

Znanstvena razprava

GDK: 524.6:524.636.(045)=163.6

Presoja možnosti inventure pomladka na stalnih vzorčnih ploskvah

Estimation of Possibility for Regeneration Inventory on Permanent Sampling Plots

Tina SIMONČIČ¹, Andrej BONČINA²

Izvleček:

Simončič, T., Bončina, A.: Presoja možnosti inventure pomladka na stalnih vzorčnih ploskvah. *Gozdarski vestnik*, 68/2010, št. 10. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 41. Prevod avtorja, lektoriranje angleškega besedila Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V raziskavi smo presojali možnosti za dopolnitev gozdne inventure na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) s popisom pomladka. Na vsaki izmed 36 SVP smo na štirih ploskvicah (1,5 x 1,5 m) analizirali pomladek glede na drevesne vrste, višinske razrede in poškodovanost. Ocenili smo relativno natančnost skupne gostote pomladka, gostote pomladka jelke in javorja, poškodovanosti pomladka, gostote pomladka v drugi debelinski stopnji, če v vzorec vključimo eno ploskvico (2,25 m²), dve (4,50 m²), tri (6,75 m²) ali vse štiri ploskvice (9,00 m²). Variabilnost ocenjevanja gostote pomladka je največja v drogovnjakih; največja je v primeru, ko popišemo samo eno ploskev (2,25 m²). Relativni odklon zaupanja se na splošno manjša s povečevanjem velikosti popisne ploskve, izrazito se zmanjša, če popisno ploskev povečamo do 6,25 m². Relativna natančnost ocen različnih znakov o pomladku je opazno različna. Velikost vzorca (število SVP) vpliva na natančnost ocen, ki se izrazito izboljšuje do 30 oziroma 40 analiziranih SVP.

Ključne besede: gozdnogospodarsko načrtovanje, stalne vzorčne ploskve, inventura pomladka, informacije o pomlajevanju

Abstract:

Simončič, T., Bončina, A.: Estimation of Possibility for Regeneration Inventory on Permanent Sampling Plots. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 68/2010, vol. 10. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 41. Translated by the author, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

A possibility of supplementation of forest inventory on permanent sampling plots (PSPs) with inventory of regeneration (dbh < 10 cm) was examined. On each of the 36 analyzed PSPs four small plots (1.5 x 1.5 m) were established for registering tree species composition, height structure and damage of regeneration. Relative accuracy of estimations for regeneration density, damage of regeneration, density of fir and sycamore regeneration, and density of regeneration in the second diameter class were evaluated, when one (2.25 m²), two (4.50 m²), three (6.75 m²) or all four plots (9.00 m²) were included in the sample. The highest variability of the regeneration estimations was in the pole stands and in the case when only one plot (2.25 m²) was included in the sample. The relative confidence interval decreased with increasing size of the analyzed plot, particularly if we increased the size of the sample plot to 6.25 m². The relative accuracy of regeneration estimations differed significantly. The size of the sample (number of analyzed PSPs) influenced the relative accuracy of the estimations which was significantly improving up to 30-40 analyzed PSPs.

Key words: forest management and planning, permanent sampling plots, regeneration inventory, information on regeneration

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Upravljanje gozdnih ekosistemov je informacijski proces; za razumevanje stanja in razvoja gozdnih ekosistemov, opredelitev problemov, določanje ciljev, smernic in ukrepov potrebujemo ustrezne informacije. Vrste in pomen informacij ter metode njihovega zbiranja so se spreminjale z razvojem gozdarstva pa tudi novimi tehnološkimi možnostmi. Tudi spremenjene zahteve do

gozdnega prostora so vzrok za dopolnjevanje gozdne inventure. Opazne so zahteve po vse bolj raznovrstnih informacijah o gozdnih ekosistemih, zato se nabor znakov, ki jih merimo ali ocenju-

¹T. S., univ. dipl. inž. gozd., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, SI-1000 Ljubljana, tina.simoncic@bf.uni-lj.si

²prof. dr. A. B., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, SI-1000 Ljubljana, andrej.boncina@bf.uni-lj.si

jemo, povečuje (MCPFE, 2003; Latham et al., 2005; FAO, 2006; Hočevár et al., 2006; Tomppo et al., 2010).

Z upravljaljskega vidika je pomembno, da z gozdno inventuro pridobimo informacije, ki bodo znatno prispevale h kakovosti odločanja (načrtovanja) in tako posredno tudi k boljšemu gospodarjenju z gozdovi. Zato bi morala gozdnogospodarska problematika območja, za katerega pripravljamo načrt, pomembno vplivati na obseg in kakovost informacij. Med gozdnimi območji so velike razlike: v ospredju so lahko problemi glede izvajanja del, ponekod problemi s pomlajevanjem ali z vitalnostjo, spet drugje splošnokoristne funkcije gozda ali pa neskladna raba gozdnega prostora. Napačno bi bilo, da bi povsod enotno izpeljali gozdno inventuro. Enotnost je vsekakor potrebna za določene znake, del pa bi moral biti prepuščen izbiri upravljavca. Upravljavalec - načrtovalec bi se glede na opredeljeno problematiko odločil za dodatne vrste informacij, način in metode njihovega pridobivanja.

Informacije o gozdnih sestojih - drevesni komponenti gozdnih ekosistemov - so glavna informacija, ki jih Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) pridobiva pri pripravi gozdnogospodarskih načrtov enot. V sedanji zasnovi gozdnih inventur jih pridobivamo predvsem z opisom sestojev in popisom na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) (Hočevár, 1999; Hladnik, 2000; Matijašič, 2007; Poljanec / Gartner, 2009). Znake ocenjujemo ali merimo na ravni dreves, drevesnih vrst, ploskev in sestojev ter jih potem združujemo (agregiramo) na različne višje prostorske ravni. Meritveni prag za izmero in oceno dreves na SVP, ocenjevanje lesne zaloge, drevesne sestave, debelinske strukture, kakovosti in poškodovanosti je določen s prsnim premerom 10 cm. Osebkov pod meritvenim pragom ne zajemamo s sedanjo inventuro na SVP (Pravilnik ..., 1998; Hočevár, 2006). Osebkke, ki jih v prispevku poimenujemo s skupnim izrazom pomladek, najdemo predvsem v sestojih (skupinah, gnezdih) mladja, gošče, delno tudi letvenjaka, mlajših sukcesijskih stadijih ter v pomladku različnih sestojev (debeljakov, pomlajencev, prebiralnih sestojev, tudi tanjših drogovnjakov itn.).

Informacije o pomlajevanju so pomembne za upravljanje gozdnih ekosistemov. So kazalniki trajnostnega gospodarjenja z gozdovi (Bončina, 2000; Miina et al., 2006), saj kažejo na ustreznost in uspešnost dosedanjega gospodarjenja z gozdovi, na pestrost in ohranjenost naravne drevesne sestave (Robič/Bončina, 1990; Diaci, 2006), stabilnost gozdnih sestojev (Gašperšič, 1995) in tudi na stopnjo usklajenosti med gozdom in populacijami parkljarjev (Reimoser/Gossow, 1996; Zinggeler/Schwyzer, 2001; Klopčič et al., 2010). Zato ne preseneča, da se informacijam o pomladku (mladih sestojih) namenja znatno pozornost tudi v zasnovah nacionalnih gozdnih inventur (Gschwantner et al., 2010; Landz et al., 2010). Podatki o pomlajevanju so pomembni za pripravo scenarijev razvoja gozdov, določanje gojitvenih ciljev in odločanje o dinamiki pomlajevanja gozdnih sestojev - predvsem v razvojni fazi debeljakov in pomlajencev. Informacije o gostoti in sestavi pomladka so pomembne za odločanje, katere funkcije je treba poudariti v prebiralnih gozdovih. Ključne so lahko tudi pri odločitvah o izvajanju posrednih premen bodisi v pionirskih sestojih ali pa v monokulturah, ki jih želimo preoblikovati v naravnejše sestoje. V nekaterih gozdnih sestojih pa so informacije o pomladku za upravljanje lahko manj pomembne, npr. v drogovnjakih.

Poznavanje vzorcev pomlajevanja, rasti in tekovanja med osebkki različnih drevesnih vrst je pomembno za sonaravno gospodarjenje z gozdovi (Diaci et al., 2006), ki se med različnimi rastišči značilno razlikujejo (Simončič, 2008; Poljanec et al., 2009), hkrati pa nanje pomembno vplivamo z gojitvenim ukrepanjem. Informacije o pomladku so primerjalno pomembnejše pri sonaravnem gospodarjenju z gozdovi kot pri gojitvenih sistemih, ki temeljijo na umetni obnovi. Sonaravno gospodarjenje je namreč zasnovano na usmerjanju naravnih procesov, katerih sestavini sta tudi pomlajevanje in preraščanje. Hkratna presoja informacij o pomladku in informacij o sestojih, v katerih pomladek uspeva, omogoča celovitejši vpogled v sestojno zgradbo in dinamiko, zanesljivejše napovedovanje razvoja sestojev ter boljše odločanje o prihodnjem gospodarjenju. Kljub temu so informacije o pomladku pri inventuri

zaposlavljene oziroma jih pridobivamo povsod enako intenzivno. Še največ informacij pridobimo pri opisu sestojev na ravni gozdnih sestojev, nekaj pa pri popisu pomladka v okviru spremljave njegove objedenosti (Pravilnik ..., 2009).

V primerih, ko za odločanje o razvoju gozdov potrebujemo več in kakovostnejše informacije o pomlajevanju, se postavlja vprašanje, kako jih pridobiti, katere metode so primerne, kolikšna je zanesljivost različnih znakov, ki opisujejo pomladek. Ker je zbiranje informacij najboljše in najdražja faza gozdnogospodarskega načrtovanja, je smiselno proučiti možnosti za čim cenejšo in preprostejšo dopolnitev gozdne inventure. Pri tem velja raziskati možnosti dopolnitve inventure na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP), saj bi z inventuro pomladka verjetno preprosto in hitro pridobili podatke o pomlajevanju, ki bi jih potem lahko presojali soodvisno glede na podatke o drugih sestojnih parametrih (npr. temeljnici, lesni zalogi, drevesni sestavi itn).

Zato je bil namen naše raziskave preveriti možnosti dopolnitve gozdne inventure na SVP s popisom pomladka, predstaviti metodo popisa, glavne rezultate analize pomlajevanja, predvsem pa oceniti zanesljivost različnih znakov o pomladku glede na velikost popisne ploskve in različno velikost vzorca v različnih sestojnih tipih.

2 OBJEKT RAZISKAVE

2 RESEARCH OBJECT

Analiza je potekala v osrednjem delu pogorja Bohor, v gozdnogospodarski enoti Bohor, ki leži v severovzhodnem delu brežiškega gozdnogospodarskega območja. Pogorje Bohor je eno redkih v tem delu Slovenije, ki doseže višine nad 1000 m in kjer so se ohranili večji kompleksi strnjenih gozdov. Masiv je podolgovat v smeri V-Z, relief je razgiban, pogorje pa izredno bogato z vodnimi viri. Zaradi mešanja številnih podnebnih tipov - predinarskega, predpanonskega in subpanonskega tipa - ter različnih matičnih podlag - apnencev in dolomitov ter peščenjakov, skrilavcev in glincev - so nastale pestre rastiščne razmere (ZGS, 2008). Na karbonatni podlagi prevladujejo gozdovi gorskega in visokogorskega pasu (*Savensi-Fagetum*, *Enneaphyllo-Fagetum*, *Ulmo-Aceretum*), gozdovi predgorskega pasu (*Hacquetio-Fagetum*) in rasti-

šča drugih gozdnih združb (*Arunco-Fagetum*), na magmatskih kamninah in werfenskih skrilavcih pa so rastišča bukovih gozdov (*Luzulo-Fagetum*) in rastišča jelovih gozdov (*Bazzanio-Abietetum*, *Dryopterido-Abietetum*) (ZGS, 2008). Analizo smo izvedli v osrednjem delu enote, ki zajema prevladujoče rastiščno-gojitvene razrede, in sicer 1) ohranjene gorske bukove gozdove, 2) gorske bukove gozdove, spremenjene z iglavci, 3) ohranjene bukove gozdove na kisli podlagi ter 4) bukove gozdove na kisli podlagi, spremenjene z iglavci.

Naravna drevesna sestava je ohranjena, saj bukev predstavlja skoraj polovico lesne zaloge. Posebnost Bohorja je velik delež jelke v mlajših razvojnih fazah (Simončič/Bončina, 2010). Ponekod, predvsem na bogatih aceretalnih rastiščih v jarkih, se z znatnim deležem v lesni zalogi pojavljata gorski javor in veliki jesen. Prevladujejo starejši sestoji, mlajših razvojnih faz primanjkuje, za velik delež debeljakov je aktualno vprašanje o njihovem obnavljanju. Zaradi ostankov starejših smrekovih kultur je izpostavljen tudi problem (posredne) premene teh gozdov (ZGS, 2008).

3 METODE

3 METHODS

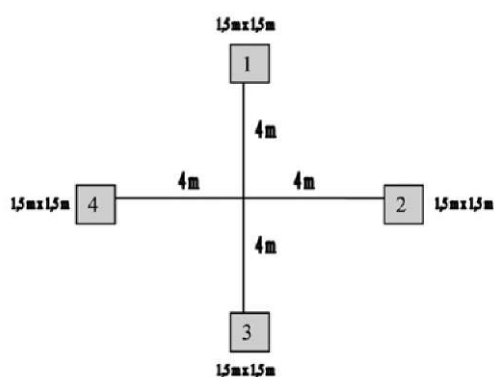
3.1 Pridobivanje podatkov

3.1 Data acquisition

Pomladek smo popisovali na mreži SVP (250 x 500 m). Zaradi obsežnosti enote smo izbrali štiri transekte SVP na njenem osrednjem delu. Skupno smo analizirali 36 SVP, od tega 5 v drogovnjakih, 16 v debeljakih, 15 v sestojih v obnovi in raznomernih sestojih.

Na vsaki SVP smo zakoličili štiri ploskvice velikosti 1,5 m x 1,5 m (slika 1), ki so bile od središča SVP oddaljene 4 m v smereh S, V, J, Z.

Pomladek smo inventarizirali glede na drevesne vrste in višinske razrede: 1. višinski razred (0-19 cm), 2. višinski razred (20-49 cm), 3. višinski razred (50-89 cm), 4. višinski razred (90-129 cm), 1. debelinska stopnja (0 cm < dbh < 5 cm), 2. debelinska stopnja (5 cm < dbh < 10 cm); klic nismo popisovali. Ocenjevali smo tudi poškodovanost pomladka, pri čemer smo upoštevali vse opazne poškodbe ne glede na njihov vzrok. Glede na terenska opažanja smo v večini primerov ugotov-



Slika 1: Ploskvice za snemanje pomladka na lokaciji SVP

Figure 1: Plots for regeneration analysis on location of PSP

vili objedanje rastlinojede divjadi. Ocenjevali in merili smo še nekatere druge sestojne in rastiščne parametre, ki pa niso tema tega prispevka.

3.2 Obdelava podatkov

3.2 Data analysis

Prikazane vrednosti o značilnostih pomlajevanja (drevesna sestava, gostota in poškodovanost pomladka) so rezultat analize podatkov za celoten popisani transekt (50 SVP) (Simončič, 2008). Pri analizi zanesljivosti ocen (36 SVP) smo variirali število popisnih ploskvic na ravni posamezne SVP, in sicer smo preverili štiri različice (preglednica 1). Tovrstne analize smo opravili za različne znake o pomladku:

- gostoto pomladka (N/m^2),
- gostoto jelovega pomladka (N/m^2),
- gostoto pomladka gorskega javorja (N/m^2),
- gostoto pomladka v drugi debelinski stopnji (N/m^2),
- poškodovanost pomladka (%).

Po ustaljenih obrazcih za enostavno slučajnostno vzorčenje smo izračunavali spreminjanje relativnega odklona zaupanja ($e\%$) glede na velikost

vzorca (število SVP). Za obračun zanesljivosti ocen bi lahko uporabili tudi druge postopke. Če bi predpostavili, da smo ploskvice za popis pomladka izbirali slučajnostno na ravni SVP in da so SVP slučajnostno razporejene po populaciji, bi lahko uporabili metodo gnezdstega poskusa, če pa bi zanesljivost ocen pomladka računali neodvisno od posamezne SVP, bi lahko uporabili tudi obrazce za večfazno vzorčenje (Kotar, 1977; Zar, 2010). Tako bi morda izboljšali zanesljivost ocen, vendar zaradi obsežnosti raziskave tovrstnih analiz nismo izvedli.

Podatke o zanesljivosti ocen izbranih znakov o pomladku navajamo skupaj in ločeno po sestojnih tipih. Pri vseh štirih različicah smo najprej iz ene, dveh, treh ali vseh štirih ploskvic (preglednica 1) preračunali vrednosti proučevanih znakov na raven celotne SVP ($500 m^2$), potem pa te podatke analizirali za celoten vzorec (36 SVP) ali za posamezne sestojne tipe.

Na podlagi opravljenih meritev na 36 SVP smo s standardnimi statističnimi parametri (koeficient variacije, standardna napaka, interval zaupanja in relativni odklon zaupanja (enačba 1)) izračunali variabilnost ocenjenih znakov pomladka pri različni velikosti popisne površine na posamezni SVP (različice A, B, C, D). Dodatno smo za omenjene štiri znake izračunali, kako se njihov relativni odklon zaupanja spreminja glede na variiranje velikosti popisne površine. Za vse znake smo analizirali, kako se spreminja zanesljivost njihove ocene glede na velikost vzorca (število SVP), vendar zaradi podobnosti ugotovitev v rezultatih prikazujemo analizo zanesljivosti le za znak gostota pomladka.

$$e\% = \frac{s.e.}{\bar{X}} \cdot 100 = t(n-1) \cdot s.e. (\%) \quad (1)$$

$e\%$...relativni odklon zaupanja
 $\bar{X}$...povprečna vrednost ocenjevanega znaka
 $s.e.(\%)$...standardna napaka
 $t_{(n-1), \alpha}$ pri danih stopinjah prostosti

Preglednica 1: Razlike med posameznimi različicami popisa

Table 1: Differences between individual variants of the analysis

Različica / Variety	A	B	C	D
Število ploskvic / Number of plots	1 (1)	2 (1+2)	3 (1+2+3)	4 (1+2+3+4)
Velikost popisne površine (m^2) / Size of the analyzed plot (m^2)	2,25	4,50	6,75	9,00

4 REZULTATI

4 RESULTS

4.1 Značilnosti pomlajevanja

4.1 Characteristics of regeneration

Skupna gostota pomladka znaša $3,93/\text{m}^2$; največ ga je v prvem višinskem razredu, znatno manj v drugem in tretjem (50-89 cm), potem pa je zmanjševanje števila z vedno višjim pomladkom znatno manjše (slika 2). Največja stopnja poškodovanosti je v tretjem in drugem višinskem razredu.

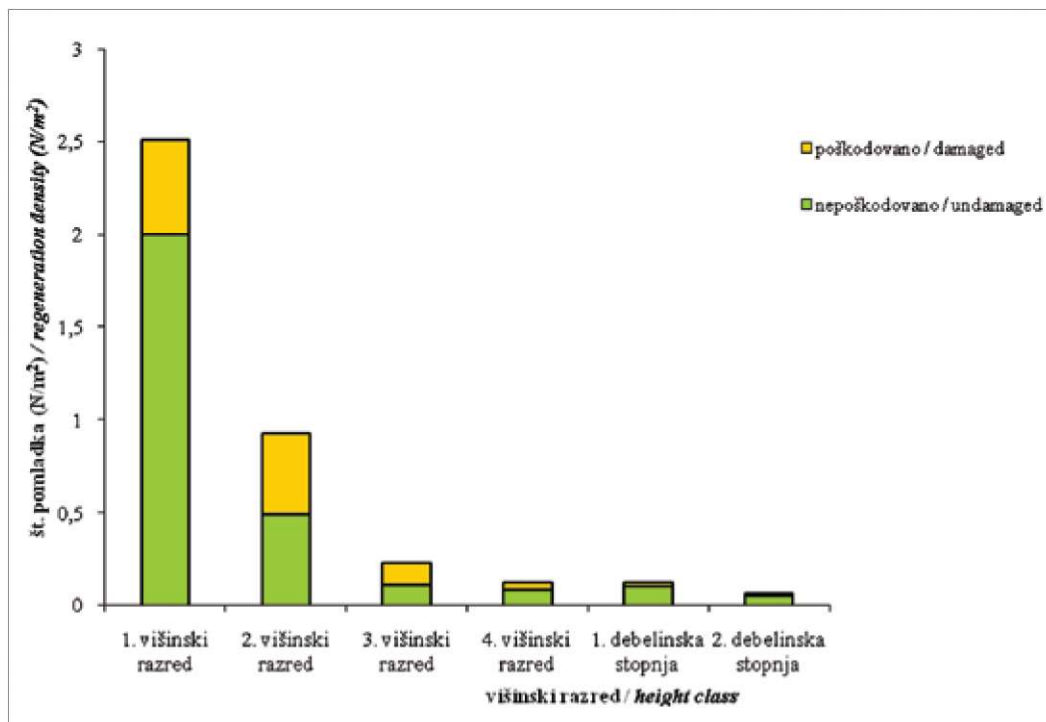
Gostota pomladka je največja v debeljaki (4,92/ m^2) in sestojih v obnovi (4,19/ m^2).

V skupnem številu pomladka prevladuje gorski javor (preglednica 2), velik je tudi delež jelke. Večja poškodovanost je opazna pri jelki in plemenitih listavcih. Delež gorskega javorja je velik predvsem v prvem višinskem razredu, nato se znatno manjša. Pri jelki je obratno; propad mladice je manjši, zato prevladuje v višjih višinskih razredih in najnižjih debelinskih stopnjah.

Preglednica 2: Drevesna sestava in poškodovanost pomladka

Table 2: Tree species composition and damage of regeneration

	Gorski javor/ <i>Sycamore</i>	Jelka/ <i>Silver fir</i>	Veliki jesen/ <i>Common ash</i>	Gorski brest/ <i>Wych elm</i>	Bukev/ <i>European beech</i>	Smreka/ <i>Norway spruce</i>	Drugo/ <i>other</i>
Število pomladka (N/m^2) / <i>Regeneration density (N/m^2)</i>	1,84	1,00	0,38	0,27	0,26	0,79	0,15
Delež pomladka (%) / <i>Share of regeneration (%)</i>	46,2	25,2	9,6	6,7	6,5	2	3,8
Poškodovanost pomladka (%) / <i>Damage of regeneration (%)</i>	24	45	26	25	10	31	21



Slika 2: Gostota in poškodovanost pomladka po višinskih razredih

Figure 2: Regeneration density and damage in different height classes

4.2 Zanesljivost ocen

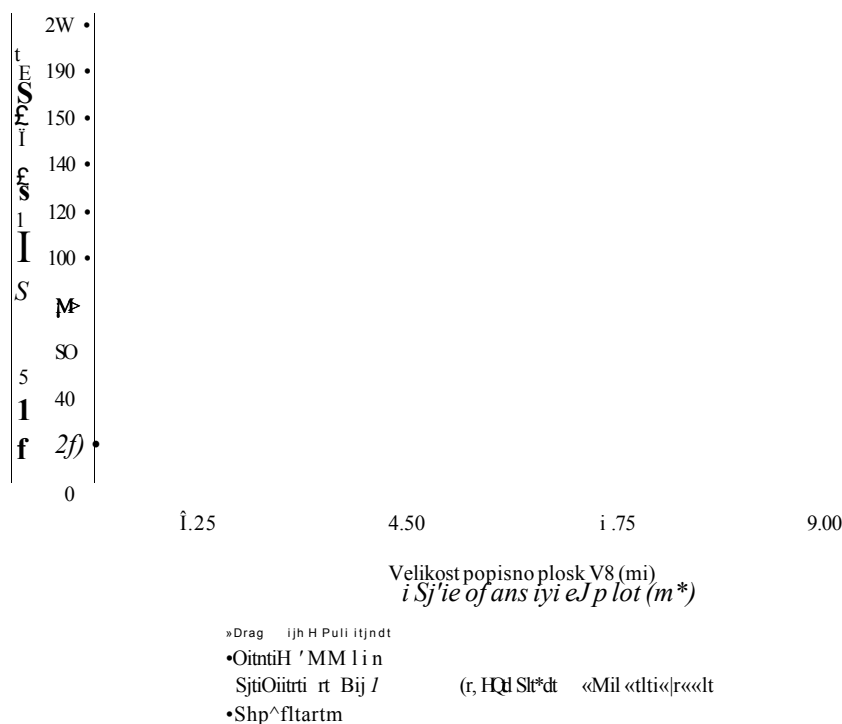
4.2 Reliability of estimations

Variabilnost ocenjevanja gostote pomladka je velika, vendar se razlikuje glede na skupno velikost popisne ploskve (različice A, B, C, D) (slika 3). Pričakovano je koeficient variacije največji, če na SVP popišemo samo eno ploskvico (145 %), in se zmanjšuje s povečevanjem popisne površine. Pri največji popisni površini (različica D) znaša 100 %.

Variabilnost ocen gostote pomladka se razlikuje v različnih sestojnih tipih; največja je v drogovnjakih, kjer ni zelo opaznega zmanjševanja koeficienta variacije s povečevanjem velikosti popisne površine. Glede na majhno število analiziranih drogovnjakov ($n = 5$) so ocene lahko manj zanesljive. Nasprotno je koeficient variabilnosti gostote pomladka manjši v raznomernih sestojih in sestojih v obnovi in se opazno zmanjšuje s povečevanjem velikosti popisne vzorčne ploskve. Če se, na primer, popisna površina poveča za štirikrat (različica D), se koeficient variacije zmanjša iz 137 % na 81 %.

Relativni odklon zaupanja $e\%$, se pričakovano manjša s povečevanjem velikosti popisne plo-

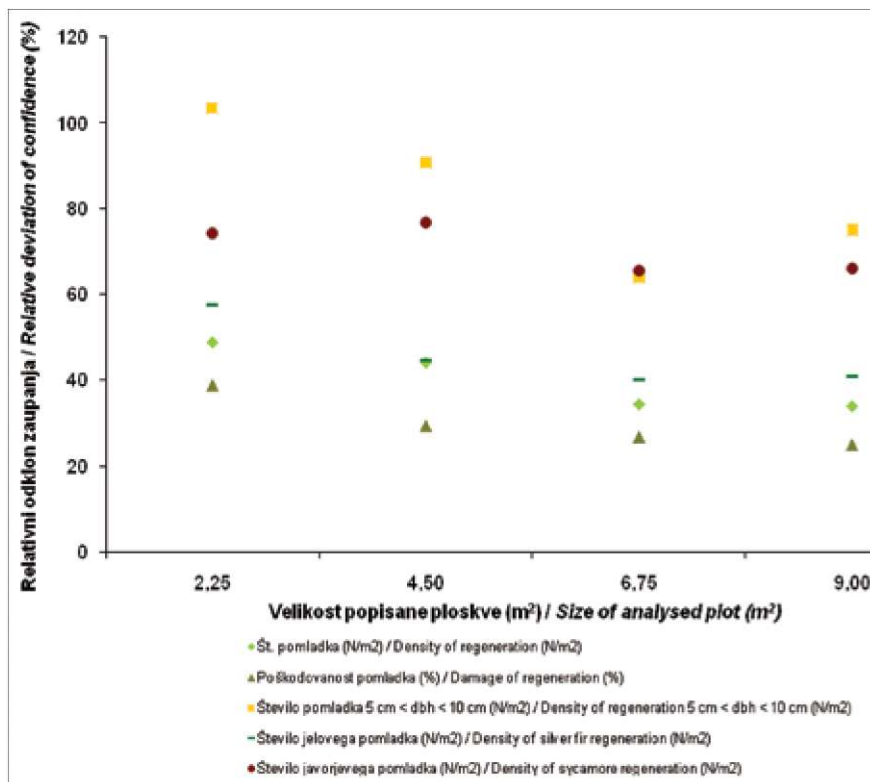
skve, vendar so med različicami majhne razlike (slika 4). Največja natančnost ocen znakov o pomladku je v primeru, ko uporabimo največjo popisno ploskev (različica D). Zanesljivost ocen različnih znakov pomladka je opazno različna; relativni odklon zaupanja je največji pri ocenah gostote pomladka druge debelinske stopnje in skupne gostote pomladka gorskega javorja, najmanjši pa pri oceni poškodovanosti pomladka (slika 4). Pri ocenjevanju poškodovanosti pomladka je največja razlika v relativnem odklonu zaupanja med različicama A in B, saj se $e\%$ zmanjša z 39 % na 29 %. Pri ocenah gostote pomladka in gostote jelovega pomladka je zmanjševanje relativnega odklona zaupanja opazno do različice C. Podobno velja za ocene drugih parametrov pomladka; praviloma se zanesljivost ocen izrazito poveča, če povečujemo velikost popisne površine do $6,75 \text{ m}^2$ (od A do C). Zanimalo nas je, kako se zmanjšuje relativni odklon zaupanja $e\%$ ocen pomladka, če povečujemo vzorec (število SVP). Ugotovitve prikazujemo na primeru gostote pomladka (slika 5). Aritmetično sredino in varianco smo privzeli za $n = 36$ in spreminjali



Slika 3: Koeficient variacije ocen gostote pomladka (N/m^2) glede na velikost popisne ploskve skupaj in v različnih sestojnih tipih

Figure 3: Coefficient of variation of regeneration density estimation (N/m^2) regarding the size of the analyzed plot together and in different stand types

Slika 4: Relativni odklon zaupanja e% ocen gostote pomladka (N/m²) pri različni velikosti popisne ploskve in različno velikem vzorcu
Figure 4: Relative deviation of confidence e of some regeneration parameters estimation for different size of the analyzed sample plot



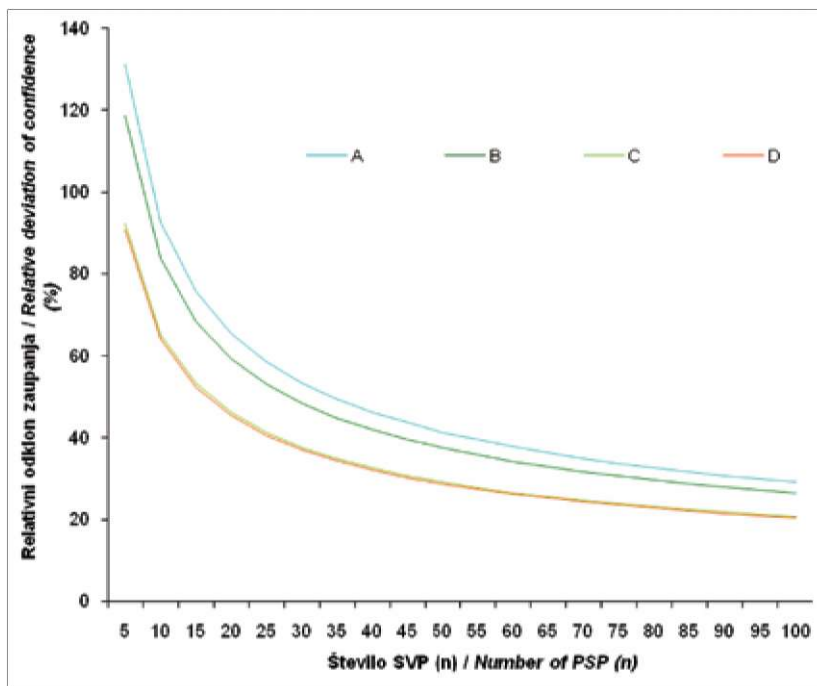
le velikost vzorca. Relativni odklon zaupanja se tudi pri večjem vzorcu (n=100) ne zmanjša pod 20 %. Za presajo primerne števila ploskev je pomemben prevoj, ki je, odvisno od različice, opazen pri n = 10 do n = 35. Če povečamo velikost vzorca od 10 na 40, znatno izboljšamo zanesljivost ocene, nadaljnje povečevanje vzorca le še malo doprinese k izboljšanju ocene. Enak potek smo opazili tudi pri zanesljivosti ocen drugih znakov o pomladku, zato jih ne prikazujemo posebej.

4 RAZPRAVA 4 DISCUSSION

Sedanji način pridobivanja informacij o pomlajevanju je pomanjkljiv na območjih, kjer je poznavanje vzorcev pomlajevanja ključno za odločanje o ravnanju z gozdovi. V številnih (tudi nacionalnih) gozdnih inventurah dopolnjujejo nabor kazalnikov o gozdnih sestojih, mednje uvrščajo tudi znake o pomladku (npr. Schweiger/Sterba, 1997; Zinggeler/Schwyzler, 2001). Pri nas so v preteklosti informacije o pomlajevanju zbirali na samostojnih ravneh

monitoringa (Kovač et al., 2000; Golob, 2003, 2006; Diaci et al., 2006), ki niso bili neposredno povezani z gozdnogospodarskim in gozdnogojitvenim načrtovanjem. V sedanji zasnovi gozdne inventure je inventura objedenosti pomladka, ki jo izvaja ZGS (Pravilnik ..., 2009), najbolj celovito in sistematično zbiranje podatkov o pomlajevanju, vendar rezultati o gostoti, drevesni sestavi in preraščanju pomladka drevesnih vrst niso (vedno) primerni za odločanje o gospodarjenju s sestoji na ravni gozdnogospodarskih enot.

Uporabna vrednost informacij o pomlajevanju v različnih gozdovih in na različnih ravneh (GGE, rastiščnogojitveni razredi itn.) je različna, zato naj bodo odločitve o zbiranju teh informacij selektivne. Raziskavo smo izvedli v bohorskih gozdovih, kjer so informacije o pomlajevanju zaradi velikega deleža starejših sestojev pomembne za prihodnje ravnanje, predvsem za odločanje o dinamiki in načinu naravne obnove. Nekatere ugotovitve, denimo o presenetljivo majhnem deležu bukve v pomladku ohranjenih gozdov ali ugotovitve o pomlajevanju v smrekovih kulturah,



Slika 5: Relativni odklon zaupanja $e\%$ ocen gostote pomladka (N/m^2) pri različni velikosti popisne ploskve in različno velikem vzorcu

Figure 5: Relative deviation of confidence $e\%$ for regeneration density estimations (N/m^2) for different size of the analyzed plot and different size of the sample

so pomembne za izbiro primerne gozdnogojitvenega ukrepanja (Simončič, 2008).

V raziskavi nas je zanimal vpliv velikosti popisne ploskve (števila ploskvic na posamezni SVP) in števila vzorcev (števila SVP) na zanesljivost ocen različnih znakov o pomladku. Pričakovali smo, da se bo s povečevanjem popisne površine znatno zmanjšal relativni odklon ocenjenih znakov pomladka. Zanesljivost ocen različnih znakov o pomladku se razlikuje, saj je odvisna tudi od prostorske porazdelitve ocenjevanega znaka; pri pojavih, ki so neenakomerno razporejeni po prostoru (npr. pomladek druge debelinske stopnje, pomladek gorskega javorja, ki se pogosto pojavlja v skupinah), je variabilnost ocen večja in se znatno zmanjša, če povečamo površino popisne ploskve. Vendar popis vsake dodatne površine podaljša in podraži inventuro, kar pa ni smiselno, če s tem bistveno ne izboljšamo rezultatov. Razlike med posameznimi različicami niso bile velike. Za večino znakov o pomladku je najprimernejša različica C, delno tudi različica B. Zato lahko zaključimo, da je primerna površina za popis pomladka na SVP 4-7 m^2 . Dokončna odločitev je odvisna od tega, kateri znak o pomladku je za nas pomemben. Površina 4-7 m^2 je predlog, ki

ga je treba preveriti in po potrebi modificirati glede na variabilnost znaka in odločitev, na kateri ravni potrebujemo podatek (GGE, razred, razvojna faza). V tujini pomladek popisujejo na vzorčnih površinah različnih velikosti in oblik; v okviru nacionalnih gozdnih inventur po navadi na krožnih ploskvah s središčem v stojišču stalne vzorčne ploskve, velikosti popisne ploskve pa varirajo od 3 do 28 m^2 (Zinggeler/Schwyzer, 2001; National..., 2008; Gasparini et al., 2010). Vendar so gostote vzorčnih mrež redkejšje, prilagojene namenu nacionalne inventure. Na velikost popisne ploskve vpliva tudi višina pomladka; na primer pomladek, ki je višji od 40 cm, merijo na vsej popisni površini (14 m^2), tistega v razredu 10-39 cm pa le na notranji ploskvi (3,14 m^2) (Stierlin/Zinggeler, 2001).

Popisna površina za pomladek na SVP je lahko razdeljena na različno število ploskvic, različne so lahko tudi oblike popisnih površin: lahko so okroglih oblik (po navadi pri NFI), lahko kvadratne, kar je pogosto pri ekoloških raziskavah (npr. Matney/Hodges, 1991). Z večjim številom analiziranih ploskvic na isti SVP zmanjšamo možnost sistematične napake pri popisu pomladka, saj le-ta pogosto ni enakomerno razmeščen, slabost

večih popisanih ploskvic pa so večji stroški. Popis ene večje ploskvice (4-7 m²) bi pomenil lažjo in hitrejšo izvedbo, manjše stroške pa tudi boljšo ponovljivost, vendar je zaradi velike variabilnosti pri ocenjevanju pomladka tovrstna metoda lahko manj primerna. Menimo, da bi bilo glede na izvedljivost in stroške popisa ter doseženo zanesljivost znakov o pomladku smiselno pomladek na SVP popisovati na dveh ploskvicah v različnih smereh (npr. -Z ali S-J), površina posamezne pa bi bila 2 do 3,5 m². Zaradi poškodb pri merjenju ni primerno, da bi bila popisna površina v središču SVP.

Velikost vzorca (število SVP) vpliva na zanesljivost ocen; relativni odklon zaupanja se zmanjšuje s povečevanjem števila SVP. Naša raziskava kaže, da pri velikosti vzorca od 30 do 40 SVP nastane prevoj; takrat zanesljivost ocen znakov o pomladku znaša okoli 30-40 %. Z večanjem vzorca bi se zanesljivost ocen le še nekoliko izboljšala in bi se izrazito izboljšala šele pri bistveno večji velikosti vzorca (npr. pri n = 1.000 bi znašala 6,5 %). Rezultati nekaterih nacionalnih inventur kažejo, da je vzorčna napaka ocen skupne gostote pomladka okrog 2-6 % (npr. Brassel/Brandli, 1999; Čavlovic, 2010). Relativni odklon ocen gostote pomladka posameznih manj pogostih drevesnih vrst na nacionalni ravni ali ocen gostot pomladka v nekaterih sestojnih tipih pa je bil večji, tudi do 80 %.

Stalne vzorčne ploskve, na katerih pridobivamo podatke o drevmi s prsnim premerom, večjim od 10 cm, lahko uporabimo tudi za zbiranje informacij o pomladku. Predlagana metoda ima nekatere prednosti v primerjavi z vzorčenjem pomladka zunaj mreže SVP: (1) s primerjavo podatkov o odraslem sestoji, ki jih pridobivamo s popisom SVP, dobimo vpogled v sestojno dinamiko gozdov, ugotavljamo vplive odraslega sestoja in ukrepov na pomlajevanje. Spremembe v pomlajevanju bolje razumemo, če jih presojamo glede na rastišče razmere, stanje sestoja in izvedene ukrepe. (2) Zaradi sočasnega popisa SVP in pomladka prihranimo čas in finančna sredstva, saj za pomladek niso potrebne dodatne ploskve, prav tako ne dodaten čas za prehode med ploskvami. Meritve pomladka glede na izkušnje z Bohorja in izkušnje s popisom pomladka v GGE Radeče (Simončič, 2008, 2009) so v povprečju podaljšale inventuro na SVP za 10

minut, kar znaša dodatno uro pri šestih popisanih SVP. Časovna obremenitev je odvisna od popisne ploskve (naklon, gostota pomladka, prisotnost zeliščne plasti, višinska struktura pomladka), pa tudi od dodatnih znakov, ki jih snemamo. (3) Stalne lokacije SVP zagotavljajo ponovljivost meritev. (4) Zaradi sistematične mreže SVP je pomladek mogoče popisovati le v gozdovih, kjer so te informacije pomembne.

Opozarjamo tudi na nekatere slabosti prikazane metode; relativno velika variabilnost ocen pomladka je lahko posledica izbranega načina obračuna zanesljivosti ocen. Preveriti bo treba tudi obrazce za gnezdsto oziroma večfazno vzorčenje. Pri izvedbi metode so lahko pomembne naslednje slabosti: (1) popolna ponovljivost meritev ni mogoča, (2) zaradi popisa SVP je lahko pomladek poškodovan tudi na popisni ploskvi za pomladek, (3) večji stroški zaradi podaljšanja inventure SVP, predvsem v območjih z velikimi gostotami pomladka, (4) snemanje je najprimernejše v času razvite vegetacije, kar lahko pomeni časovno omejitev izvedbe inventure na SVP, (5) nekatere druge sistematične napake (Bončina et al., 2010).

Dosedanji koncept inventure sestojev na SVP je mogoče dopolniti s snemanjem drugih znakov; eden izmed njih je pomladek drevesnih vrst. Pomembno je, da je pred izvedbo takšne inventure jasen namen popisa in da sta določena vrsta in potrebna natančnost inventariziranih znakov pomladka. Postopek inventure pomladka lahko glede na potrebe dopolnimo s snemanjem nekaterih rastiščnih in drugih sestojnih znakov. Predlagan pristop popisa pomladka je treba preveriti in dopolniti v drugih gozdovih. Morda bo ta ideja spodbudila tudi razmišljanje za dopolnitev kontrolne vzorčne metode - s snemanjem drugih znakov (fakultativnih), ki so pomembni za načrtovanje in gospodarjenje v gozdnogospodarski enoti, za katero pripravljamo gozdnogospodarski načrt. Možnosti tovrstnega dopolnjevanja inventurnih postopkov so pomembne, saj se upravljavska vrednost informacij pomembno razlikuje zaradi različne gozdnogospodarske problematike med gozdnogospodarskimi enotami.

SUMMARY

Forest management and planning is an information process. Adequate and quality information is needed for an appropriate and responsible decision-making in the planning process. Changes in forest inventory methodologies, technology and public demands towards forests require continual supplementations of forest inventories. In Slovenia, information on forest stands is mainly gathered by the Slovenian Forest Service (SFS) using forest stand descriptions and permanent sampling plot (PSP) methodologies. On each PSP, characteristics of all trees with dbh > 10 cm are collected. However, information about regeneration (dbh < 10 cm) is often missing or the data are of limited usefulness in decision-making process.

In our research, we evaluated the influence of the size of the analyzed plot and the number of the analyzed PSPs on the reliability of different regeneration parameters' estimations and possibilities to supplement forest inventory with regeneration inventory. The analysis was made in mountain beech forests on carbonate and acid bedrock on the Bohor mountain in the southeastern Slovenia, where a transect of 36 PSPs in the grid of 250x500 m was located.

Within each PSP, four small plots (1.5 m x 1.5 m) were established for registering natural regeneration of tree species. Changes of the relative deviation of regeneration parameters' estimations for different sizes of the analyzed area were examined - in the variant A one small plot (2.25 m²), in B two plots (4.50 m²), in C three plots (6.75 m²) and in D all four plots (9.00 m²) were considered. In the next step, the variability of the relative deviation e% for different sample sizes (number of PSPs) was evaluated. The analysis was made for diverse regeneration parameters - regeneration density (N/m²), damage of regeneration (%), density of silver fir regeneration (N/m²), density of sycamore regeneration (N/m²), density of regeneration of dbh = 5-9 cm (N/m²).

The variability of regeneration parameters' estimations was high; however, it depended on the size of the analyzed plot (A, B, C, D). As we expected, the highest coefficient of variation was in the variant A and it decreased with the increasing size of the analyzed area. The variability

of regeneration parameters' estimations differed among various stand types; it was the highest in pole-stage stands and the lowest in uneven-aged and rejuvenation-stage stands. Differences in the relative deviation for particular parameters were observed - the lowest was found for those parameters that are more uniformly distributed over the surface (damages of regeneration, regeneration density, density of silver fir regeneration). Generally, the relative deviation decreased with increasing analyzed area, but the differences were not as high as expected. Regarding the reliability of estimations, the repetition of measurements and analysis costs, the best regeneration inventory version is the analysis of two plots in different directions (N - S or W - E), each measuring 2.0 - 3.5 m². Also, the relative deviation decreased with the size of the sample (number of PSPs). 30-40 analyzed PSPs represent a large enough sample size for acquiring reasonably reliable results of regeneration inventory.

Supplementing forest inventory on PSPs with regeneration inventory is possible and reasonable due to several reasons: 1) a comparison of two information layers (regeneration and mature stands) enables a better insight into forest stand dynamics, (2) reduction of time consumption and expenses since two inventories are made together, (3) a repetition of measurements is assured at least to a certain level. The method has also some disadvantages: 1) full repetition of measurements could not always be assured, 2) the regeneration can be damaged due to previous measurements, 3) the regeneration inventory should be done in the full vegetation period, which can conflict with the inventory of trees.

Regeneration inventory should be restricted only to forest stands where the acquired information will be useful for the further decision-making process. The exact purpose of the regeneration inventory and indicators, which strictly follow the purpose, must be determined in detail prior to field survey. This idea might encourage considering supplementation of control sampling method with surveys of some other parameters that are important for management and planning in the area for which a forest management plan is being made.

5 VIRI

5 REFERENCES

- BONČINA, A., 2000. Načelo trajnosti v gozdarskem načrtovanju. Zbornik gozdarstva in lesarstva 63: 279-312.
- BONČINA, A., HLADNIK, D., KADUNC, A., 2010. Presoja ocenjevanja količine poseka na stalnih vzorčnih ploskvah. Gozdarski vestnik 68, 3: 135-144.
- BRASSEL, P., BRÄNDLI, U., B. (ur.), 1999. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. Birmensdorf, Eidgenössische Forstungsanstalt f'ur Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt f'ur Wald, Schnee und Landschaft: 442 str.
- ČAVLOVIC, J., 2010. Nacionalna inventura šuma u republici Hrvatskoj. Metode i rezultati nacionalne inventure šume. Zagreb, Ministarstvo regionalnog razvoja šumarstva i vodnog gospodarstva, Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu, u tisku.
- DIACI, J., 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje: izbrana poglavja. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 350 str.
- DIACI, J., PISEK, R., HLADNIK, D., 2006. Izpopolnitev metodologije spremljanja razvoja gozdov v rezervatih. V: Hladnik D. (ur.). Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 125-143.
- FAO, 2006. Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147, FAO, Rome, 320 s.
- GASPARINI, P., TOSI, V., DICOSMO, V., 2010. Italy. V: Tomppo et al. (ur.) National Forest Inventories. Springer Science + Business Media: 311-333.
- GAŠPERŠIČ, F., 1995. Gozdnogospodarsko načrtovanje v sonaravnem ravnanju z gozdovi. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo: 403 str.
- GOLOB, A., 2003. Gozdnogospodarski načrti in ohranjanje biotske pestrosti gozdov v Sloveniji v luči pravnega reda Evropske unije. V: Bončina A. (ur.). Območni gozdnogospodarski načrti in razvojne perspektive slovenskega gozdarstva: zbornik referatov. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 209-225.
- GOLOB, A., 2006. Izhodišča za monitoring ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov in habitatnih vrst na območjih Natura 2000 v Sloveniji. V: Hladnik D. (ur.). Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 223-243.
- GSHWANTNER, T., GABLER, K., SCHADAUER, K., WEISS, P., 2010. Austria. V: (Tomppo et al. (ur.)) National Forest Inventories. Springer Science + Business Media: 57-71.
- HLADNIK, D., 2000. Razvoj koncepta gozdnih inventur na slovenskem. V: Potočnik, I. (ur.). Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 105-126.
- HOČEVAR, M., 1999. Dendrometrija - gozdna inventura. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 274 str.
- HOČEVAR, M., KUŠAR, G., JAPELJ, A., 2006. Integralni monitoring gozdnih virov v Sloveniji - stanje in potrebe v luči vseevropskih meril. V: Hladnik, D. (ur.). Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 125-143.
- HOČEVAR, M. (ur.), 2006. Kontrolna vzorčna metoda - navodila za pripravo in snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah: ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo. Seminar, 22. 5. 1990: dopolnjeno (prilagojeno za ponovno snemanje). Ljubljana, Biotehniška fakulteta - gozdarstvo, Zavod za gozdove Slovenije: 27 str.
- KLOPČIČ, M., JERINA, K., BONČINA, A., 2010. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? European journal of forest research 129, 3: 277-288.
- KOTAR, M., 1977. Statistične metode. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- 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, 74 str.
- LANDZ, A., BRÄNDLI, U. B., BRASSEL, P., GINZLER, C., KAUFMANN, E., THÜRIG, E., 2010. Switzerland. V: Tomppo et al. (ur.) National Forest Inventories. Springer Science + Business Media: 555-564.
- LATHAM, J., FRANK, G., FAHY, O., KIRBY, K., MILLER, H., STIVEN, R. (ur.), 2005. Protected Forest Areas in Europe, Analysis and Harmonisation (PROFOR), Reports of Signatory States. Cost Action E27. BFW, Vienna.
- MATNEY, T. G., HODGES, J. D., 1991. Evaluating Regeneration Success. V: Duryea et al., (ur.) Forest regeneration manual. Kluwer Academic Publisher: 321-330.
- MATIJAŠIČ, D., 2007. Sodobna orodja kontrolne metode v gozdnogospodarskem načrtovanju. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 6 str.
- MCPFE, 2003. State of Europe's forests 2003. The MCPFE report on Sustainable Forest Management in Europe. MCPFE Liaison Unit Vienna and UN-ECE/FAO. Vienna, 126 str.
- MIINA, J., EERIKÄINEN, K., HASENAUER, H., 2006. Modelling forest regeneration. V: Hasenauer, H. (ur.). Sustainable Forest Management, Growth models for Europe. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 93-109.

- National forest inventory and monitoring of the Slovak republic 2005 - 2006. National forest centre: 15 str.
- POLJANEC, A., GARTNER, A., 2009. Izkušnje s kontrolno vzorčno metodo v GGE Bled. V: Kovač et al. (ur.). Kontrolna vzorčna metoda v Sloveniji - zgodovina, značilnosti in uporaba. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Studia forestalia Slovenica 134: 47-55.
- POLJANEC, A., MATIJAŠIČ, D., FICKO, A., PISEK, R., BONČINA, A., 2009. Spreminjanje razširjenosti jelke in strukture gozdnih sestojev z jelko v Sloveniji. V: Ohranitveno gospodarjenje z jelko: Zbornik razširjenih povzetkov XXVII. gozdarskih študijskih dni, Dolenjske Toplice, 2. in 3. april 2009. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 66-69.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, 1998. Ur. l. RS 5/1998.
- Pravilnik o varstvu gozdov, 2009. Priloga 1: Metoda za izvedbo popisa objedenosti gozdnega mladja od rastlinojede parkljaste divjadi. Ur. l. RS. 114/2009.
- REIMOSER, F., GOSSOW, H., 1996. Impact of ungulates on forest vegetation and its dependance on the silvicultural system. Forest Ecology and Management 88: 107-119.
- ROBIČ D., BONČINA, A. 1990. Sestava in struktura naravnega mladovja bukve in jelke v dinarskem jelovem bukovju ob izključitvi vpliva rastlinojede parkljaste divjadi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36: 69-78.
- SCHWEIGER, J., STERBA, H. 1997. A model describing natural regeneration recruitment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Austria. Forest Ecology and Management 97(2): 107-118.
- SIMONČIČ, T., 2008. Sestojna zgradba in pomlajevanje gozdov Bohorja. Diplomsko naloga. UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 76 str.
- SIMONČIČ, T., 2009. Pomlajevanje gozdnih sestojev na območju Jatna v GGE Radeče: poročilo. ZGS, OE Brežice: 12 str.
- SIMONČIČ, T., BONČINA, A., 2010. Jelka v gozdovih Bohorja - posebnost v slovenskem merilu? Gozdarski vestnik, 68, 1: 3-15.
- STIERLIN, H. R., ZINGGELER, J., 2001. Terrestrial Inventory. V: Brassel, P., Lischke, H., ur. Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. WSL Swiss Federal Research Institute, WSL Swiss Federal Research Institute, Birmensdorf: 65-88.
- TOMPPPO, E., SCHADAUER, K., MCROBERTS, R. E., GSCHWANTNER, T., GABLER, K., STAHL, G., 2010. Introduction. V: (Tomppo e tal. (ur.)) National Forest Inventories. Springer Science + Business Media: 1-54.
- ZAR, J. H., 2010. Biostatistical analysis. Fifth edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey, 944 str.
- ZGS, 2008. Gozdnogospodarski načrt za GGE Bohor 2008-2017. Brežice, ZGS, OE Brežice.
- ZINGGELER, J., SCHWYZER, A., 2001. Game browsing damage survey. V: (Brassel, P., Lischke, H., ed.) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. WSL Swiss Federal Research Institute, Birmensdorf: 93-100.