okolje) in uradi (npr. Statistični urad Republike Slovenije). Podatki rabijo tudi kot osnova za mednarodna poročanja (npr. UNECE/FAO 2000, 2006; MCPFE 2002, 2003; Kjotski protokol 1998, UNFCCC 1992). Na primeru popisa MGGE leta 2007 so podrobneje prikazani lastnosti in potek snemanja, kontrola kakovosti ter nabor vseh znakov snemanja. Prikazan je tudi postopek obračuna količine odmrle drevesne biomase in bi-

lance stanja prilivov in odlivov lesne zaloge na površini. Članek se zaključuje s kratkim razmišljanjem o perspektivah.

SUMMARY

The paper presents the methodological bases of the large-scale forest inventory system - Forests and Forest Ecosystem Condition Survey (FECS). A brief historical development of the system is presented, from the initial survey of the forests' damages and depreciation in 1985 (ICP Forest) till 2009. Special emphasis is laid on the years (2000, 2007) that can be regarded as turning points in methodological sense as well as in the sense of contents. In 2000, the inventory model was supplemented with the permanent concentric sampling plot (a supplement of the system of six tree method plot with a systematic network of permanent sampling plots), while in 2007 the position of sampling plots was checked and FECS supplemented with new assessed variables. At present (2007), the FECS comprises 778 sample clusters arranged in a 4 x 4 km basic grid, within which a lower degree of sampling can also be selected (e.g. 16 x 16 km, 8 x 8 km). Surveys within the FECS provide for data on the forest's health and vegetation, its supply with minerals, forest soil, forest resources, as well as its biodiversity and functions. The main beneficiaries of the data are, apart from the Slovenian Forestry Institute, the Ministry of Agriculture, Forestry and Food, the Ministry of the Environment and Spatial Planning, and other GO's (such as the national Environment Agency) and offices (e.g. the Statistical Office of the Republic of Slovenia). The data further serve as a basis for various international reports (e.g. UNECE/FAO 2000, 2006; MCPFE 2002, 2003; Kyoto Protocol 1998, UNFCCC 1992). In the case of the 2007 FECS, the survey's characteristics and procedures, quality control, and the list of assessed variables are shown in greater detail. The methods of dead tree biomass computation and the computation of growth and drain of growing stock are also presented. The paper concludes with a short deliberation on the future perspectives in this particular field.

VIRI REFERENCES

- Akcija COST E43. 2004. <http://www.metla.fi/eu/cost/e43/>. (4.8.2009)
- BOGATAJ, N./ JURC, D./ KRČ, J. 1993. Navodila za popis poškodovanosti gozdov (in stanja lesnih zalog) v Ljubljana, Republiki Sloveniji. IGLG, 35 s.
- HLADNIK, D. 2008. Gozdna inventura na območjih Natura 2000. Delavnica: Zagotavljanje kakovosti podatkov za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja. Ljubljana, GIS. 39 s.

- HLADNIK, D./ HOČEVAR, M. 1989. Izboljšanje učinkovitosti in informacijske vsebine gozdne inventure s stratificiranim vzorčenjem. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34:5-20.
- HOČEVAR, M. 1990. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 48 s.
- HOČEVAR, M. 1991. Obdelava in analiza podatkov kontrolne vzorčne inventure. Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 45 str.
- HOČEVAR, M./ BEHIN, L./ JURC, M./ KOVAČ, M./ FERLIN, F./ KUTNAR, L./ ČAS, M./ BOŽIČ, G./ MEDVED, M./ OGULIN, A. 1999. Zaključno poročilo: UN - ECE/FAO temperate and boreal forest resources assessment 2000 for Slovenia. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana
- HOČEVAR, M./ HLADNIK, D./ KOVAČ, M. 1996. Ecological monitoring of preserved forested landscapes in Slovenia by means of remote sensing and GIS. V: Saramaki J, Koch B, Lund GH (eds). Remote sensing and computer technology for natural resource assessment. Proceedings of the Subject Group S 4.02-00 "Forest Resource Inventory and Monitoring" and Subject Group S 4.12-00 "Remote Sensing Technology". IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere. Univ Joensuu, Faculty of Forestry, Research Notes, 48: 95-118
- ICP Forest 1984. <http://www.icp-forests.org/>.(4.8.2009)
- IPCC 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/lulucf/gp/lulucf_contents.htm.
- KALAN, J. 1989. Obremenjenost slovenskih gozdov z žveplom. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34:99-120
- KAUFMANN, E. 2001. Estimation of Standing Timber, Growth and Cut. In: Brassel P, Lischke H (eds). Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. WSL Swiss Federal Research Institute, Birmensdorf: 162-196.
- Kjotski protokol 1998. Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change. Geneva, United Nations Office Geneva, 24 s. http://maindb.unfccc.int/library/view_pdf.pl?url=http://unfccc.int/resource/docs/cop3/107a01.pdf (4.8.2009)
- KOVAČ, M. 2008. Klasifikacija in vrednotenje primernosti strukture gozdov za načrtovanje trajnostnega večnamenskega (multifunkcionalnega) in sonaravnega gospodarjenja z njimi. Zaključno poročilo CRP V4 – 0356. Ljubljana. GIS. 16 s.
- KOVAČ, M./ BATIČ, F./ JAPELJ, A./ KUŠAR, G./ POLANŠEK, B./ SKUDNIK, M./ KASTELEC, D. 2007. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov - priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 85 s.
- KOVAČ, M./ MAVSAR, R./ HOČEVAR, M./ SIMONČIČ, P./ BATIČ, F. 2000. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov: priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 74 s.
- KOVAČ, M./ SIMONČIČ, P./ BOGATAJ, N./ BATIČ, F./ JURC, D./ HOČEVAR, M. 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov : priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije/ Ljubljana, 62 s.
- KUŠAR, G./ HOČEVAR, M. 2009. Izbor ustreznega tarifnega niza prilagojenih enotnih francoskih tarif za izračun lesne zaloge sestojev v sklopu kontrolne vzorčne metode.-V: Zborniku Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji – zgodovina, značilnosti in uporaba. 2009. Studia Forestalia Slovenica 134:
- KUŠAR, G./ KOVAČ, M./ SIMONČIČ, P. 2010. Chapter 33 - Slovenia. V: National Forest Inventories – Pathways for Common Reporting - Editors: TOMPPPO, E./ GSCHWANTNER, T./ LAWRENCE, M./ MCROBERTS, R. E. p. 507-528.
- LEVANIČ, T. 1990. Ocena zgradbe in stanja slovenskih gozdov na podlagi popisa propadanja gozdov v letu 1987: diplomska naloga (univerzitetni študij). Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Ljubljana, samozal., 94 s.
- MCPFE 2002. Background Information for Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management. 2002. MCPFE Expert Level Meeting, Vienna, 7-8 Oct. 2002. Vienna, Liaison Unit Vienna, 46 str. http://www.mcpfe.org/documents/minutes/minutes/archive/copy_of_minutes/Background%20info_indicators.pdf
- MCPFE 2003. State of Europe's Forests 2003. The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe. 4th Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Vienna, 28-30 April 2003. Vienna, Liaison Unit Vienna, 126 s.
- MKGP 2002. Karta rabe tal. <http://rkg.gov.si/GERK/>
- Pravilnik o varstvu gozdov z dopolnitvami. Ur. l. RS št. 92/2000, 56/2006.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrti z dopolnitvami. Ur. l. RS št 5/1998, 70/2006, 12/2008.
- PRODAN, M. 1968. Punktstichprobe für die Forsteinrichtung (A point sample for forest management planning). Forst- und Holzwirt 23(11):225-226.
- SCHMID-HAAS, P. 1983. Swiss Continuous Forest Inventory: Twenty years' experience. In: Bell, J.F. and Atterbury, T., Editors, 1983. Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trend, Proc.15-19 August 1983, Corvallis, OR, SAF 83-14: 133-140.
- ŠOLAR, M., BATIČ, F./ HOČEVAR, M./ JURC, D./ SMOLE, I./ SOČAN, B. 1991. Navodila za izvedbo popisa poškodovanosti gozdov (in stanja lesnih zalog v Republiki Sloveniji). Ljubljana, IGLG.
- ŠOLAR, M./ JURC, D./ KALAN, J./ BATIČ, F./ MIKULIČ, V./ KRALJ, A./ ŠKULJ, M. 1989. Osnovni podatki popisa propadanja gozdov v letu 1989. Ljubljana, IGLG, 19 s.
- ŠOLAR, M./ SMOLE, I./ JURC, D./ MIKULIČ, V./ HOČEVAR, M./ BATIČ, F./ TITOVŠEK, J. 1987. Umiranje gozda. Navodilo za izvedbo ankete. Ljubljana, IGLG, 25 s.
- UNECE 1979. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. <http://www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1979.CLRAP.pdf>
- UNECE/FAO 2000. Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries). UNECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Geneva Timber and Forest study papers, No. 17. United Nations, New York and Geneva, 445 str. <http://www.unece.org/trade/timber/fra/welcome.htm>.
- UNECE/FAO 2006. Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. FAO, Rome: 320 s. <http://www.fao.org/docrep/007/ae156e/ae156e00.htm>
- URBANČIČ, M., KOBAL, M., SIMONČIČ, P. 2007. Navodila za vzorčenje tal na 4 X 4 kilometrski mreži veliko-prostorskega popisa poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov v letu 2007. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana: 22 s.
- UNFCCC 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. New York, UN, 24 str. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. (10.9. 2008)
- Zakon o gozdovih - z dopolnitvami. Ur. l. RS št. 30/1993, 13/1998, 56/1999, 67/2002, 110/2002, 112/2006, 115/2006, 110/2007.

PRILOGI APPENDIX

Priloga 1: Pregled veliko-prostorskih popisov MGGE v Sloveniji

Appendix 1: Data collection of MGGE in Slovenia

Leto Year	Gostota vzorčne mreže Grid density (km × km)	Število vzorčnih grozdov/ploskev/ Number of clusters/plots	Vsebina Content	Metoda+Opombe Method+Remarks
1985	4 × 4	M6 (1207) ^a	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost, lesna zaloga	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1987)
1987	4 × 4 16 × 16 ^b	M6 (1041) ^a F/D (85)	M6: lastnosti rastišča/sestoja, zdravstveno stanje gozda/osutost, lesna zaloga	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1987; KALAN 1989)
1988	16 × 16 16 × 16 ^b	M6 (64) F/D (78)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1989; KALAN 1989)
1989	16 × 16 16 × 16 ^b	M6 (97) ^c F/D (84)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1989; KALAN 1989)
1990	16 × 16 16 × 16 ^b	M6 (26) ^d F/D (72)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1989; KALAN 1989)
1991	4 × 4 16 × 16 ^b	M6 (549) F/D (86)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (ŠOLAR <i>et al.</i> 1991; KALAN 1989)
1993	16 × 16	M6 (34)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (BOGATAJ <i>et al.</i> 1993)
1994	16 × 16 16 × 16	M6 (34) T (7)	zdravstveno stanje gozda/osutost T: lastnosti rastišča, vzorci tal	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (KOVAČ <i>et al.</i> 1995)
1995	4 × 4 16 × 16 16 × 16	M6 (712) T (36) F/D (39)	M6: lastnosti rastišča/sestoja, zdravstveno stanje gozda/osutost, lesna zaloga Kotno številne ploskve: temeljnica T: lastnosti rastišča, vzorci tal	vzorčni grozd 4 M6 ploskve + kotno številne ploskve (KOVAČ <i>et al.</i> 1995)
1996–1999	16 × 16	M6 (43)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskve (KOVAČ <i>et al.</i> 1995)
2000	4 × 4 4 × 4	M6 (709) KPP (617)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost KPP: lastnosti rastišča/sestoja, zdravstveno stanje gozda/osutost, lesna zaloga, odmrla biomasa, biotska pestrost	vzorčni grozd 4 M6 ploskev in 1 KPP (KOVAČ <i>et al.</i> 2000)
2001–2004	16 × 16	M6 (42)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 ploskev (KOVAČ <i>et al.</i> 2000)
2005	16 × 16 16 × 16 16 × 16	M6 (44) KPP (39) T (1)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost KPP: zdravstveno stanje gozda/osutost T: lastnosti rastišča, vzorci tal	vzorčni grozd 4 M6 ploskev in 1 KPP (KOVAČ <i>et al.</i> 2000)
2006	16 × 16 16 × 16 16 × 16	M6 (45) KPP (40) T (44)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost KPP: zdravstveno stanje gozda/osutost T: lastnosti rastišča, vzorci tal	vzorčni grozd 4 M6 ploskev in 1 KPP (KOVAČ <i>et al.</i> 2000) Metoda BioSoil-tla in BioSoil-biotska pestrost
2007	4 × 4 4 × 4 8 × 8	M6 (612) KPP (778) T (150)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost KPP: lastnosti rastišča/sestoja, zdravstveno stanje gozda/osutost, lesna zaloga, odmrla biomasa, funkcije gozda, biotska pestrost T: lastnosti rastišča, vzorci tal	vzorčni grozd 2 (4 na 16 × 16 km vzorčni mreži) M6 vzorčnih ploskev in 1 KPP (KOVAČ <i>et al.</i> 2007; URBANČIČ <i>et al.</i> 2007) T: samo ploskve, ki niso bile vključene v popis na vzorčni mreži 16 × 16 km
2008	16 × 16	M6 (44)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 vzorčnih ploskev (KOVAČ <i>et al.</i> 2007)
2009	16 × 16	M6 (44) KPP (40)	M6: zdravstveno stanje gozda/osutost KPP: zdravstveno stanje gozda/osutost	vzorčni grozd 4 M6 vzorčnih ploskev + 1 KPP (KOVAČ <i>et al.</i> 2007)

^a zdravstveno stanje gozda/osutost je bilo na bolj onesnaženih področjih ocenjevano tudi na dodatnih M6-vzorčnih ploskvah zunaj osnovne vzorčne mreže (16 × 16 km) / on additional clusters of 6-tree sample plots outside basic grid (16 × 16 km) forest health/defoliation was assessed in more polluted areas

^b16 × 16km mreža bioindikacij ploskev (vendar ne natančno iste lokacije kot pri vzorčni mreži 16 × 16 km) / 16 × 16 km bio-indication network (not exactly the same as 16 × 16 km)

^c dodatno so bili ocenjeni nekateri naključno izbrani vzorčni grozdi štirih M6-vzorčnih ploskev na vzorčni mreži 4 × 4km / *some randomly selected clusters of four 6-tree sample plots from 4 × 4km grid were additionally assessed*

^d na vzorčni mreži 16 × 16km so bili ocenjeni samo nekateri naključno izbrani vzorčni grozdi štirih M6-vzorčnih ploskev / *only some randomly selected clusters of four 6-tree sample plots from 16 × 16km grid were additionally assessed*

Legenda/Legend:

KPP - stalna koncentrična vzorčna ploskev/permanent concentric sampling plot; M6 – ploskev metode šestih dreves/six tree method plot; T – ploskve za analizo tal/soil survey plot; F/D – ploskve za foliarne analize in analize depositov/foliar and deposition survey

Priloga 2: Znaki popisa MGGE leta 2007

Appendix 2: Variables of the 2007 FECS

Skupina znakov <i>Variable group</i>	Znak <i>Variable</i>	Skupina MCPFE kriterijev in indikatorjev/ <i>Contributes to MCPFE criteria and indicators</i>
1 Opis rastišča in sestoja <i>Forest sites and stands</i>	<p>Splošni podatki:</p> <ul style="list-style-type: none"> • koordinate središča vzorčne ploskve (Gauss-Krügerjeve koordinate, posnete s pomočjo GPS) • lastništvo • gozdnogospodarska ureditev (gozdnogospodarsko območje, gozdnogospodarska enota, oddelek in odsek) <p>Opis rastišča:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oblika reliefa (npr. ravnina, sleme, pobočje, itd.) • ekspozicija (v stopinjah) • matična podlaga (karbonatna, nekarbonatna, mešana) • kamnitost in skalovitost (pokritost površine v %) • nagib terena (v stopinjah) • gozdna združba <p>Opis sestoja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gozdni rob (delež ploskve v gozdu) • zgradba sestoja (prebiralna; kmečko prebiralna; enodobna in enomerna; raznodobna in raznomerna (malo površinska); raznodobna (velikopovršinska); dvoslojna; panjevec (nizki gozd); grmičast gozd) • razvojna faza sestoja (mladovje; tanjši drogovnjak; močnejši drogovnjak; tanjši debeljak; močnejši debeljak; neopredeljena) • mešanost sestoja (iglasti gozd; pretežno iglasti gozd; pretežno listnati gozd; listnati gozd) • oblika mešanosti (posamična; šopasta; skupinska; homogen sestoj) • sklep sestoja (tesen; normalen; rahel; vrzelast; pretrgan) • obnova sestoja • nastanek sestoja (naravni; naravno/antropogen; antropogen; neznan) • tarifa (vrsta in razred tarif) • naravnost gozda (od človeka nemoteno; sonaravno gospodarjeni gozdovi; gozdovi z izmenjano drevesno sestavo) • gozdni tip • homogenost sestoja • aktivno gospodarjenje (negospodarjeno; gospodarjenje načrtno opuščeno; gospodarjeno; ni mogoče opredeliti) • razpoložljivost za izkoriščanje (večnamenski gozdovi; gozdovi s posebnim namenom (ukrepi dovoljeni; ukrepi niso dovoljeni); varovalni gozdovi; neznan) • starost sestoja (ocena starosti dominantnih dreves) • višina sestoja (višina dominantnih dreves) 	<p>1.1 Gozdna površina</p> <p>4.2 Obnova</p> <p>4.3 Naravnost</p> <p>4.9 Varovalni gozdovi</p>
2 Zdravstveno stanje gozda in dreves <i>Forest health</i>	<p>Drevo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • osutost (v %) • tip osutosti • porumenelost • tip porumenelosti • obstoj odmrlih vej (npr. samo odmrle vejice; odmrle glavne veje; odmrli deli krošnje, odmrli (suh) vrh; kombinacije) • obstoj poškodb na listih in iglicah (bolezni in poškodovanost; vzroki) • delež osutosti zaradi znanih vzrokov • obstoj poškodb debela (obseg in vzroki npr.: raki, glive, zalubniki, drugi primarni insekti, divjad, strele, gozdni požar, vetrolom, snegolom, žled, zmrzal, plaz, padanje kamenja, sečnja in spravilo, rekreacija, vandalizem, itd.) • starost poškodbe (npr. sveža nezaceljena, stara nezaceljena, stara zaceljena, itd.) • obstoj in pokrovnost skupin epifitskih lišajev (obseg; skorjasti, listasti, grmičasti) 	<p>2.1 Depozit zračnih onesnažil</p> <p>2.3 Osutost</p> <p>2.4 Poškodovanost gozda</p>

Skupina znakov <i>Variable group</i>	Znak <i>Variable</i>	Skupina MCPFE kriterijev in indikatorjev/ <i>Contributes to MCPFE criteria and indicators</i>
3 Tla in preskrba rastlin s hranili <i>Soil and plant nutrition</i>	Tla: <ul style="list-style-type: none"> • horizont • globina • vlažnost • konsistenca • struktura • tekstura • talni tip • tip humusa 	2.2 Lastnosti tal
4 Rast in prirastek <i>Growth and yield</i>	Lesna zaloga (drevesa katerih $d_{1,3} \geq 10$ cm): <ul style="list-style-type: none"> • drevesna vrsta (določitev) • azimut drevesa (v stopinjah glede na središče ploskve) • razdalja od središča ploskve (v metrih) • prsni premer - $d_{1,3} (\geq 10$ cm) • koda (stanje drevesa; npr. brez sprememb, posek, vrast, itd.) • socialni položaj (Kraftova lestvica) • dolžina odlomljenega dela vrha Lesna zaloga podmerskih drevesc ($d_{1,3} < 10$ cm): <ul style="list-style-type: none"> • drevesna vrsta (določitev) • prsni premer - $d_{1,3} (< 10$ cm) • višinski razred drevesa • število dreves 	1.2 lesna zaloga 1.3 struktura po letih in /ali porazdelitev po debelinskih stopnjah 1.4 Zaloga ogljika 3.1 Prirastek in posek 4.1 Mešanost po drevesnih vrstah 4.4 Vnesene drevesne vrste 4.8 Ogrožene drevesne vrste
5 Biotska pestrost (odmrla drevesna biomasa, vrstna pestrost)/Biodiversity (woody debris, plant richness)	Obstojalesenelih drevesnih vrst (število) Odmrla drevesna biomasa: <ul style="list-style-type: none"> • tip (sušice, podrtice, panji, štrclji, večji lesni kos) • drevesna vrsta (določitev) • prsni premer - $d_{1,3} (\geq 10$ cm) pri drevesih • premer in višina (dolžina) pri panjih, štrcljih in večjih lesnih kosih • stopnja razkrojenosti (prisotnost/odsotnost skorje; trdota lesa) 	4.5 Odmrla drevesna biomasa
6 Ocena prisotnosti gozdnih funkcij/ <i>Assessment of forest roles potential</i>	Anketa o funkcijah in vlogah gozda Prisotnost: <ul style="list-style-type: none"> • padajočih skal • sabljaste rasti dreves • vodne erozije • poškodb zaradi snežnih plazov • zemeljskih plazov • gozdni požarov • hidrološke funkcije • rekreacijske funkcije • mravljišč • paše v gozdu • divjih odlagališča odpadkov • večjih kupov skal • sledi divjih živali • plodonosnih drevesnih vrst • lovsko gospodarskih objektov • možnost pridobivanja drugih nelesnih dobrin • podobnost sestojne zgradbe naravni • pestrost sestojne strukture • potreba po ohranjanju sestoj v sedanjem stanju • stopnja ohranjenosti sestoj glede na potencialno vegetacijo, • akumulacij sečnih ostankov 	3.3 Nelesne dobrine 3.4 Funkcije 3.5 Gozdovi z gozdnogospodarskimi načrti 5.1 Varovalni gozdovi – ekološke funkcije (tla, hidrološka) 5.2 Zaščitni gozdovi – infrastruktura in varovanje naravnih virov

STATISTIČNA MOČ KONTROLNE VZORČNE METODE – PRIMER MONITORINGA GOZDOV IN GOZDNIH EKOSISTEMOV

Marko KOVAČ¹

Izvleček

Namen sestavka je predstaviti statistično moč (sinonima: moč preizkusa, moč testa) monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov, ki je zasnovan na kontrolni vzorčni metodi. Simulacije na osnovi podatkov obstoječih časovnih vrst in enkratnih snemanj kažejo, da je monitoring učinkovit instrument za ugotavljanje razlik med parametri, ne glede na koeficiente variacije. Medtem ko je večje in velike razlike med njihovimi vrednostmi mogoče odkrivati že z nekaj deset parnimi vzorčnimi enotami, pa majhne razlike zahtevajo bolj intenzivna snemanja. Raziskava tudi potrjuje, da sta obe mreži monitoringa, t.j. 4x4 km in 16x16 km, primerna instrumenta, ki rabita vsaka svojemu namenu; prva pridobivanju zanesljivih ocen o parametrih in spremljanju njihovih razlik, druga pa spremljanju močnejših sprememb procesov v prostoru in zgodnjemu opozarjanju.

Ključne besede: gozdna inventura, kontrolna vzorčna metoda, statistična moč, monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov

STATISTICAL POWER OF THE CONTROL SAMPLING METHOD – THE CASE OF FOREST AND FOREST ECOSYSTEM CONDITION SURVEY

Abstract

The main objective of the article is to present the statistical power (synonym: the power of test) of the forest and forest ecosystem condition survey, conceived on the basis of the control sampling method. Simulations on the basis of data concerning the existing temporal variations and single surveys have shown that monitoring is an effective instrument for the assessment of differences between parameters, irrespective of the coefficient of variation. While greater and major differences between their values can be detected already with a few tens of even sampling units, minor differences call for more intensive surveys. The research has also confirmed that both monitoring networks, i.e. 4x4 km and 16x16 km, are suitable instruments, each serving its purpose; the first to the acquisition of reliable evaluations of the parameters and to the monitoring of their differences, the second to the monitoring of greater process changes in space and to early warning.

Key words: forest inventory, control sampling method, statistical power, forest and forest ecosystem condition survey

UVOD INTRODUCTION

Z uvedbo kontrolne vzorčne metode (v nadaljevanju KVM; SCHMID-HAAS 1963, HOČEVAR 1990) v kontinuirano gozdno inventuro, ki je podlaga gozdnogospodarskemu načrtovanju na ravni območnih in gozdnogospodarskih enot (Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih 1998; v nadaljevanju PRAVILNIK), in v Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (v nadaljevanju MGGE; KUŠAR/KOVAČ/SIMONČIČ 2010) je slovensko gozdarstvo pridobilo učinkovit instrument za spremljanje razvoja gozdov na večini prostorskih in načrtovalskih ravni. V nasprotju z dolgotrajno inventarizacijo gozdov (HOČEVAR/HLADNIK/KOVAČ 1992), ki zaradi neobjektivnega zbiranja podatkov ni dovoljevala zanesljivega izračunavanja inventurnih parametrov niti določanja njihovih ciljnih vrednosti, KVM ne omogoča samo njihovega izračunavanja z znano točnostjo, marveč tudi:

- smiselno povezovanje podatkov sistema stalnih vzorčnih ploskev, ki nastaja v okviru KVM, z drugimi obstoječimi informacijskimi viri (npr. karte gozdnih tipov, karte gozdnih sestojev),
- spremljanje stanja in razvojne dinamike parametrov sestojnih tipov (npr. gibanje lesne zaloge, prirastka) v času in prostoru,
- spremljanje stanja in razvojne dinamike parametrov posameznih stalnih vzorčnih ploskev v času, in
- spremljanje stanja in razvojne dinamike znakov posameznih dreves (npr. gibanje osutosti dreves, rast drevesa) v času.

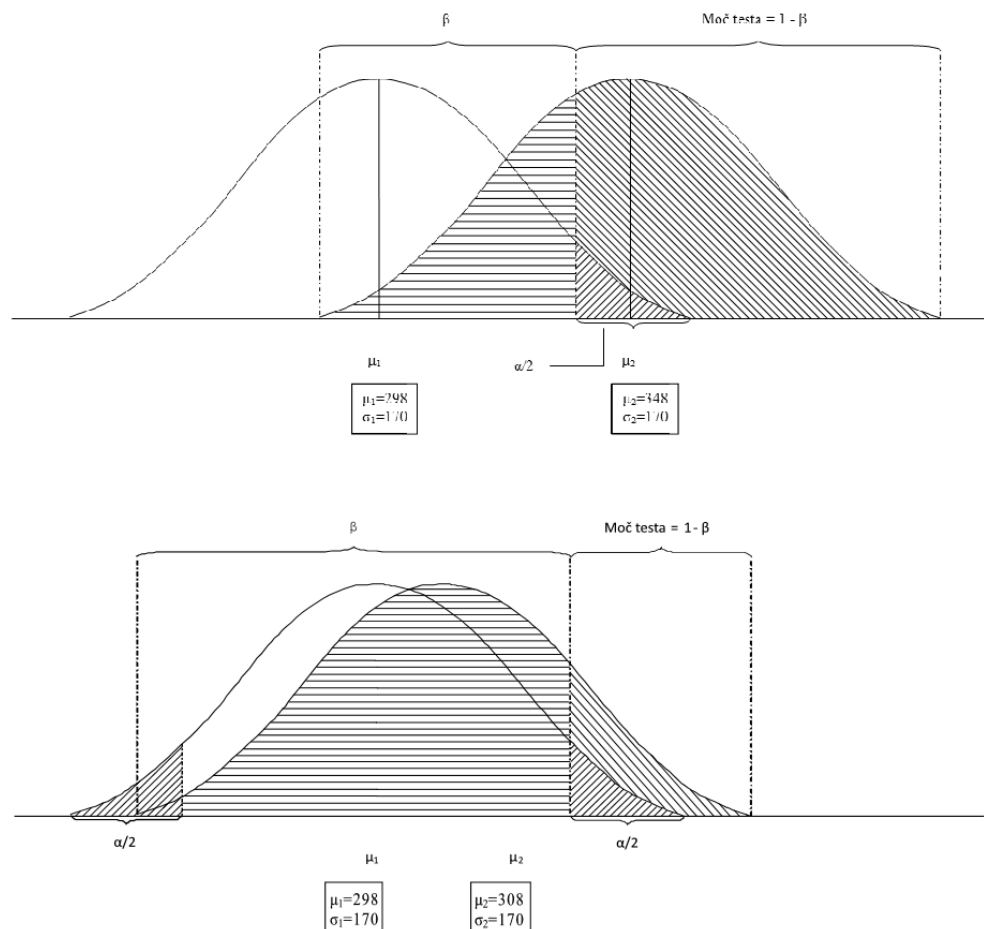
Prvo omenjeno lastnost je mogoče s pridom izkoristiti s postopkom stratifikacije. V primeru, ko so na voljo kakovostne sestojne karte, t.j. karte, na katerih so meje med razvojnimi fazami sestojev jasne in nedvoumne (KOVAČ/SKUDNIK 2009), je s stvarnimi površinami sestojnih tipov mogoče še

¹ dr. M. K., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, Email: marko.kovac@gozdis.si

izboljšati ciljne parametre (npr. lesna zaloga) za posamezne razvojne faze. Na drugi strani pa je KVM, ki se z vidika statistične obravnave uvršča med sisteme odvisnih (parnih) vzorčenj, izjemno učinkovita tudi sama zase, kar bo tudi prikazano z analizo njene statistične moči (sinonima: moč preizkusa, moč testa). Odvisnost, povzročena s ponavljajočimi se meritvami znakov na istih vzorčnih enotah (stalnih ploskvah) in istih elementih ploskev (drevesih), v primeru reprezentativnih stalnih vzorčnih ploskev (enaka obravnava ploskev kot njihovih okolic) tako omogoča zanesljivo spremljanje stanja in razvojne dinamike parametrov na ravni sestojnih tipov (npr. gibanje lesne zaloge, prirastka) in ploskev, na ravni posameznih dreves pa znakov (rast dreves na rastiščih, zdravstveno stanje, mortaliteta). Izračunavanje parametrov seveda ni pomembno samo zaradi določanja načrtovalskih ciljev, marveč tudi zaradi spremljanja razlik med njihovimi vsakokratnimi stanji.

Še posebej pomembna postaja ta zahteva zaradi spremljanja kazalcev biotske pestrosti (CHRISTENSEN 2003, SCHIECK 2002), pri kateri ni dovolj samo vedeti, ali med stanji iz različnih časovnih obdobij obstajajo oziroma ne obstajajo statistično značilne razlike, marveč je treba vedeti tudi, kako velike te razlike dejansko so (absolutno, odstotni delež). Taki znaki in parametri so lahko številčnost neke drevesne vrste, lesna zaloga, količina odmrle lesne mase, osutost dreves itn. Analiza statistične moči pa ima pomembno vlogo tudi pri načrtovanju inventurnih modelov. Poleg napovedovanja možnosti zaznavanja razlik je z njo namreč mogoče učinkovito optimirati inventurni model z vidika točnosti in finančne vrednosti vseh parametrov in snemanih znakov.

V skladu s povedanim je namen tega prispevka predstaviti statistično moč MGGE. Poleg teoretičnih izhodišč tehnike



Slika 1: Napaka II. reda β in statistična moč $(1 - \beta)$

Fig 1: Type II error β and statistical power $(1 - \beta)$

Opomba: Zgornja slika kaže velike razlike med lesnimi zalogami ($298 \text{ m}^3/\text{ha}$ oz. $348 \text{ m}^3/\text{ha}$ in st. odklonom $170 \text{ m}^3/\text{ha}$), spodnja pa majhne ($298 \text{ m}^3/\text{ha}$ oz. $308 \text{ m}^3/\text{ha}$ in st. odklonom $170 \text{ m}^3/\text{ha}$).

Remark: The upper image shows major differences in growing stock volume ($298 \text{ m}^3/\text{ha}$ and $348 \text{ m}^3/\text{ha}$ respectively and st. deviation $170 \text{ m}^3/\text{ha}$), while the lower image indicates minor differences ($298 \text{ m}^3/\text{ha}$ and $308 \text{ m}^3/\text{ha}$ respectively and st. deviation $170 \text{ m}^3/\text{ha}$)

prispevek podaja za prakso pomembne rezultate in priporočila za učinkovitejša načrtovanje kontinuiranih vzorčnih inventur.

METODA DELA WORKING METHODS

TEORETSKA IZHODIŠČA THEORETICAL BACKGROUND

V statistični teoriji je napaka I. reda α definirana kot verjetnost, da bo ničelna hipoteza H_0 : $m_1 = m_2$ (v nadaljevanju H_0) o neobstoju razlik med stanjema cenilk parametrov zavrnjena, čeprav je pravilna. Nasprotno pa je napaka II. reda β definirana kot verjetnost, da bo H_0 sprejeta, čeprav je napačna (BERNSTEIN/BERNSTEIN 1999), pravilna pa je nasprotna hipoteza H_1 : $m_1 \neq m_2$ (v nadaljevanju H_1). Z vidika preverjanja učinkovitosti nekega procesa (npr. načina gospodarjenja) je visoka verjetnost napake β torej neuspeh, saj razlik med parametroma dveh vzorcev, ki zares obstajajo, s testiranjem ni mogoče odkriti. Na drugi strani pa je statistična moč $(1-\beta)$ definirana kot verjetnost, da bo H_0 o neobstoju razlik med zaporednima vrednostima parametrov zavrnjena vselej, ko bo pravilna nasprotna hipoteza H_1 (slika 1) in bodo razlike med stanjema parametrov dejansko obstajale (BERNSTEIN / BERNSTEIN 1999). Pomensko gledano je ta verjetnost torej nasprotna verjetnosti napovedane razlike med primerjanima zaporednima vrednostima cenilk parametrov, ki pa dejansko ne obstaja ($H_0 =$ pravilna vendar zavrnjena; napaka α) (Preglednica 1).

V splošnem je verjetnost napake β tem večja (in statistična moč tem manjša), čim manjša je razlika med H_0 in H_1 . Ti dve hipotezi v postopku praktičnega testiranja ponazarjata dve zaporedni stanji poljubnega parametra, ki se izračunava v okviru KVM. Poleg velikosti razlike je statistična moč inventurnega modela odvisna še od števila vzorčnih enot, prostorske in časovne variacije, tveganja α , eno- ali dvostranskosti testa, tipa testa (Gibbs cit. SCHIECK 2002) in še nekaterih dejavnikov. Bistveno sporočilo vseh teh elementov pa je, da gostote mreže stalnih vzorčnih ploskev in statističnega mode-

Preglednica 1: Možnosti v odločanju sprejemanja hipotez

Table 1: Possibilities in hypothesis testing

Statistično sklepanje	Dejansko stanje v realnosti	
	$H_0 =$ pravilna ($H_1 =$ napačna)	$H_0 =$ napačna ($H_1 =$ pravilna)
$H_0 =$ zavrnjena ($H_1 =$ sprejeta)	Napaka I. reda (α)	Pravilno sklepanje; $P = (1-\beta)$
$H_0 =$ sprejeta ($H_1 =$ zavrnjena)	Pravilno sklepanje	Napaka II. reda (β)

la ni vedno smiselno optimirati samo z vidika enega (npr. najpomembnejšega) ciljnega parametra (npr. lesne zaloge), ampak ju je zaradi spremljanja razlik redkih in zelo variabilnih parametrov treba optimirati tako, da bo zanesljive rezultate mogoče pridobivati tudi zanje.

Statistično moč je mogoče uporabljati v smislu dvostranskih in enostranskih testov. Prvi se uporabljajo pri ugotavljanju razlik parametrov zaporednih snemanj (npr. ugotavljanje, ali sta stanji S_2 in S_1 značilno različni ali pa ne) in različnih stratumov. Na drugi strani pa se drugi uporabljajo pri ugotavljanju velikosti stanj; konkretno, katero izmed stanj S_2 oziroma S_1 je večje oz. manjše (npr. $S_2 \geq S_1$ za 20 m³/ha; število medvedov $L_{2010} \geq$ število medvedov L_{2005} za 10).

V nasprotju s statistično značilnostjo (signifikantnostjo) testne statistike, ki je konvencionalna mera učinkovitosti testiranja hipotez in je lahko posledica naključja, se učinkovitost moči preizkusa meri s standardiziranim efektom. Ta se izračunava z obrazcem $(\mu_2 - \mu_1) / \sigma$, kjer sta μ_2 in μ_1 aritmetični sredini dveh zaporednih stanj, σ pa standardni odklon populacije. Praktično gledano izraža standardizirani efekt jakost odnosa (vpliv človekovega vnosa, vpliv različnega rastišča) med testiranimi parametroma obeh vzorcev (FOSTER 2001).

MATERIAL IN METODE IZRAČUNOV MATERIAL AND METHODS

Za praktični prikaz izračuna statistične moči so bili v tej raziskavi uporabljeni podatki MGGE (2009). Analiza je obsegala več po naravi različnih parametrov: aritmetično sredino hektarske lesne zaloge, aritmetično sredino hektarske količine odmrle lesne mase, posek in delež poškodovanih (nad 25% osutih) dreves. Medtem ko je vrednost prve stabilna in je njen koeficient variacije razmeroma nizek (60%) in se v času bistveno ne spreminja, je za preostale parametre značilna večja prostorska in časovna variacija, ki v nekaterih primerih presega 200%.

Vsi prikazani rezultati so bili izdelani s programom Statsoft (2007), in sicer z moduloma Basic statistics in Statistical power.

Preglednica 2: Osnovni podatki, uporabljeni v raziskavi

Table 2: Basic data used in this research

Parameter	n	Ar. sredina <i>Mean</i>	Minimum	Maksimum <i>Maximum</i>	St. odklon <i>St. deviation</i>	KV% CV%
VHA1 / <i>Volume1</i> (m ³ /ha)	580	298,1741	0,0000	1261,6860	176,9461	59
VHA2 / <i>Volume2</i> (m ³ /ha)	580	347,8725	0,0000	1416,6840	189,8951	55
POSEK / <i>harvest</i> (m ³ /ha)	580	23,8188	0,0000	427,0580	56,2660	233
MLESM / <i>deadwood</i> (m ³ /ha)	580	20,6911	0,0000	481,9980	39,3714	185
IND1 / <i>% of damaged trees1</i>	670	20,6899	0,0000	88,8900	16,7203	81
IND2 / <i>% of damaged trees2</i>	670	36,72215	0,0000	100,0000	23,9538	65

Za ugotavljanje velikosti razlike v višini lesne zaloge in deleža poškodovanih (nad 25% osutih dreves: KOVAČ in sod. 2009), za katera so časovne vrste poznane, je bil uporabljen t' test za odvisne vzorce. Za preostala znaka (odmrla lesna masa in prirastek lesne zaloge), katerih časovni vrsti nista poznani, pa je bil uporabljen test o aritmetični sredini H_0 .

REZULTATI RESULTS

Preglednica 3 kaže učinkovitost parnih vzorcev pri odkrivanju različno velikih razlik med aritmetičnimi sredinami parametrov hektarska lesna zaloga (V1/ha in V2/ha) in število poškodovanih dreves (Pdr1, Pdr2).

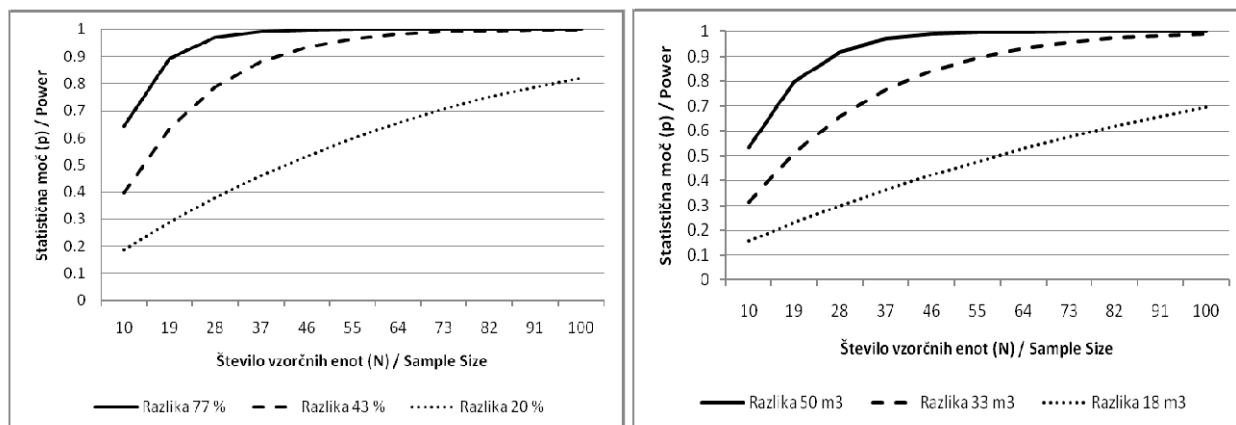
Preglednica 3: Moč testa za razlike med hektarskimi lesnimi zalogami (V1/ha in V2/ha) in razlike v deležu poškodovanih dreves (Pd1 in Pd2)

Table 3: Power of the test for the differences in growing stock volumes (V1/ha and V2/ha) and in shares of damaged trees (Pd1 and Pd2)

Parameter	H_0 ničelna hipoteza					
	V1ha>V2ha	V1ha>V2ha	V1ha>V2ha	Pd1>Pd2	Pd1>Pd2	Pd1>Pd2
Aritm. sredina V1/ha / <i>Population Mean V1/ha</i>	298,00	315,00	330,00	20,70	25,70	30,70
Aritm. sredina V2/ha/ <i>Population Mean V2/ha</i>	348,00	348,00	348,00	36,70	36,70	36,70
Stand. odklon V1/ha/ <i>Group 1 S.D. (Sigma1)</i>	177,00	177,00	177,00	17,00	17,00	17,00
Stand. odklon V2/ha/ <i>Group 2 S.D. (Sigma2)</i>	190,00	190,00	190,00	24,00	24,00	24,00
Korelacija med parnimi vrednostmi/ <i>Between-group Correlation</i>	0,90	0,90	0,90	0,40	0,40	0,40
Stand. napaka razlike ar. sredin/ <i>Stand. Error of Mean Diff.</i>	83,0361	83,0361	83,0361	23,2078	23,2078	23,2078
Standardizirani efekt/ <i>Standardized Effect (Es)</i>	-0,5901	-0,3974	-0,2168	-0,6894	-0,4740	-0,2585
Število enot v vzorcu/ <i>Group Sample Size (N)</i>	580	580	580	670	670	670
Napaka I. reda / <i>Type I Error Rate (Alpha)</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Kritična vrednost t / <i>Critical Value of t</i>	1,6475	1,6475	1,6475	1,6471	1,6471	1,6471
Statistična moč / <i>Power</i>	1,00	1,00	0,9998	1,00	1,00	1,00

Iz rezultatov, ki se nanašajo na razlike v hektarski lesni zalogi, izhaja (stolpci 2, 3 in 4), da je moč preizkusa v vseh treh primerih izjemno velika in da je verjetnost napake β zelo majhna. Z zmanjševanjem razlike med V1/ha in V2/ha se naglo zmanjšuje tudi velikost standardiziranega efekta. Povsem enako sklepanje velja tudi za odkrivanje razlik med deležema poškodovanih dreves.

Slika 2 kaže družini krivulj, ki kažeta odnos med statistično močjo in številom vzorčnih enot, potrebnih za odkritje razlik med vrednostmi zgoraj obravnavanih parametrov. Iz nje je razvidno, da bi se največja razlika v hektarski lesni zalogi (50 m³/ha oz. 14%) pri statistični moči $P = 0,9$ odkrila že z manj kot 30 vzorčnimi enotami, srednje velika (33 m³/ha oz. 10,4%) s 55, najmanjša (18 m³/ha oz. 5,4%) pa z več kot

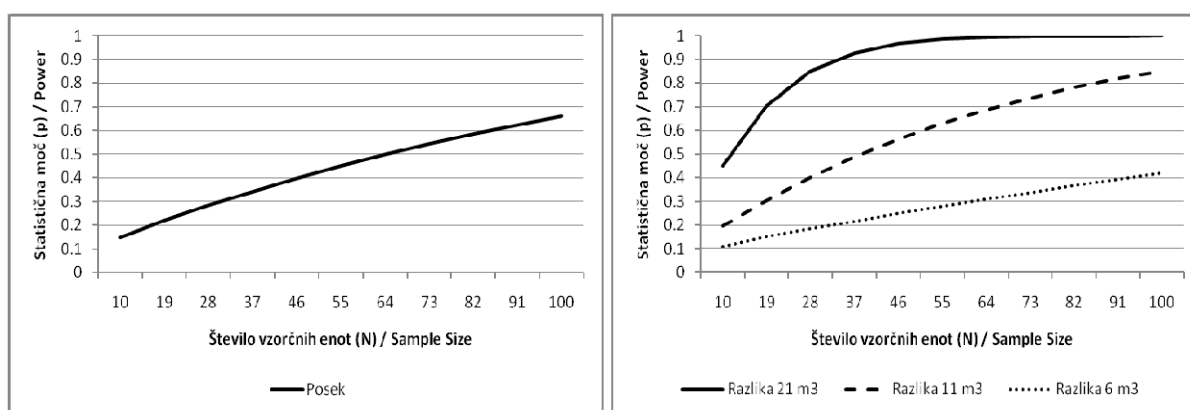


Slika 2: Odvisnost med statistično močjo in številom potrebnih vzorčnih enot

Fig. 1: Relationship between the statistical power and the required number of sample units

Op.: leva slika – razlika poškodovanih dreves; desna slika - razlika lesnih zalog;

Remark: Left image – differences in the shares of damaged trees; Right image – differences in the growing stock volumes



Slika 3: Odvisnost med statistično močjo in številom potrebnih vzorčnih enot

Fig. 3: Relationship between the statistical power and the required number of sample units

Op.: leva slika – posek; desna slika – odmrla lesna masa /Remark: Left image – harvest; right image – amount of deadwood

Preglednica 4: Moč testa za simulirane razlike med količinami skupne odmrla lesne mase (MM1 in MM2) in aritmetične sredine ničelne hipoteze o poseku

Table 4: Power of the test for the simulated differences in the amount of deadwood (MM1,2 in m³/ha) and about the null hypothesized mean of harvest (m³/ha)

Statistična cenilka / Parameter	H ₀ ničelna hipoteza			
	MM1>MM2	MM1=MM2	MM1<MM2	Posek
Aritm. sredina ničelne hipoteze / Null Hypothesized Mean	00,00	10,00	15,00	12,00
Aritm. sredina populacije / Population Mean	20,80	20,80	20,80	23,80
Stand. odklon populacije / Population S.D. (Sigma)	40,00	40,00	40,00	57,00
Standardizirani efekt / Standardized Effect (Es)	0,52	0,27	0,1450	0,2074
Število enot v vzorcu / Group Sample Size (N)	580	580	580	580
Napaka I. reda / Type I Error Rate (Alpha)	0,05	0,05	0,05	0,05
Kritična vrednost t / Critical Value of t	1,6475	1,6475	1,6475	1,6475
Statistična moč / Power	1,00	1,00	1,00	0,9996

200. Velika je tudi učinkovitost odkrivanja razlik med deležema poškodovanih dreves; 77% razlike bi s statistično močjo $P=0,9$ bilo mogoče zaznati z 20 vzorčnimi enotami, 43% s 40, cca. 20% pa z več kot 100 vzorčnimi enotami.

MGGE pa je učinkovit tudi pri odkrivanju razlik zelo variabilnih parametrov. Taki so npr. skupna odmrta lesna masa ($KV\% = 192$), posek ($KV\% = 239$), tudi prirastek in seveda večina znakov biotske pestrosti. V preglednici 4, ki prikazuje statistično moč aritmetične sredine H_0 , so v 2., 3. in 4. stolpcu prikazane moči ugotavljanja teh razlik, na sliki 3 pa število potrebnih vzorčnih enot.

DISKUSIJA DISCUSSION

Čeprav je analitični pristop k statistični moči inventurnih modelov in monitoringov v praksi precejšnja novost (ne tudi v teoriji) in jo je omogočil šele računalniški razvoj, je s strani snovalcev modelov še vedno prevečkrat spregledan. Uporaba te tehnike je v času povečane skrbi za naravo in ohranjanje vrst nujna iz dveh razlogov: ker je z njo mogoče predvideti učinkovitost predlaganega inventurnega modela in ker je z njo mogoče zanesljivo spremljati spremembe v času (FOSTER 2001) in posledično pravočasno, pred poslabšanjem ugodnega stanja, ukrepati (TAYLOR/GERRODETTE 1993). Zelo pomembna je tudi pri optimiranju stroškov v okoljskem gospodarjenju, kjer je z upoštevanjem kritičnih vrednosti parametrov mogoče prihraniti tako denar kot preprečiti nastanek škod (FIELD in sod. 2004). Sama tehnika se je najprej začela uporabljati v statistično razvitih državah. V severni Ameriki so že v sredini 90. let intenzivno raziskovali učinkovitost monitoringov za spremljanje trendov številčnosti posameznih vrst (TAYLOR/GERRODETTE 1993). Tudi SCHIECK (2002) je z Gibbsovimi računalniškimi programi izračunaval statistično moč monitoringa biotske pestrosti v Alberti. Ocene, pridobljene v tej kanadski študiji, so skupaj s simulacijami domačih podatkov rabile tudi zasnovi predloga slovenskega monitoringa biotske pestrosti (KOVAČ/ČATER 2004). Z upoštevanjem koeficientov variacije, ki so se gibali med 50 in 300 %, in velikosti sprememb, ki so se gibale v mejah od 25 % - 100 %, je SCHIECK (ibid.) izračunal, da bi bilo samo v primerih parametrov, katerih koeficienti variacije so manjši od 100 %, potrebnih manj kot 100 vzorčnih enot. V vseh drugih primerih bi moralo biti število precej višje, za ugotavljanje 25 % sprememb celo več 100. S temi ugotovitvami se

ujemajo tudi rezultati, prikazani na slikah št. 2 in 3. Ti kažejo, da je v primeru cenilk parametrov, katerih koeficienti variacije znašajo 200 % in več, s približno 350 vzorčnimi enotami mogoče zaznati 30 % razlike, če pa so le-te manjše, mora biti vzorčnih enot neprimerno več. Podobne rezultate je v svoji analizi prikazal tudi CHRISTENSEN (2003).

Na osnovi vseh navedenih rezultatov je mogoče tudi sklepati, da je MGGE razmeroma učinkovito orodje in da je z njim mogoče zanesljivo odkrivati razlike za večino znakov, katerih koeficienti variacije se gibljejo v intervalu 50–250 %. Medtem ko je velike razlike, ki so posledica burnih dogajanj v ekosistemih, mogoče ugotavljati z relativno majhnim številom vzorčnih enot, pa bi odkrivanje majhnih razlik (npr. delež jelke) zahtevalo vsakokratno ponovitev MGGE v polnem obsegu. Na osnovi rezultatov je tudi mogoče potrditi, da sta tako osnovna mreža z gostoto 4 x 4 km kot njena izvedenka z gostoto 16 x 16 km, na kateri potekajo letna snemanja, primerni in da rabita vsaka svojemu namenu; prva pridobivanju zanesljivih cenilk parametrov in ugotavljanju razlik med stanji, druga pa predvsem spremljanju burnih procesov in zgodnjemu opozarjanju.

Tu zapisane ugotovitve nosijo pomembno sporočilo tudi za monitoring gozdov, ki se opravlja v okviru javne gozdarske službe. Iz rezultatov jasno izhaja, da vsakokratno ponavljanje meritev na vseh ploskvah znotraj gozdnogospodarskih enot ni vedno potrebno, saj je parametre mogoče zanesljivo ocenjevati z bistveno manj intenzivnim snemanjem. Tega dejstva ne more spremeniti niti problematika, povezana z zahtevami po poznavanju letnih količin posekanega drevja, niti zahteve po poznavanju stanj drugih redkih znakov, ki jih s KVM zaradi 10-letnega cikla in premalo intenzivnega snemanja ni mogoče ustrezno rešiti. Prav zato bo nove razmisleke terjal tudi monitoring znakov in parametrov, ki naj bi se ali se že pridobivajo za potrebe biotske pestrosti.

ZAHVALA ACKNOWLEDGMENTS

Iskrena hvala sodelavcem Anžetu Japlju, dr. Galu Kušarju, Špeli Planinšek in Juretu Žlogarju, ki so mi pomagali narisati slike in mi tekst pomagali narediti bolj razumljiv in berljiv. Iskrena hvala tudi recenzentu doc. dr. Alešu Kaduncu, ki je s svojimi konstruktivnimi pripombami in dopolnitvami izboljšal vsebino prispevka.

LITERATURA
REFERENCES

- BERNSTEIN, S./BERNSTEIN, R. 1999. Elements of statistics II. Inferential statistics. Schaum's outline series. McGraw-Hill, New York, San Francisco, Washington DC, Auckland, Bogota, 451 s.
- CHRISTENSEN, B.R., 2003. Validity of Biodiversity Monitoring Programmes. MSc. Thesis. Christchurch, University of Canterbury, 154 s.
- FIELD, A.S., TYRE, J. A., JONZEN, N., RHODES R. J., POSSINGHAM P.H. 2004. Minimizing the cost of environmental management decisions by optimizing statistical thresholds. Ecology Letters, 7, s. 669-675.
- FOSTER, J.R. 2001. Statistical in forest monitoring. Forest Ecology and Management 151, s. 211-222.
- HOČEVAR, M., 1990. Zasnova gozdne inventure kot del gozdarskega prostorskega informacijskega sistema. V: Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 10-18.
- HOČEVAR, M./HLADNIK, D./KOVAČ, M. 1992. Zasnova prostorskega informacijskega sistema (PIS/GIS) kot podlage za večnamensko gospodarjenje z gozdom in gozdnato krajino. Dela. [Tiskana izd.], 1992, 9, str. 153-167.
- KOVAČ, M/ ČATER, M. 2004. Predlog metodološkega koncepta integriranega monitoringa biotske pestrosti v Sloveniji V:Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitev monitoringa teh kazalcev – na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov. Elaborat. Ljubljana : Gozdarski inštitut Slovenije. Str. 93-115.
- KOVAČ, M/ BATIČ, F/ JAPELJ, A/ KUŠAR, G/ POLANŠEK, B./ SKUDNIK, M/ KASTELEC, D. 2007. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov - priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 85 s.
- KOVAČ, M./ MAVSAR, R./ HOČEVAR, M./ SIMONČIČ, P./ BATIČ, F. 2000. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov: priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 74 s.
- KOVAČ, M./ SIMONČIČ, P/ BATIČ, F/ JAPELJ, A/ KUŠAR, G./ SKUDNIK, M./ PLANINŠEK, Š./KOBAL, M./ ŽLOGAR, J. 2009. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov : priročnik za terensko snemanje podatkov. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana (v tisku).
- KOVAČ, M./ SKUDNIK, M. 2009. Sestojna karta – tehnologija izdelave in vzdrževanja V: Zborniku Kontrolna vzorčna metoda-zgodovina, značilnosti in razvoj. Studia Forestalia Slovenica št.134: (v tisku).
- KUŠAR, G./ KOVAČ, M./ SIMONČIČ, P. 2010. Chapter 33 - Slovenia. V: National Forest Inventories – Pathways for Common Reporting. Ed.: TOMPPA, E./ GSCHWANTNER, T./ LAWRENCE, M./ MROBERTS, R. E. p. 507-528.
- MGGE 2009. Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov – podatkovna zbirka 1987-2009. Gozdarski inštitut Slovenije.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih z dopolnitvami. Ur. l. RS št 5/1998, 70/2006, 12/2008.
- SCHIECK, J. 2002. Statistical Power in the Alberta Forest Biodiversity Monitoring Program - Chapter 6. Alberta Research Council Inc., Vegreville, Alberta. 28. s.
- SCHMID-HAAS, P., 1963. Vergleich von Vullkluppierung und Stichprobenaufnahme. Schweiz. Z. Forestwes., 114, 7: 412-425.
- STATSOFT Inc. Statistica, release 7. Statsoft 2007.
- TAYLOR, L. B., GERRODETTE, T. 1993. The uses of statistical power in conservation biology: the vaquita and northern spotted owl. Conservation Biology, vol. 7, št. 3., s. 489-500.

Control sampling method in Slovenia - history, characteristics and use

Studia forestalia Slovenica
134

