

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Rok PISEK

**VPLIV STRUKTURNIH POSEBNOSTI SESTOJEV V
GOZDNIH REZERVATIH NA RAZVOJ MONITORINGA
GOZDNIH EKOSISTEMOV**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Rok PISEK

**VPLIV STRUKTURNIH POSEBNOSTI SESTOJEV V GOZDNIH
REZERVATIH NA RAZVOJ MONITORINGA GOZDNIH
EKOSISTEMOV**

MAGISTRSKO DELO

**INFLUENCE OF STRUCTURAL PARTICULARITIES OF FOREST
STANDS IN RESERVES ON IMPROVEMENT OF FOREST
ECOSYSTEM MONITORING**

MASTER OF SCIENCE THESIS

Ljubljana, 2010

Magistrsko delo je bilo izdelano na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani v okviru podiplomskega študija varstva naravne dediščine. Terenska dela so bila opravljena v pragozdu Krokav v gozdnogospodarski enoti Ravne, Območna enota Kočevje.

Senat Biotehniške fakultete v Ljubljani je dne 26.02.2007 za mentorja imenoval prof. dr. Jurij Diaci, ter za somentorja doc. dr. David Hladnik, oba z Biotehniške fakultete, Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc Batič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Član in mentor: prof. dr. Jurij Diaci

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Član in somentor: doc. dr. David Hladnik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Članica: prof. dr. Alenka Gaberščik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Rok Pisek

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA

ŠD Md

DK GDK 228.81:524.636(043.2)=163.6

KG monitoring/gozdni rezervati/pragozdovi/Krokar/Rajhenavski Rog/metodologije

AV PISEK, Rok, univ. dipl. inž. gozd.

SA DIACI, Jurij (mentor), HLADNIK, David (somentor)

KZ SI - 1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva ulica 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, podiplomski študij varstva naravne

LI 2010

IN VPLIV STRUKTURNIH POSEBNOSTI SESTOJEV V GOZDNIH REZERVATIH
NA RAZVOJ MONITORINGA GOZDNIH EKOSISTEMOV

TD Magistrsko delo

OP XIV, 119 str., 26 pregl., 35 sl., 5 pril., 103 vir.

IJ sl

JI sl / en

AI V nalogi je predstavljen razvoj in pomen mreže gozdnih rezervatov v Evropi in Sloveniji, kjer so ti so že dlje časa spoznani kot referenčni objekti za gospodarjenje z gozdom. Ker danes nove smernice v raziskovanju zahtevajo spremembe monitoringa gozdnih rezervatov so bile pragozdu Krokar (2004) in Rajhenavski Rog (2006) izvedene meritve na mreži stalnih vzorčnih ploskev, hkrati pa tudi polna izmera vseh dreves. Izbrani sestojni parametri (debelinska struktura glede na število dreves in lesno zalogo, temeljnica, drevesna sestava, količina velikih drevesnih ostankov) so bili primerjani s preteklimi meritvami in tudi s primerljivimi sosednjimi sestoji gozdnih rezervatov in mnogonamenskih gozdov. Na podlagi teh analiz stanja in razvoja obravnavanih objektov od preteklih desetletij do danes so prikazana nekatera njihova prihodnja razvojna gibanja, ob tem pa tudi prednosti in pomanjkljivosti obstoječih metod in načinov dela. V nalogi so predlagane nekatere dopolnitve s katerimi bi obstoječa metodologija meritev na stalnih vzorčnih ploskvah v mnogonamenskem gozdu ustrezala za spremljanje stanja v gozdnih rezervatih. Predvideva se, da bi predlagana metodologija tako z vidika stroškov kot tudi kakovosti pridobljenih informacij zadovoljila vse zahteve učinkovitega spremljanja razvoja proučevanih objektov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND MTh

DC FDC 228.81:524.636(043.2)=163.6

CX monitoring/forest reserve/old-growth forest/Krokar/Rajhenavski Rog/methodology

AU PISEK, Rok, B. Sc.

AA DIACI, Jurij (supervisor), HLADNIK, David (co-supervisor)

PP SI - 1000 Ljubljana, SLO, Jamnikarjeva ulica 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study Programme in
Protection of Natural Heritage

PY 2010

TI INFLUENCE OF STRUCTURAL PARTICULARITIES OF FOREST STANDS IN
RESERVES ON IMPROVEMENT OF FOREST ECOSYSTEM MONITORING

DT Master of Science Thesis

NO XIV, 119 p., 26 tab., 35 fig., 5 ann., 103 ref.

LA sl

AL sl / en

AB This thesis presents the development and importance of the network of forest reserves (FR) in Europe and Slovenia. FR have long been recognized as reference objects for forest management. Today new research trends require changes in monitoring of FR so it has been decided to perform measurements on a network of permanent sample plots (PSP) and carry out a full callipering of all trees in the old-growth forest Krokar (2004) and Rajhenavski Rog (2006). Selected stand parameters (diameter structure, number of trees and growing stock, basal area, tree species composition, amount of large tree debris) were compared with previous measurements and with comparable stands of FR and multipurpose forests (MPF). This analysis of the condition and development of stands over the past few decades provides insight into their future development trends and the advantages and disadvantages of existing methods and working procedures. Some additions were proposed to the existing methodology of measurements at PSP in MPF to improve monitoring of the situation in FR. It is believed that the proposed methodology in terms of both cost and quality of information meet all the necessary requirements with regard to monitoring the development of the studied forest stands.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XIII
OKRAJŠAVE	XIV
1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA	1
2 DOSEDANJE RAZISKAVE V GOZDNIH REZERVATIH	6
2.1 Raziskave gozdnih rezervatov v Sloveniji	6
2.2 Mednarodne raziskave zavarovanih gozdov	10
2.3 Obstoječe inventurne metode zavarovanih gozdov in gozdnih rezervatov	11
2.3.1 Priporočena metodologija monitoringa COST akcije E4	14
2.3.2 Monitoring gozdov na trajnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije	16
2.3.3 Najpomembnejša priporočila pri izločanju novih gozdnih rezervatov	18
2.3.4 Najpomembnejša priporočila pri oblikovanju monitoringa gozdnih rezervatov	19
2.4 Razlogi za spremembe spremljanja stanja in ugotavljanja sprememb gozdnih rezervatov v Sloveniji	21
3 CILJI NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE	22
4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA	24
4.1 Objekt raziskave	24
4.1.1 Lega in relief	24
4.1.2 Podnebje	25
4.1.3 Matična podlaga in tla	26
4.2 Prisotni režimi upravljanja	27
4.2.1 Pragozdova Krokar in Rajhenavski Rog	29
4.2.1.1 Pragozd Krokar	29
4.2.1.2 Pragozd Rajhenavski Rog	32
4.2.2 Gozdni rezervati	34
4.2.3 Ekocelice	35
4.2.4 Ostali gozdovi	36

4.2.5 Varovalni gozdovi.....	37
4.3 Metode dela.....	37
4.4 Poimenovanja gozdnih združb.....	43
4.5 Način izračuna porabe časa in stroškov meritev	44
5 REZULTATI	46
5.1 Število dreves.....	46
5.1.1 Primerjava števila dreves obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov	47
5.2 Temeljnica.....	49
5.2.1 Primerjava temeljnice obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov.....	51
5.3 Lesna zaloga.....	52
5.3.1 Časovni razvoj lesne zaloge.....	54
5.3.2 Primerjava lesne zaloge obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov	56
5.4 Debelinska struktura	58
5.4.1 Časovni razvoj debelinske strukture pragozdov	60
5.4.2 Primerjava debelinske strukture obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov	63
5.5 Veliki drevesni ostanki	65
5.5.1 Časovni razvoj količine velikih drevesnih ostankov.....	68
5.5.2 Primerjava količine velikih drevesnih ostankov obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov	69
5.6 Vrstna sestava	71
5.7 Sestoji in njihove razvojne faze	71
5.8 Povzetek primerjav rezultatov polne izmere in metode SVP	74
5.9 Vzorčna napaka in velikost proučevanega objekta.....	75
5.9.1 Lesna zaloga	75
5.9.2 Veliki drevesni ostanki	77
5.10 Poraba časa in stroški meritev.....	80
5.10.1 Stroški meritev na stalnih vzorčnih ploskvah	80
5.10.2 Stroški meritev s polno izmero	80
5.10.3 Primerjava stroškov obeh metod.....	81

6 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI.....	82
6.1 Struktura zavarovanih in mnogonamenskih gozdov.....	82
6.1.1 Število dreves.....	82
6.1.2 Temeljnica	83
6.1.3 Lesna zaloga	84
6.1.4 Debelinska struktura sestojev	86
6.1.5 Veliki drevesni ostanki	87
6.1.6 Sestoji, njihova drevesna sestava in razvojne faze	92
6.2 Predlog monitoringa gozdnih rezervatov	93
6.2.1 Vzorčna napaka in velikost proučevanega objekta	93
6.2.2 Poraba časa in stroški meritev.....	94
6.2.3 Oblikovanje predloga monitoringa gozdnih rezervatov.....	95
7 POVZETEK.....	99
8 SUMMARY	103
9 VIRI	108
9.1 Citirani viri.....	108
9.2 Ostali viri	118
ZAHVALA	120
10 PRILOGE.....	121

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne informacije o gozdnih rezervatih (Prostorski ..., 2009).....	2
Preglednica 2: Priporočene površine merjenja posameznih parametrov na izbrani površini	16
Preglednica 3: Lastnosti mreže stalnih vzorčnih ploskev v gospodarskem gozdu Slovenije (Prostorski ..., 2009).....	17
Preglednica 4: Pregled povezav med veljavnimi in starimi poimenovanji gozdnih združb (Robič 2001)	43
Preglednica 5: Pregled razmerij med urnimi postavkami posameznih delovnih mest	45
Preglednica 6: Število dreves v pragozdovih Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006	46
Preglednica 7: Število dreves v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004.....	48
Preglednica 8: Število dreves v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006.....	48
Preglednica 9: Temeljnica sestojev v pragozdu Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006	50
Preglednica 10: Temeljnica dreves v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004.....	51
Preglednica 11: Temeljnica dreves v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006.....	51
Preglednica 12: Primerjava aritmetične sredine ocene lesne zaloge na SVP s polno izmero v obeh obravnavanih pragozdovih.....	53
Preglednica 13: Lesna zaloga v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih.....	57
Preglednica 14: Lesna zaloga v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih.....	57
Preglednica 15: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006	65
Preglednica 16: Količina velikih drevesnih ostankov po kategorijah iglavci/listavci in ležeči/stoječi.....	67

Preglednica 17: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004	69
Preglednica 18: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006	70
Preglednica 19: Prikaz števila in površin sestojev po kategorijah gozda v GGE Ravne v letu 2004	72
Preglednica 20: Prikaz števila in površin sestojev po kategorijah gozda v GGE Rog v letu 2006	72
Preglednica 21: Osnovni podatki o velikosti izločenih sestojev v obeh obravnavanih enotah	72
Preglednica 22: Povzetek primerjav rezultatov polne izmere in metode SVP v pragozdu Rajhenavski Rog in Krokar	74
Preglednica 23: Število vzorčnih ploskev v obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdovih	75
Preglednica 24: Analiza lesne zaloge v proučevanih objektih	76
Preglednica 25: Analiza količine velikih drevesnih ostankov v proučevanih objektih	78
Preglednica 26: Primerjava stroškov glede na način meritve ter velikost objekta in gostoto vzorčenja	81

KAZALO SLIK

Slika 1: Območja NATURA 2000 (Območja ..., 2009) in gozdni rezervati (Prostorski ...,) v Sloveniji	3
Slika 2: Ključ za popis velikih drevesnih ostankov (Albrecht, 1990, cit. po Meyer in sod., 2001)	13
Slika 3: Lega GGE Ravne s pragozdom Krokar ter GGE Rog s pragozdom Rajhenavski Rog na pregledni karti.....	25
Slika 4: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Ravne s prisotnimi kategorijami gozda	27
Slika 5: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Ravne s prisotnimi kategorijami gozda	28
Slika 6: Prikaz lege pragozda Krokar z okoliškima gozdnima rezervatoma Borovec in Krempa na TTN 5	30
Slika 7: Pogled v pragozd Krokar in preko njegovih meja.....	31
Slika 8: Pragozd Rajhenavski Rog pozno jeseni pred mrakom	32
Slika 9: Prikaz lege pragozda Rajhenavski Rog s sosednjim gozdnim rezervatom Rog na TTN 5	33
Slika 10: Pogled na gozdni rezervat Jezero v gozdnogospodarski enoti Ravne	34
Slika 11: Primer dela izločene ekocelice v gozdnogospodarski enoti Rog	35
Slika 12: Prikaz zgoščene mreže stalnih vzorčnih ploskev v pragozdovih Krokar in Rajhenavski Rog z okoliškimi gozdnimi rezervati (Borovec, Krempa in Rog)	40
Slika 13: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene števila dreves ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog.....	47
Slika 14: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen števila dreves ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih.....	49
Slika 15: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene temeljnice ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog.....	50
Slika 16: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen temeljnice ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih.....	52

Slika 17: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene lesne zaloge ($\alpha=0,05$) pragozda Krokar in Rajhenavski Rog	54
Slika 18: Razvoj lesne zaloge v Pragozdu Krokar v obdobju od leta 1961 do 2004 (Hartman, 2007)	55
Slika 19: Razvoj lesne zaloge v Pragozdu Rajhenavski Rog v obdobju od leta 1957 do 2007 (delno po Bončina, 1999)	56
Slika 20: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen lesne zaloge ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih	58
Slika 21: Razporeditev lesne zaloge po debelinskih stopnjah v pragozdovih Krokar (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) v letu 2004 oz. 2007 (polna izmera)	59
Slika 22: Gibanje števila dreves (od 1957 do 2007) v pragozdu Rajhenavski Rog s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah) (delno po Bončina, 1999)	60
Slika 23: Gibanje števila dreves (od 1995 do 2004) v pragozdu Krokar s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah) (delno po Hartman, 2009)	61
Slika 24: Število dreves po razširjenih debelinskih stopnjah v pragozdu Rajhenavski Rog in Krokar s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah)	62
Slika 25: Primerjava debelinske strukture pragozda Krokar s primerljivimi gozdnimi rezervati in kategorijo ostalih gozdov	63
Slika 26: Primerjava debelinske strukture pragozda Rajhenavski Rog s primerljivimi gozdnimi rezervati in kategorijo ostalih gozdov	64
Slika 27: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene velikih drevesnih ostankov ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog	66
Slika 28: Razporeditev velikih drevesnih ostankov po debelinskih stopnjah v pragozdovih Krokar (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) v letu 2004 oz. 2007 (polna izmera)	66

Slika 29: Gibanje količine velikih drevesnih ostankov v pragozdovih Krokar (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 1987, Hartman, 2007) v zadnjih desetletjih (polna izmera)	68
Slika 30: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen količine velikih drevesnih ostankov ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih.....	70
Slika 31: Deleži razvojnih faz po kategorijah gozda v GGE Ravne (2004) in GGE Rog (2006).....	73
Slika 32: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene lesne zaloge (m^3/ha , $\alpha=0,05$) v proučevanih objektih.....	76
Slika 33: Vrednost koeficienta variacije lesne zaloge v proučevanih gozdnih rezervatih (zeleni stolpci) in pragozdovih (oranžna stolpca).....	77
Slika 34: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene količine velikih drevesnih ostankov (m^3/ha , $\alpha=0,05$) v proučevanih objektih.....	78
Slika 35: Vrednost koeficienta variacije količine velikih drevesnih ostankov v proučevanih gozdnih rezervatih (zeleni stolpci) in pragozdovih (oranžna stolpca).....	79

KAZALO PRILOG

Priloga A: Priporočeni podatki, ki naj se zbirajo na vzorčnih ploskvah v naravnih gozdnih rezervatih (COST ..., 2000).....	121
Priloga B: Priporočeni podatki, ki naj se zbirajo na večjih izbranih površinah v naravnih gozdnih rezervatih (COST ..., 2000).....	122
Priloga C: Karta gozdnih združb v pragozdu Krokar (delno po Virgin forest ..., 1993) ..	123
Priloga D: Podatki o obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdovih v evidenci odsekov Zavoda za gozdove Slovenije (Prostorski ..., 2009)	124
Priloga E: Podatki o obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdovih v evidenci gozdnih rezervatov Zavoda za gozdove Slovenije (Prostorski ..., 2009)	125

OKRAJŠAVE

DEn	denarna enota
EC	ekocelice
GGE	gozdnogospodarska enota
GGN	gozdnogospodarski načrt
GGO	gozdnogospodarsko območje
GR	gozdni rezervat
KV	koeficient variacije
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
OE	območna enota
OG	ostali mnogonamenski gozdovi
PG	pragozd
PI	polna izmera
SVP	stalna vzorčna ploskev
VDO	veliki drevesni ostanki
VG	varovalni gozdovi
ZGS	Zavod za gozdove Slovenije

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

Redke so krajine v Evropi, še posebej pa v Sloveniji, v katerih gozd nima pomembnejše vloge. Tudi zato se je gozd zasidral v nas samih, v našem delu in dojemanju sveta. Njegov ekološki pomen se ne odraža le v prostorskem deležu, ki mu pripada v prostoru, temveč predvsem v njegovi razporeditvi in delovanju. Za proučevanje naravnega razvoja gozda so najdragocenejše tiste površine, ki so bile skozi zgodovino od človeka najmanj motene.

V zadnjih stoletjih se je v Evropi močno zmanjšal delež gozdov, v katere človek s svojo dejavnostjo še ni posegel. Tega se je kmalu začela javnost, tako strokovna kot laična, vse bolj zavedati. Zato so današnji naravni gozdovi in izjemno redki pragozdni ostanki večinoma vključeni v mreže gozdnih rezervatov. Velika biološka raznovrstnost v teh gozdovih, njihova naravnost in enkratnost so bile ključne točke njihovega zavarovanja (Parviainen in sod., 1999).

Ideja ohranitve posameznih izjemno ohranjenih predelov gozda je že stara. Prva dokumentirana uresničitev te ideje v Sloveniji sega v konec devetnajstega stoletja, z izločitvijo pragozdnega ostanka v oddelkih 38 in 39 v Goteniškem pogorju iz gospodarjenja (Hartman, 1999). Danes so takšni pragozdni ostanki izjemno redki in neenakomerno razporejeni v prostoru.

Spoznanje, da je pogoj za sonaravno gojenje gozdov, poznavanje razvojnih zakonitosti naravnih gozdov, je tiste, ki so delali z gozdom, privedlo do ugotovitve, da potrebujemo gozdne rezervate. Tako so v Sloveniji v drugi polovici sedemdesetih let dvajsetega stoletja na podlagi izdelanih kriterijev izločili dele gospodarskih gozdov in jih prepustili naravnemu razvoju. Ti kriteriji so bili (Mlinšek in sod., 1980):

- Dolgoročni raziskovalni cilj, med drugim tudi proučevanje človeškega vpliva na gozdne ekosisteme in naravnih poti regeneracije (sukcesije).
 - V mreži gozdnih rezervatov naj bodo enakomerno zastopane vse fitogeografske regije Slovenije.
 - Mreža gozdnih rezervatov naj zajema vsa najpomembnejša gozdna rastišča.
-

- Sestoji in rastišča naj bodo čim bolj ohranjeni - razen v primeru drugačnih ciljev raziskovanja (proučevanje sukcesijskega razvoja vegetacije).

Tako izločeni rezervati danes tvorijo mrežo, ki pokriva celotno Slovenijo in se še vedno dopolnjuje (Diaci in sod., 2006). Zavarovanje in razglasitev teh posebnih, predvsem pa tipičnih gozdov, omogoča njihov razvoj po naravni poti. Te »laboratorije na prostem«, kot jih imenuje Großer (1961) je potrebno proučevati, saj nam izsledki tega spremljanja stanja in razvoja lahko znatno pomagajo pri čim bolj sonaravnem gospodarjenju z ostalimi gozdovi (Mlinšek, 1967; Leibundgut, 1982; Mayer, 1984; Diaci, 2006).

Danes poleg lesa pričakujemo od gozda tudi druge donose. Vrednote varstva narave močno pridobivajo na pomenu, hkrati pa se zastrujejo ekonomske razmere, v katerih za nekatere delovno intenzivne ukrepe ne najdemo več prostora. Da bi dosegli zastavljene cilje se nam kot najprimernejši ponuja koncept sonaravnega gospodarjenja (Meyer, 2005). Sonaravno gospodarjenje je prav tako ključni element Resolucije o nacionalnem gozdnem programu (2007). Vse posege v gozd prilagajamo naravnim razvojnim zakonitostim, s čimer ohranjamo trajnost gozda in njegovih funkcij, izrabljamo samodejnost ter ohranjamo ustrezno proizvodnost gozdnih sestojev (Resolucija ..., 2007).

V gozdnih rezervatih so prepovedane vse vrste izkoriščanja. Zavarovani so na podlagi Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom (Uredba ..., 2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009). Skupaj z ekocelicami, varovalnimi gozdovi in gozdovi s poudarjenimi nelesnimi funkcijami tvorijo mrežo primarnih zatočišč za floro in favno, ki zanaša približno 10 % površine slovenskih gozdov (Diaci in sod., 2006). Razglašeni gozdni rezervati pokrivajo danes nekaj manj kot 1 % površine slovenskih gozdov. Natančnejši pregled nam podaja preglednica 1:

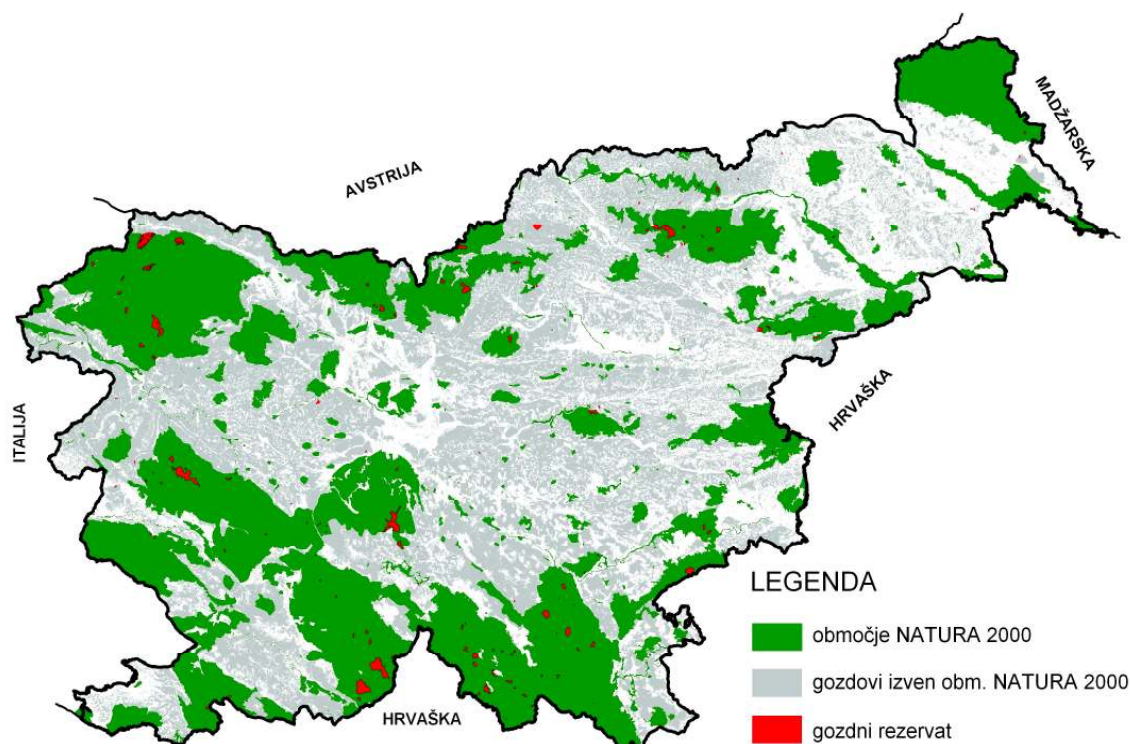
Preglednica 1: Osnovne informacije o gozdnih rezervatih (Prostorski ..., 2009)

Table 1: Basic information about forest reserves (Prostorski ..., 2009)

Površina	9.619,05 ha
Število	172
Povprečna velikost	55,90 ha
Najmanjši gozdni rezervat	1,00 ha
Največji gozdni rezervat	794,40 ha

Poleg gozdnih rezervatov obstaja danes v Sloveniji kar nekaj vrst zavarovanih območij. Zavarovana območja obsegajo seveda tudi gozdove in s tem tudi gozdne rezervate, katerih mreža obstaja že dobri dve desetletji in v katerih se od zavarovanja naprej, razen vpliva raziskav in občasnega nadzorovanega obiska, ter posrednega vpliva preko človekovega spreminjanja in onesnaževanja ozračja, gozd nemoteno razvija. Tem območjem se, skladno z novimi zahtevami družbe, stalno pridružujejo tudi novi predlogi območij za zavarovanje. Razlogi za njihovo zavarovanje so zelo različni. Kljub temu najdemo med njimi stično točko. Ta je v večini primerov ohranjenost življenjskih prostorov za posamezne vrste.

Eno izmed takšnih območij je ekološko omrežje NATURA 2000. Omrežje sestavljajo ohranjeni habitati, ki ustrezajo merilom direktive o pticah in (ali) direktive o habitatih (Skoberne, 2004). Ta območja nam skupaj z lego gozdnih rezervatov prikazuje slika 1.



Slika 1: Območja NATURA 2000 (Območja ..., 2009) in gozdni rezervati (Prostorski ...,) v Sloveniji

Figure 1: NATURA 2000 sites (Območja ..., 2009) and forest reserves (Prostorski ...,) in Slovenia

Območja NATURA 2000 in gozdni rezervati v večini primerov prostorsko sovpadajo. Znotraj teh območij leži 141 gozdnih rezervatov, ki predstavljajo kar 94,4 % vse površine gozdnih rezervatov.

V času osnovanj prvih gozdnih rezervatov sta bili najpomembnejši povod za to izraženi raziskovalna in funkcija varovanja naravne dediščine. Seveda pa so že takrat, še posebej pa v zadnjem času, v ospredju tudi druge vloge gozda in s tem tudi gozdnih rezervatov. Tako je v nekaterih lažje dostopnih rezervatih obisk vse večji in tako v predelih, ki so predvideni za nemoten razvoj brez človekovega vpliva, lahko postaneta premočno izražena rekreativna ali turistična funkcija moteči. Da se izognemo konfliktom, je potrebno te aktivnosti spoznati, proučiti in jih primerno usmeriti z vodenimi ogledi, informativnimi tablami izven rezervatov, označitvijo pešpoti v robnem območju, ponekod pa tudi omejiti.

Namen ohranjanja, varovanja in proučevanja naravnih gozdov v rezervatih je večstranski (Mlinšek, 1972; Anko, 1975; Diaci, 2006). Poleg pomena ohranjanja neokrnjene narave zanamcem, ohranjanja ter varovanja redkih in ogroženih rastlinskih in živalskih vrst, proučevanja naravnega izboljšanja degradiranih gozdov in rastišč, ohranjanja izvornih genskih virov v gozdovih, poučnih, rekreacijskih in drugih vidikov, sta za nas najpomembnejša vidika razvijanje temeljnih naravoslovnih znanosti, na primer proučevanja spontanega naravnega razvoja in nadziranja okolja ali kot referenca različnim načinom gospodarjenja ter razvijanja uporabnih naravoslovnih znanosti.

Naše vedenje o zgradbi in delovanju gozda v veliki meri temelji na praktičnih izkušnjah in rezultatih raziskav, ki so bili pridobljeni v bolj ali manj spremenjenih gospodarskih gozdovih. Racionalno, sonaravno gospodarjenje je mogoče le, če imamo znanje o procesih, ki jih v neokrnjenih gozdovih vodi narava. To znanje nato smiselno vključimo v naše delo z gozdovi. Raziskave pragozdov in gozdnih rezervatov tako niso namenjene le varovanju gozdov samih, temveč so tudi naravni laboratorij za proučevanje nemotenih naravnih življenjskih procesov posameznih dreves in celotnih sestojev (Leibundgut, 1982).

Gozdni rezervati so referenčni objekti za gospodarjenje z gozdom. Kažejo nam pot, po kateri se razvijajo naravi prepuščeni gozdovi. Zato je pomembno, da ta razvoj spremljamo s periodičnimi opazovanji in meritvami ter s pomočjo sinteze pridobljena spoznanja in izsledke prenesemo v naše delo z gospodarskimi gozdovi.

V nalogi bomo raziskali razlike v zgradbi sestojev med različnimi režimi gospodarjenja ter njihov vpliv na izbor metod spremljanja gozdnih rezervatov. V analizi se bomo iz nabora

številnih kazalnikov, ki jih lahko uporabimo za dolgoročno spremljanje stanja gozda omejili le na ožji segment. Kljub temu menimo, da bomo lahko na ta način proučili prednosti in pomanjkljivosti posameznih metod in predlagali najprimernejšo metodo za spremljanje stanja. Zato v nadaljevanju podajamo pregled dosedanjih raziskav na področju spremljanja gozdnih rezervatov v Sloveniji in mednarodna priporočila, ki se nanašajo na to področje.

2 DOSEDANJE RAZISKAVE V GOZDNIH REZERVATIH

Danes so gozdni rezervati, navkljub vsem deklarativnim izjavam o njihovem pomenu in kljub številnim posamičnim raziskavam, še vedno nekakšne bele ali vsaj sive lise v okviru gozdarskega načrtovanja. Da bi lahko zaživel svojo vlogo referenčnih objektov sonaravnega gospodarjenja potrebujejo stalno spremljanje stanja. Zaradi vse večjih socialnih in ekoloških pritiskov na gozd se pri tem ne smemo osredotočiti le na reševanje gozdarskih problemov, temveč moramo opravljati tudi ekološki monitoring.

2.1 RAZISKAVE GOZDNIH REZERVATOV V SLOVENIJI

V Sloveniji je zelo dolga tradicija snemanj v strogih gozdnih rezervatih. Glede na razvoj metod spremljanja stanja bi lahko ločili tri obdobja (Diaci, 2006).

V prvem obdobju (1882 – 1950) so ob izdelavi ureditvenih elaboratov za veleposestniške gozdove na Kočevskem konec 19. stoletja, ki so bili podlaga za uvedbo sistematičnega in urejenega gospodarjenja z gozdovi, izvedli tudi prve meritve v na novo izločenih pragozdnih rezervatih. Tako je že leta 1893 Leopold Hufnagel izdelal prvi ureditveni elaborat za Auerspergove gozdove in ob tem izločil dobrih 300 ha pragozdnih rezervatov, ki so jih prepustili naravnemu razvoju. Ob tem je bil načrt izredno delo, saj je uvedel sonaravnejše »prebiralno« gospodarjenje v primerjavi z golosečnimi načini gospodarjenja. Pri naslednjih obnovah načrtov so nekatere od teh izločenih pragozdnih sestojev vsaj v grobem opisovali. V pragozdu Rajhenavski Rog so bili to Hufnagel (1904), Derbiš (1957), Knavs (1962), vsi cit. po Diaci in sod., 2006. Z začetkom podrobnejših meritev (npr. Rajhenavski Rog, prva polna izmera in podrobnejša analiza v letu 1957) se to obdobje konča.

V drugem raziskovalnem obdobju (1951 – 1980) zasledimo prve temeljitejšje raziskave pragozdov in nekaterih gozdnih rezervatov. Postavljene so bile raziskovalne ploskve (transekti velikosti 1 do 2 ha) v tipičnih razvojnih fazah gozda. Tu so potekale najprej dendrometrijske raziskave, nato pa že analize pomlajevanja (Mlinšek, 1967), analize poškodovanosti mladja zaradi divjadi in gozdnogojitvene raziskave (Mlinšek in Zupančič, 1974) ter fitocenološke raziskave (Puncer, 1980) in splošne ekološke ter mikološke raziskave (Hočevvar in sod., 1980).

Tretje obdobje (po letu 1980) je zaznamoval leta 1980 končani raziskovalni projekt Novi gozdni rezervati v Sloveniji, ki je med drugim poenotil raziskovalno delo v gozdnih rezervatih in pragozdovih (Mlinšek in sod., 1980). Oblikovali so smernice za izločanje trajnih raziskovalnih ploskev in ciklične inventure (Mlinšek, 1985).

To je bil eden izmed najpomembnejših premikov na tem področju, saj se je število razglašanih gozdnih rezervatov močno povečalo. Takrat se je tudi začelo s prvimi raziskovanji, ki pa so bila omejena le na nekatere gozdne rezervate. V večini primerov se je izvedel popis ničelnega stanja. Ponekod so bile osnovane tudi že omenjene stalne raziskovalne ploskve, na katerih so bile okviru razpisanih diplomskih nalog s strani Oddelka za gozdarstvo Biotehniške fakultete ponekod izvedene tudi ponovitve popisov (Diaci in sod., 2006).

Primer izvedbe takšne meritve je meritev v gozdnem rezervatu Savica-Ukanc, ki leži v gozdnogospodarskem območju Bled. Tu je bil prvi popis izveden v letu 1983 z naslednjo ponovitvijo v letu 1998 (Ahačič, 2002).

Prav tako v okviru diplomskih nalog so bile v nekaterih gozdnih rezervatih proučevane razne posebne teme, zanimive za širše območje. Tako je bila v rezervatu Planina Trstje-Tosc na robu pokljuške planote opravljena inventarizacija funkcij in vlog gozda. Problematika prepleta socialnih, proizvodnih in ekoloških funkcij je tu precej pereča, saj so gozdovi v osrednji coni TNP (Klančar, 1998).

Če natančneje pogledamo nekatera diplomska dela, ki obravnavajo tematiko gozdnih rezervatov, ugotovimo, da je spekter raziskovanja zelo širok, raziskave na nekaterih objektih pa imajo že dolgo zgodovino. Tako je Cvenkel (1988) v dolini Lopusnice v letu 1983 izvedel fitocenološko kartiranje in meritev, to pa je Poljanec (2000) v letu 1998 ponovil ter na tej podlagi ugotavljal, kako se razvija alpski smrekov gozd. Opisal je takratno stanje drevesne sestave, lesne zaloge s prirastkom, zgradbe sestojev, slojevit in vitalnost dreves ter njihovo razvojno težnjo, zdravstveno stanje in obliko krošenj. Hkrati so ga zanimale tudi razvojne zakonitosti kot so uspešnost pomlajevanja in njegove odvisnosti od različnih dejavnikov (svetlobe, mikroreliefa, talnih razmer, pokrovnosti pritalne vegetacije itd.).

V povsem drugačnih klimatskih razmerah je leta 1998 Belak (1998) popisal ničelno stanje gozdnega rezervata Babji Ložič pri Ljutomeru v gozdnogospodarskem območju Murska Sobota. Pri popisu ničelnega stanja je ob zbiranju podatkov uporabil vse dostopne pisne in preverjene ustne vire (gozdnogospodarske načrte, letalske posnetke in digitalne ortofotoposnetke (ciklična aerosnemanja nam omogočajo tudi opazovanje razvoja sestojev), stare podatke polnih izmer (če so obstajale), gozdarske kronike in kronike gozdnih rezervatov, zemljiško knjigo itd.).

Podobno raziskavo je v svojem diplomskem delu izvedel tudi Magajna v gozdnem rezervatu Veliki Bršljanovec, v gozdnogospodarskem območju Postojna. Na tem prostoru je zabeležen zanimiv stik naravne in kulturne dediščine, saj skozi obravnavani gozdni rezervat poteka rimski kontrolno – zaporni zid *limes* (Magajna, 1999).

Ker nas bodo v nadaljevanju zanimali tudi različni pristopi pri obravnavanju strukture gozda, moramo na tem mestu omeniti tudi delo prof. dr. Bončine, ki je to temo obravnaval v svoji doktorski disertaciji (Bončina, 1997). Še podrobneje pa je prostorska razporeditev posameznih sestojnih znakov zanimala dr. Puhka, ki je raziskoval prostorski razpored dreves v pragozdu Krokar na izbrani raziskovalni ploskvi (Puhek, 1998).

Poleg raziskav v okviru diplomskih nalog so bili v zbirki Strokovna in znanstvena dela objavljeni mnogoteri članki in rezultati samostojnih raziskav s tega področja. Tako je prof. dr. Mlinšek pisal o naravnem gozdu v Sloveniji ter smernicah za nadaljnja raziskovanja (Mlinšek, 1985). Prav tako so natančno proučene ekološke razmere, vegetacija in sestoji z vidika razširjenosti gliv v dinarskih gorskih pragozdovih na Kočevskem in Trnovskem gozdu (Hočevar in sod., 1995) ter tudi v nekaterih ostalih ohranjenih gozdovih (Gorjanci, Krakovski gozd).

Veliko dosedanjega dela na področju spremljanja stanja in razvoja gozdnih rezervatov je bilo opravljenega tudi na podlagi samoiniciative posameznikov. Skozi pretekla desetletja je bilo organiziranih kar nekaj delavnic, seminarjev in simpozijev, ki so se dotaknili te teme, ali jo tudi podrobneje obravnavali. V pragozdu Krokar so leta 1993 izvedli mednarodni tabor »Virgin Forest Slovenia '93«, v okviru katerega so izvedli več predavanj in

praktičnih raziskav, katerih rezultate so objavili v zaključnem poročilu (Virgin forest ..., 1993).

V spremljanju stanja gozdnih rezervatov sodeluje tudi Zavod za gozdove Slovenije. Ob obnovah gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot se v nekaterih gozdnih rezervatih odločajo za spremljanje stanja s polnimi izmerami ali s pomočjo stalnih vzorčnih ploskev. Pri tem se večinoma popisujejo kazalci, ki nas zanimajo tudi v gospodarskem gozdu (debelinska zgradba in lesna zaloga po drevesnih vrstah, stoječi veliki drevesni ostanki), zaradi specifičnih razmer (velikost objekta, večja pestrost) pa ugotavljajo, da obstoječa vzorčna metoda ni vedno povsem primerna. Značilnosti obstoječe metode meritev na stalnih vzorčnih ploskvah bodo podrobneje opisane v nadaljevanju. Ob tem pa se ponekod, sicer redko, a še vedno izvajajo tudi polne izmere (lahko tudi vzporedno z meritvami na SVP). V posameznih gozdnih rezervatih so bile v okviru pripravnih in strokovnih nalog opravljene tudi raziskave, ki so se usmerile na nekatere zanimive lokalne probleme (primer gozdni rezervat Smrajka v GGO Bled) (Ahačič, 2002).

Del sistema stalnega spremljanja naravnega gozda v Sloveniji je tudi periodični popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov, ki ga izvaja Gozdarski Inštitut Slovenije na mreži 4 x 4 in 16 x 16 km na najmanj vsakih 10 let. Pri tem se zbirajo podatki o obsegu, intenzivnosti in prostorski porazdelitvi poškodovanosti drevja ter njenem razvoju (Pravilnik ..., 2000). To zbiranje podatkov o gozdovih pa je danes preraslo prvotni namen in tako že skoraj opravlja vlogo nacionalne inventure gozdov.

Seveda pa se za ohranjene gozdove in s tem tudi gozdne rezervate zanimajo tudi raziskovalci negozdarskih strok. V raziskavah sodelujejo številni biologi, ornitologi in številni drugi raziskovalci ekoloških smeri. Tako je Perušek (1991) primerjal vrstno sestavo in dominantnost ptičjih vrst gospodarskega gozda in pragozdnega ostanka. Božič (2002) pa je proučeval pomen nekaterih ekoloških dejavnikov, ki vplivajo na številčnost vrst ptic v ohranjenih nižinskih gozdovih.

Ker se ti raziskovalci v svojem delu večinoma ne opredelijo na točno določen gozdni rezervat, ampak jih predvsem zanima areal vrste, ki jo proučujejo ali zelo specifičen ekosistem (npr. potok), se velikokrat območje teh raziskav z območjem rezervata le delno

pokriva. Tako je spremljanje stanja gozdnega rezervata skozi daljše časovno obdobje z vidika ekološkega monitoringa zelo težavno.

Ugotovimo lahko, da se je v posameznih rezervatih zaradi že več kot 100 letne tradicije meritev v rednih intervalih oblikovala izjemno pomembna zbirka podatkov. Nove smernice v raziskovanju pospešujejo primerjalne raziskave med pragozdovi in gospodarskim gozdom ter med pragozdovi različnih evropskih držav. Vse pomembnejše so tudi ekofiziološke in interdisciplinarne študije, kot je na primer projekt NAT-MAN (2005).

2.2 MEDNARODNE RAZISKAVE ZAVAROVANIH GOZDOV

Vzporedno z razvojem mreže gozdnih rezervatov in raziskavami v Sloveniji so tudi v ostalih evropskih državah potekale podobne aktivnosti, ki imajo danes krajšo ali daljšo tradicijo. Zagotovo pa lahko trdimo, da je zavest o pomenu gozdnih rezervatov v zadnjih desetletjih vse močnejša. Status in poimenovanje strogih gozdnih rezervatov sta med posameznimi državami zelo različna, ne glede na to pa imajo pomembno vlogo na vsaj dveh ravneh. So zaščiteno območje, v katerem nemoteno, brez vpliva človeka, potekajo naravni procesi, hkrati pa predstavljajo pomemben vir informacij za sonaravno gospodarjenje z gospodarskimi gozdovi. V evropskih razmerah z močno fragmentiranim gozdom in posledično močnim vplivom človeka je idealni scenarij popolnoma naravnega razvoja gozda večinoma nerealističen. Prav tako se moramo zavedati, da si v posameznih državah pojem strogi gozdni rezervat razlagajo zelo različno. V njih sta večinoma dovoljena lov in varstvo pred požari (COST ..., 2000).

Temeljno delo na področju raziskovalnih metod v gozdnih rezervatih srednje Evrope je Leibundgutova (1959) raziskovalna metodologija. Ta vsebuje opredelitve življenjskih faz ter navodila za izločanje in analizo sestojev na tipičnih trajnih raziskovalnih ploskvah. Natančne dendrometrijske analize živih in odmrlih dreves dopolnjujejo skice življenjskih faz ter narisi in tlorisi gozdov. Metodologijo so, sicer z veliko spremembami, sprejeli v večini srednjeevropskih držav, kar nam danes otežuje primerjavo izsledkov. Pomembne dopolnitve in premik v smeri modeliranja je ob snovanju mreže gozdnih rezervatov prinesla nizozemska metodologija (Koop, 1989). Zanimivo pa je, da življenjskih faz ne uporabljajo v anglosaških državah, kljub podobnim izhodiščem, na primer v Wattovi

(1947) zasnovi gozdnega cikla z razvojnimi fazami. Zaradi večje ponovljivosti zaporednih snemanj v času se je zato pri njih uveljavila metoda izločanja sestojnih vrzeli (Runkle, 1981).

2.3 OBSTOJEČE INVENTURNE METODE ZAVAROVANIH GOZDOV IN GOZDNIH REZERVATOV

Ob pregledu izvedenih raziskav, priporočil in obstoječih metodologij za spremljanje stanja dinamike gozdnih rezervatov lahko ugotovimo, da je danes v uporabi širok spekter inventurnih metod z različnimi izvedbami.

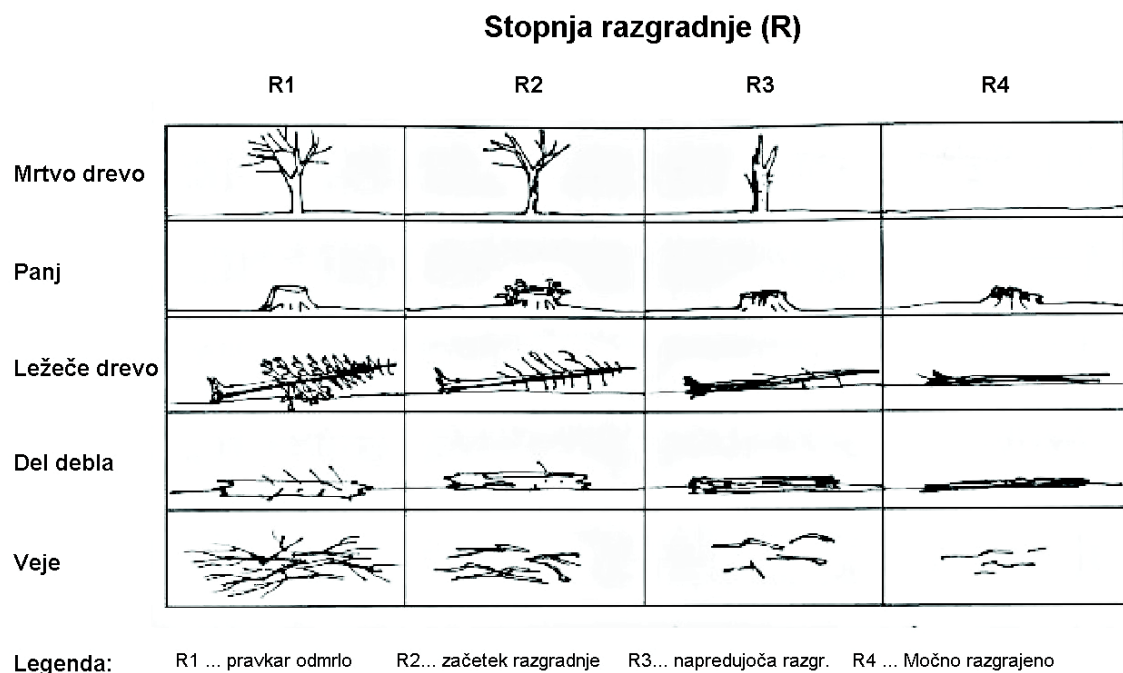
Znotraj posameznih držav so zelo dober koncept spremljanja gozdnih rezervatov razvili v Švici. Ta je enoten za celotno državo in omogoča zveznim oblastem pregled in nadzor nad gozdnimi rezervati, hkrati pa je vir informacij o gozdnih sukcesijah brez človekovega vpliva. Spremljajo tako gozdno strukturo kot tudi lastnosti dreves. Je kombinacija raziskav na skupno 95 ha osrednjih površin GR z velikostjo od 0,1 to 3,3 ha ter 1700 vzorčnih ploskev, ki so del švicarske nacionalne gozdne inventure. Vzorčno ploskev sestavljata dva kroga s površino 200 m² (notranji) in 500 m² (zunanji). V notranjem krogu je merski prag 12 cm, v zunanjem pa 36 cm. Velike drevesne ostanke (v nadaljevanju VDO) ločijo na stoječe in ležeče ter na iglavce in listavce. Vse premere določajo na cm natančno, poleg tega pa izmerijo tudi dolžino ostanka in cenijo stopnjo razpada. Popisujejo tudi pomlajevanje s popisom vseh osebkov od višine 10 cm naprej. Popis vključuje 14 gozdnih rezervatov (v nadaljevanju GR) z intenzivnimi raziskavami in 30 GR z ekstenzivnejšim pristopom. Tako prenovljen in izboljššan monitoring bo zagotavljal informacije o naravnem razvoju gozdov in habitatov številnih gozdnih združb, hkrati pa ohranil kontinuiteto večdesetletnih raziskav v okviru ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) Zürich (Brang in sod. 2008a).

V Franciji so na sistematičen način začeli spremljati razvoj gozdov leta 1998. Danes so GR oblikovani na vseh pomembnejših rastiščih. Mreža obsega 198 GR s skupno površino 10.300 ha. Način monitoringa je še v testni fazi. Predlagane ploskve naj bi bile velike 0,0314 ha (Anonymus 2005a; cit. po Brang in sod. 2008a).

V Avstriji so z raziskavami začeli v letu 1995. Danes spremljajo razvoj 180 gozdnih rezervatov na skupni površini 8.272 ha (Frank in sod. 2005; cit. po Brang in sod. 2008a). Uporabljajo metodo stalnih vzorčnih ploskev, ki omogočajo trajna opazovanja in za določanje odškodnine lastniku.

Zanimivo mrežo stalnih vzorčnih ploskev, na katerih se meritve opravljajo že več kot 50 let, imajo tudi v Italiji. Poleg te mreže v GR opravljajo v njih še številne druge meritve. Zaradi tega se pojavlja problem velikega števila izvajalcev, ki te meritve opravljajo, hkrati pa so tudi cilji raziskav zelo različni (Diaci, 1999).

V Nemčiji so v preteklosti po posameznih zveznih državah izvajali snemanja po zelo različnih metodologijah. Zaradi potrebe po primerljivosti izsledkov in uporabnosti podatkov na nacionalni ravni so bili prisiljeni v izdelavo enotne metodologije snemanja v gozdnih rezervatih, ki pa vseeno ni oblikovana kot ozko enoznačno navodilo, temveč se prilagaja potrebam. Opredeljeni so parametri, ki jih je nujno meriti. Za njih in tudi vse ostale neobvezne meritve pa so izdelani enotni postopki merjenja. Kombinirajo različne tipe ploskev (vzorčne, večje raziskovalne, razporejene v obliki satelitov ali v kvadratni mreži). Stalne vzorčne ploskve so velike od 5 do 10 arov, raziskovalne od 0,5 do 1 ha, manjše, sateliti, ki obkrožajo SVP pa so velike od 4,7 do 10 m². Podana so tudi enotna merila za določanje razgradnje velikih drevesnih ostankov (Meyer in sod., 2001). Ključ za določanje stopnje razgradnje glede na vrsto ostanka nam prikazuje slika 2.



Slika 2: Ključ za popis velikih drevesnih ostankov (Albrecht, 1990, cit. po Meyer in sod., 2001)

Figure 2: Key for large woody debris inventory (Albrecht, 1990, op cit. Meyer in sod., 2001)

Zelo dobro imajo zastavljen raziskovalni program tudi na Flamskem (Belgija). V posameznem gozdnem rezervatu (manjšem) imajo postavljeno mrežo stalnih vzorčnih ploskev. Ne glede na velikost rezervata pa število vzorčnih ploskev ne preseže 50 do 70. Ploskve so razporejene v mreži 50 × 50 metrov, v večjih pa imajo vzdolž gradienta položenih več transektov. Na teh ploskvah so se osredotočili na opazovanje sprememb v zgradbi in vrstni sestavi sestojev, vzamejo pa tudi vzorce tal in naredijo popis gnezdečih ptičev ter prisotnih gliv. Izsledke o strukturi in dinamiki gozda dopolnjujejo z informacijami iz aerofotoposnetkov. V najbolj značilnem delu rezervata je postavljena posebna ploskev velikosti 1 ha (70 × 140 m). Tu se še natančneje osredotočijo na sestojno zgradbo. Znotraj te ploskve je tudi ploskev za proučevanje pritalne vegetacije velikosti 200 m² (2×100 m). Izdelan je tudi način vnosa in obdelave tako pridobljenih podatkov. Raziskave potekajo pod okriljem Ministrstva za kmetijstvo, upravljanje z naravo in ribištvo, ki zagotavlja koordinacijo in financiranje (Vanderkerkhove, 1998).

S podobnimi raziskavami so začeli na Nizozemskem v letu 1983 (Broekmeyer in sod. 1993; cit. po Brang in sod. 2008a), kjer danes mreža gozdnih rezervatov, v katerih izvajajo raziskave, obsega 60 gozdnih rezervatov.

Vidimo, da se marsikje izvajajo inventure gozdov določenega območja na različnih ravneh (nacionalne inventure, inventure za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja, upravljanja z (za)varovanimi območji). Njihovo raznolikost sta Bricker in Ruggiero (1998) poskusila povezati v model, kar naj bi omogočilo celovito oceno naravnih virov in napovedovanje njihovega razvoja. Koncept vključuje vse podatke daljinskega zaznavanja, inventur, nacionalnih in regionalnih raziskav, intenzivnega monitoringa posameznih manjših ploskev in jih povezuje v model, ki poleg stanja in razvoja pojavov napoveduje tudi njihovo medsebojno odvisnost in spreminjanje glede na spremembe okoljskih dejavnikov.

2.3.1 Priporočena metodologija monitoringa COST akcije E4

Če želimo opisati gozdni ekosistem, je na voljo veliko parametrov, ki jih lahko merimo. Za katere od njih se odločimo, je odvisno od posameznega objekta raziskave. Vsekakor je vegetacija tisti parameter, ki je pri opisovanju gozdov najpomembnejši. Gozdna združba determinira strukturo gozdov in ima največji vpliv na energijsko ravnovesje in prehrabno verigo v gozdnem ekosistemu. Dinamika v gozdnem ekosistemu se odraža v procesu pomlajevanja, tekmovanju med osebki in hitrosti staranja posameznih drevesnih vrst. Poleg dreves in grmovne plasti je tudi pritalna vegetacija pomemben indikator stanja gozda, saj lahko z njeno pomočjo spoznamo stopnjo človekovega vpliva na gozd. Prav tako je dokazano, da sta struktura gozda in vegetacija v tesni povezavi z ostalimi komponentami gozdnega ekosistema, kot je na primer favna (COST ..., 2000).

V okviru projekta COST akcija E4 so podali priporočila za spremljavo stanja gozdnih rezervatov. Osnovni parametri, ki naj bi jih v okviru priporočene metodologije snemanja opisali, merili ali spremljali so naslednji:

- struktura gozda (skupaj z velikimi lesnimi ostanki),
 - grmovna plast,
 - pomladek,
 - in pritalna vegetacija.
-

Vse to pa naj bi naredili na takšen način, da bi bili merjenja sposobni ponoviti. Na ta način bi lahko opazovali, analizirali in primerjali pomlajevanje ter strukturo gozda skozi čas. To temeljno proučevanje gozdne vegetacije je možno nadgraditi tudi s spremljanjem dodatnih znakov, ki nam lahko dopolnijo naše razumevanje razvoja naravnih gozdov. Ti znaki so (COST ..., 2000):

- količina sončnega sevanja,
- pokrovnost pritalne vegetacije, h kateri vključimo tudi nižje rastline,
- fizikalne in/ali kemične značilnosti rastišča,
- prisotnost epifitov (lišajev, jetrnjakov, mahov),
- popis favne,
- količina in razgrajenost listnega opada,
- proizvodnje semena po posameznih letih in vrstah.

V okviru osnovne priporočene metodologije monitoringa v gozdnih rezervatih predlagajo dve stopnji inventure. Prva je opis celotnega gozdnega rezervata s pomočjo vzorčnih ploskev, druga pa podrobnejši opisi izločenih delov gozda (COST ..., 2000).

Osnova za priporočeno inventuro je torej osnivanje sistematične mreže vzorčnih ploskev, ki bo pokrivala celotni gozdni rezervat. Vzorčne ploskve so stalno označene, kar omogoča ponovljivost meritev. Velikost in heterogenost rezervata narekuje velikost vzorčnih ploskev in mreže. Priporočena stopnja vzorčenja je 5 – 10 % celotne površine. Gostota vzorčenja naj bi bila 1 vzorec na hektar, velikost vzorca pa 500 – 1000 m². Hkrati priporočajo naj bomo pri osnovanju mreže vzorcev prilagodljivi glede na naše potrebe in naravne in ekonomske možnosti (COST ..., 2000).

Poleg vzorčne mreže priporočajo, da izločimo tudi posamezne dele gozda, v katerih bi opravili podrobnejši opis. Ugotovili so, da je najprimernejša oblika kvadratna. Transekti so manj primerni. Velikost teh ploskev naj bi znašala približno 0,25 do 1,00 ha. V zadnjem času zagovarjajo še večje ploskve, zaradi manjšega robnega vpliva in lažje uporabe prostorsko določenih modelov. Prav tako jih je potrebno trajno označiti na terenu. Podatki, ki naj bi se snemali na teh ploskvah, opisujejo rastiščne in sestojne značilnosti (živa drevesa nad 5 cm prsnega premera, stoječi veliki drevesni ostanki, grmovna plast,

pomladek, ležeči veliki drevesni ostanki in pritalna vegetacija). Vse sestojne značilnosti se naj ne bi snemale na celotni površini. Priporočena površina je navedena v preglednici 2 (COST ..., 2000):

Preglednica 2: Priporočene površine merjenja posameznih parametrov na izbrani površini

Table 2: Recommended survey areas of examined parameters on selected area

PARAMETRI MERJENJA	OPAZOVANA POVRŠINA
Stoječa živa drevesa	Celotna izbrana površina
Stoječi veliki drevesni ostanki	Celotna izbrana površina
Grmovna plast	Delna površina (vzorčna mreža za g. plast)
Pomladek	Delna površina (vzorčna mreža za pomladek)
Ležeči veliki drevesni ostanki	Celotna izbrana površina
Pritalna vegetacija	Delna površina (lahko vzorčna mreža za poml.)

Zelo podobne skupine podatkov naj bi se snemale tudi na vzorčnih ploskvah, razlika pa je v tem, da se tu priporoča za posamezne parametre snemanje večjega števila podatkov. Natančnejši seznam vseh priporočenih meritev na vzorčnih ploskvah ter na večjih izbranih površinah je naveden v prilogah A in B. Navedeni parametri so razvrščeni glede na pomembnost snemanja (COST ..., 2000).

2.3.2 Monitoring gozdov na trajnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije

Meritve dreves na stalnih vzorčnih ploskvah imajo v Sloveniji že dolgo tradicijo. Prve stalne vzorčne ploskve so osnovali leta 1971 v gozdnogospodarskem območju Bled, kjer so takšen način izmere obdržali do danes. Tudi na nekaterih drugih območjih (Celje, Slovenj Gradec) so v istem letu poskusili s podobno metodo, ki pa so jo v naslednjih letih postopoma opustili. S sprejetjem Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih leta 1998 (Pravilnik ..., 1998) je postalo zbiranje podatkov za ugotavljanje stanja in razvoja gozdov na podlagi podatkov s stalnih vzorčnih ploskev obvezno na rastiščih s povprečno letno proizvodno zmogljivostjo vsaj 4 m³/ha. Pravilnik je predpisal tudi dopustno vzorčno napako za oceno lesne zaloge, kar posredno vpliva na potrebno gostoto mreže stalnih vzorčnih ploskev (Matijašič in Pisek, 2004).

Preglednica 3 nam prikazuje lastnosti mreže stalnih vzorčnih ploskev v gospodarskem gozdu Slovenije. Vidimo lahko, da je večina ploskev v razporejena na mreži od 200 × 200 m do 250 × 250 m v manjših, manj homogenih gospodarskih razredih in boljših gozdovih

in na mreži 200×500 m do 250×500 m v večjih homogenejših ali manj donosnih gospodarskih razredih.

Preglednica 3: Lastnosti mreže stalnih vzorčnih ploskev v gospodarskem gozdu Slovenije (Prostorski ..., 2009)

Table 3: Permanent sample plots net characteristics in managed forest in Slovenia (Prostorski ..., 2009)

Ploskovna vrednost (ha)	Mreža (m)	Število ploskev (N)	Delež (%)
1,000	100×100	64	0,1
1,563	125×125	303	0,3
2,500	125×250	67	0,1
4,000	200×200	10.861	10,6
5,000	200×250	10.680	10,5
6,250	250×250	17.414	17,1
8,325	250×333	383	0,4
10,000	200×500	18.598	18,1
12,500	250×500	39.103	38,2
16,650	333×500	272	0,3
20,000	200×1000	193	0,2
25,000	500×500, 250×1000	3.164	3,1
50,000	500×1000	60	0,1
64,000	800×800	29	0,0
100,000	1000×1000	933	0,9

Metoda stalnih vzorčnih ploskev je metoda, ki prenaša klasično zamisel kontrole z odseka na vzorčno ploskev. Mreža teh vzorčnih ploskev je stalna. Na njih ugotavljamo stanje, hkrati pa ob ponavljanju snemanj skozi čas lahko spremljamo razvoj in spremembe gozdnih sestojev. To nam omogoča kontrolo učinkovitosti gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih ukrepov, ki so seveda v tesni odvisnosti od sestojnih tipov in rastišč.

Ta metoda torej združuje obe osnovni funkciji gozdne inventure: **ugotavljanje stanja** (višina in struktura lesne zaloge, njena prostorska razporeditev po sestojnih tipih, zdravstveno stanje in kakovost drevja, uspešnost pomlajevanja itd.), ter **spremljanje razvoja in sprememb** gozdnih sestojev kot sta na primer prirastek in posek ter trende zdravstvenega in kakovostnega razvoja sestojev.

Podatki iz meritev na stalnih vzorčnih ploskvah se dopolnjujejo s terenskimi opisi sestojev, pri katerih si pomagamo tudi z digitalnimi ortofoto posnetki.

2.3.3 Najpomembnejša priporočila pri izločanju novih gozdnih rezervatov

Ob tem pregledu pomembnejših aktivnosti na področju gozdnih rezervatov po posameznih državah lahko ugotovimo naslednje:

1. Kriteriji za izločanje gozdnih rezervatov so že zelo dobro izdelani, med posameznimi državami pa ni večjih razlik. Tako so v Avstriji oblikovali naslednja priporočila (Diaci, 1999):
 - drevesna vrstna sestava mora biti čim bolj podobna potencialni naravni vegetaciji;
 - zagotovljena mora biti trajnost vseh razvojnih faz znotraj gozdnega rezervata (to je tudi v korelaciji z minimalno površino, ki je predlagana od 10 do 50 ha);
 - povezanost orografske enote;
 - zajeti morajo biti vsi redki in ogroženi tipi gozdov (v Sloveniji smo tu zajeli tudi tipične gozdne tipe);
 - velikost robne cone: priporoča se širina 1 do 3 drevesne višine. V tej robni coni je dovoljeno le sonaravno gospodarjenje;
 - ne sme biti vpliva prometnic (ceste, železnice, poti) ter
 - številčnost divjadi mora biti usklajena z nosilno kapaciteto gozda.
 2. V večini držav se je oblikovanje osnovne mreže gozdnih rezervatov že zaključilo. V posameznih rezervatih so se že pred razglasitvijo začele raziskave. Te se največkrat nanašajo na raziskave rastišč (npr. proučevanje tal), na vegetacijske raziskave gozdov, strukturo gozdov in razvoj le-te skozi čas, dinamiko pomlajevanja ali palinološke raziskave. Ponekod (npr. Danska) se ukvarjajo tudi z raziskavami biodiverzitete (indikatorji, »vroče točke«)
 3. Prav tako se je povsod že začela osnovna inventarizacija gozdnih rezervatov.
 4. Velika večina raziskav poteka v okviru nekajletnih projektov. Takšen način dela je primeren v začetnih fazah ustanavljanja gozdnih rezervatov in tudi v kasnejšem obdobju pri reševanju posebnih problemov. Projektni pristop nam ne omogoča učinkovitega spremljanja stanja skozi več desetletij.
 5. Le nekatere države (npr. Nemčija) imajo izdelano enotno metodologijo spremljanja stanja v gozdnih rezervatih, na ta način določene meritve pa se izvajajo še redkeje. Problem je v zagotavljanju financiranja meritev skozi desetletja. Zavedati se moramo,
-

da je poleg meritev potrebno zbrane podatke tudi arhivirati, jih obdelati, izsledke pa na primeren način prenesti v prakso, kar je tudi namen tega dela. Trenutno je v nekaterih državah v gozdnih rezervatih delno že vzpostavljena mreža stalnih vzorčnih ploskev.

2.3.4 Najpomembnejša priporočila pri oblikovanju monitoringa gozdnih rezervatov

Pregled prikazanih metodologij in priporočil kaže, da se pri oblikovanju monitoringa gozdnih rezervatov delno lahko opremo na prenos tehnologij merjenja iz gospodarskega gozda za nekatere parametre in posebne naloge pa je nujno dopolnjevanje teh metod. Najpomembnejša priporočila lahko strnemo takole:

1. Razvojni procesi, ki jih spremljamo in intenziteta meritev (število znakov in parametrov, ki jih ocenjujemo) so odvisni od pomembnosti (pomen vsakega objekta je določen v Uredbi o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim pomenom (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009)) in namena izločitve gozdnega rezervata. Na voljo imamo cel spekter razvojnih procesov, znakov in parametrov, ki jih lahko spremljamo in ocenjujemo. Pomembnejše navajamo v nadaljevanju, vse podčrtane pa bomo analizirali tudi v naši nalogi:
 - V okviru proučevanja zgradbe pragozdnih sestojev lahko analiziramo drevesno sestavo, njeno debelinsko strukturo glede na število dreves ali lesno zalogo. Proučevanje horizontalne zgradbe sestojev je možno glede na srednjeevropski pristop k preučevanju horizontalne strukture, kjer izdelamo karto razvojnih faz ali glede na severnoameriški pristop, kjer analiziramo sestojne vrzeli. Te vrzeli lahko izločamo na terenu ali na letalskih posnetkih.
 - V okviru analize stalne raziskovalne ploskve lahko analiziramo število dreves in njihovo prostorsko razmestitev, višine dreves, lesno zalogo ter porazdelitev lesne zaloge in števila dreves po debelinskih stopnjah. Drevesa ločimo glede na to ali so živa ali odmrta (v nalogi uporabljamo izraz »veliki drevesni ostanki«), ta pa glede na njihovo razpadlost. Pri živih drevesih nas lahko zanima, v kateri plasti sestoj se posamezno drevo nahaja, njegova vitalnost in razvojna težnja, zdravstveno stanje, velikost krošnje, dimenzijsko razmerje drevesa in vitkost.
-

- V okviru razvojnih procesov lahko podrobneje analiziramo ekološke dejavnike, ki vplivajo na razvoj sestoja in pomlajevanja, kot so naprimer talne in svetlobne razmere, kako na pomlajevanje vpliva konkurenca lesnatih in zelnatih rastlinskih vrst, analiziramo lahko prisotnost rastlinskih vrst v zeliščni plasti in pomladku, število in objedenost pomladka drevesnih vrst, kakšna je oblika njihovih terminalnih poganjkov itd. V naši nalogi teh razvojnih procesov ne bomo proučevali.

2. Parametre lahko spremljamo na več načinov in sicer s:

- polnimi izmerami (izmere predvsem manjših gozdnih rezervatov);
- raziskovalnimi ploskvami (velikosti od 0,25 do 1 ha, dodatne raziskovalne ploskve olajšajo interpretacijo dinamike GR);
- stalnimi vzorčnimi ploskvami (zelo priporočljive, omogočajo spremljanje razvoja),
- meritvami na transektih (v okviru proučevanja vpliva določenega faktorja, kjer se transekt položi vzdolž gradienta proučevanega faktorja), za specialne raziskave (npr. proučevanje sukcesije po vetrolomu);
- metodami daljinskega zaznavanja: (uporaba aerofotoposnetkov, digitalnih ortofoto posnetkov, satelitskih posnetkov, lidarska snemanja: omogočajo nam dober pregled nad velikimi površinami, objektivnost, lažje razmejevanje, opazovanje razvoja (s serijo posnetkov v času), pridobivanje dodatnih informacij (meja gozdnega roba, vrzeli v gozdu);
- kombinacija dela ali vseh naštetih metod je najbolj priporočljiva, saj le na ta način lahko dobimo celotno sliko o stanju in razvoju določenega gozdnega rezervata.

3. Ostala priporočila in pomembna opozorila:

- Velikost priporočene mreže stalnih vzorčnih ploskev se giblje od 50×50 m do 100×100 m, priporočena velikost ploskev pa od 0,05 ha do 0,125 ha.
 - Popis velikih drevesnih ostankov mora biti zelo natančno definiran.
 - Nujno je natančno načrtovanje izvedbe in zadostno število usposobljenega kadra za interpretacijo zbranih podatkov (Brang in sod. 2008a).
 - Vzorčenje mora biti zastavljeno tako, da omogoča reprezentativno oceno parametrov na ploskvi ter v proučevanem območju (Ferretti in Chiarucci, 2003).
-

4. Glede na način v grobem ločimo dva osnovna pristopa k organizaciji stalnega monitoringa gozdnih rezervatov:

- centralna organizacija: (Prednosti te ureditve so: lažja organizacija, združljivost podatkov, lažje načrtovanje in financiranje. Slabosti te ureditve so naslednje: večji prevozni stroški (izhodišče iz enega mesta), slabše poznavanje terena in lokalnih posebnosti ter težav);
- upravljanje iz lokalnih središč: (ima vse prednosti, ki jih centralna organizacija slabše izpolnjuje).

2.4 RAZLOGI ZA SPREMEMBE SPREMLJANJA STANJA IN UGOTAVLJANJA SPREMEMB GOZDNIH REZERVATOV V SLOVENIJI

V 70. letih se je vzporedno z oblikovanjem mreže gozdnih rezervatov oblikovala metodologija njihovega vzdrževanja (Mlinšek in sod., 1980) in spremljanja razvoja gozdov v njih (Mlinšek, 1985). Ta se od nastanka naprej ni več posodabljala. To je deloma razumljivo, saj je za trajno opazovanje dolgoživih organizmov potrebna razmeroma ustaljena metodologija. Vendar s časom nastaja vse več razlogov za njeno dopolnitev in izboljšanje (Diaci in sod., 2006) kot so:

- velik napredek v naravoslovju in raziskovalnih metodah;
 - nekatere meritve so postale časovno in materialno prezahtevne, na primer polna izmera sestojev;
 - metodologijo je potrebno smiselno uskladiti z enotno metodologijo spremljanja gospodarskih gozdov v Sloveniji, ki jo izvaja Zavod za gozdove Slovenije, in jo prilagoditi metodologijam drugih držav v Evropski uniji, na primer z upoštevanjem priporočil COST akcije E4.
 - V Sloveniji lahko danes, kljub dobro zapisanim kriterijem, kjer naj bi za zavarovanje in razglasitev gozdnih rezervatov iskali predvsem tipične ohranjene gozdove, v naboru gozdnih rezervatov najdemo kar nekaj objektov, ki niso primerljivi z okoliškimi gozdovi in jih tako ne moremo uporabljati kot referenčne točke. Kljub temu tudi ti objekti potrebujejo stalen monitoring, število spremljanih parametrov pa je zaradi tega razloga lahko manjše.
-

3 CILJI NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE

Namen našega dela je bil na podlagi obstoječe metodologije v gospodarskem gozdu in mednarodnih priporočil na realnem objektu poiskati najboljše rešitve in njene prilagoditve, ter podati smernice za oblikovanje enotne metodologije spremljanja stanja v gozdnih rezervatih Slovenije, s katero želimo doseči stalen in učinkovit prenos raziskovalnih izsledkov v prakso. Predstaviti želimo nekatere najpomembnejše raziskave gozdnih rezervatov v Sloveniji, katerih poudarek je vezan na metodologijo spremljanja stanja, prikazati mednarodna priporočila s področja dolgoročnega monitoringa gozdnih rezervatov in opraviti osnovne dendrometrijske meritve z dvema različnima metodama v dveh izbranih objektih na Kočevskem. Rezultate obeh meritev želimo nato medsebojno primerjati in analizirati znotraj posameznega objekta raziskave (ob tem prikazati tudi časovni razvoj gozdov v zadnjih nekaj desetletjih) ter med objekti v okviru primerljivih rastišč in razvojnih faz oz. zgradb gozdov (pragozdova Krokar in Rajhenavski Rog, gozdni rezervati in mnogonamenski gozdovi). Na ta način želimo izvedeti, kako bi bilo najprimerneje spremljati stanje gozdnih rezervatov glede na njihovo velikost in značilnosti.

Da bi spodbudili ta prizadevanja, smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja:

- Kakšne so bistvene razlike med zgradbo gozdnih sestojev pod različnimi režimi upravljanja v sklopu primerljivih rastišč na Kočevskem? Kakšna so razvojna gibanja?
- Katere sestojne značilnosti vplivajo na razlike v monitoringu gozdnih ekosistemov?
- Kakšna metodologija bi bila primerna za dolgoročno, učinkovito in ekonomsko sprejemljivo spremljanje stanja gozdnih rezervatov in pragozdov?

Glede na pretekla raziskovanja, izkušnje in zastavljene cilje smo si zastavili naslednje raziskovalne hipoteze:

1. Na podlagi vzorčnih metod je mogoče pridobiti zanesljive ocene posameznih pomembnih sestojnih parametrov, kot je recimo lesna zaloga po debelinskih razredih in drevesnih vrstah itd.
 2. Vzorčna ocena je sprejemljiva do določenega površinskega praga. Naši gozdni rezervati imajo površino od le enega hektara (sem sodijo nekateri objekti, ki imajo
-

značilnosti ekocelice, a potrebujejo zakonsko zaščito) do več sto hektarov. Predvidevamo, da bi bila za spremljanje stanja in razvoja teh objektov v razredu nad 50 ha z manjšimi dopolnitvami primerna metoda, ki se izvaja v gospodarskem gozdu. V razredu 10 – 50 ha bi bilo potrebno mrežo vzorčnih ploskev zgostiti. Delo v obeh velikostnih skupinah rezervatov bi morali dopolniti s stalno raziskovalno ploskvijo velikosti 0,5 - 1 ha za spremljanje zgradbe sestojev (koordinate in popolna izmera vseh živih dreves in stoječih ter ležečih velikih drevesnih ostankov) z več manjšimi podploskvami za proučevanje pomlajevanja, grmovne plasti, pritalne vegetacije itn. V rezervatih, manjših od 10 ha, predvidevamo, da je najprimernejša metoda polne izmere z dodatnimi zgoraj navedenimi meritvami in ocenami.

3. Tako dopolnjena metoda spremljanja stanja in razvoja bi nam omogočila zadovoljivo oceno parametrov, katerih vrednosti predvidevamo, da zaradi relativne majhnosti nekaterih gozdnih rezervatov drugače ne bi mogli primerno oceniti (na primer količine velikih drevesnih ostankov, število vseh prisotnih drevesnih vrst).

4. Hipoteze o proučevanem objektu:

- a. Delež velikih drevesnih ostankov:

- V pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog je značilno večji kot v sosednjem gospodarskem gozdu.
- V na novo ustanovljenih gozdnih rezervatih in ekocelicah značilnih razlik v deležu z gospodarskim gozdom ni.

- b. Zmanjševanje merskega praga pod 10 cm z vidika osnovnega spremljanja stanja gozdov in gozdnih rezervatov tudi v gozdnem rezervatu ni smiselno. Preverili bomo, kakšen je prispevek informacij o vrstni sestavi, porazdelitvi in številu dreves itn. v razredu od 5-10 cm k celoti.
-

4 OBJEKT RAZISKAVE IN METODE DELA

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

Za širši objekt raziskave smo izbrali gozdove dveh gozdnogospodarskih enot Kočevskega gozdnogospodarskega območja in sicer Rog in Ravne, kjer smo se osredotočili na pragozdova Rajhenavski Rog in Krokar. Gozdovi so del obsežnih, visokokraških gozdov v jugozahodnem delu Slovenije.

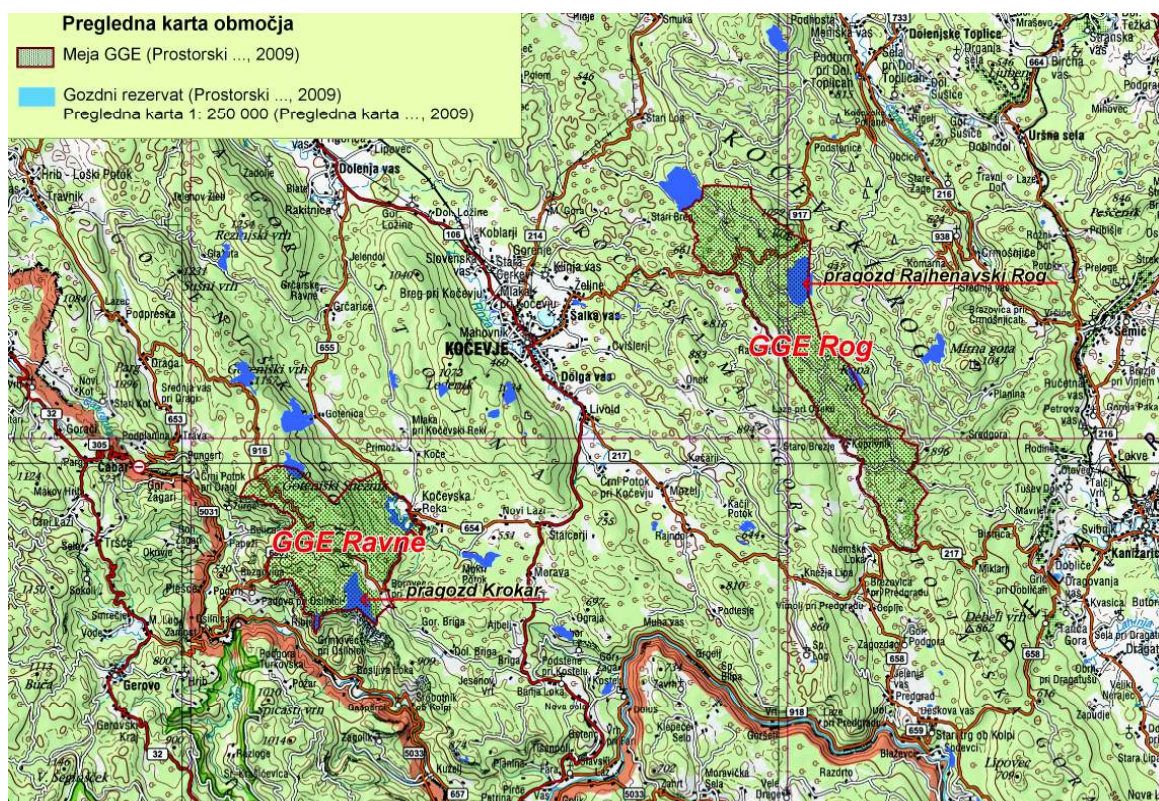
Za ta dva objekta smo se odločili iz dveh razlogov. Izbrani gozdovi so nadpovprečno ohranjeni, hkrati pa se tu nahaja sedem zavarovanih gozdnih rezervatov, preko 110 izločenih ekocelic, ter v evropskem merilu pomembna pragozdna rezervata Krokar in Rajhenavski Rog, ki ležita v območju GGE Ravne, oziroma GGE Rog. Prav tako so v tem času ravno potekale priprave ob obnovi gozdnogospodarskega načrta Ravne (veljavnost 2005-2014), zato smo skupaj s pristojnimi gozdarji Območne enote Kočevje naredili podroben načrt nalog, ki jih je bilo potrebno za to delo dodatno izvesti. Makrolokacijo objektov raziskave nam prikazuje slika 3.

4.1.1 Lega in relief

Obe obravnavani območji loči ribniško-kočevska kotlina. Gozdovi gozdnogospodarske enote Ravne se razprostirajo od Goteniške gore na severozahodu, kjer je tudi Goteniški Snežnik, ki je z 1289 metri najvišji vrh Kočevske, proti jugozahodu, kjer se relief strmo spusti proti reki Kolpi in je zaradi strmih in obsežnih ostenij v glavnem nepreihoden. Vzporedno s to planoto je Borovška gora, ki se proti jugovzhodu zožuje in se konča nad Borovcem. Pobočja masiva so razčlenjena s sekundarnimi grebeni in žlebovi, ki so zelo strmi, na platojih in blago nagnjenih pobočjih pa kotanjasta in vrtačasta. Vrhovi in nekatera pobočja so močno skalovita. Na nekaterih mestih, zlasti na robu Kolpskega grebena, najdemo skalnate pečine in prepadna ostenja. Najnižja točka je ob jezeru v Kočevski Reki s 515 m nadmorske višine (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Gozdovi gozdnogospodarske enote Rog se razprostirajo na jugozahodnem pobočju Roškega masiva od Cinkovega Roga na severu do Bukove gore na jugu enote. Pretežni del leži na zmerno strmih do strmih JZ pobočjih, vendar relief pogosto dobi značaj kraške

planote, s posameznimi manj izrazitimi nagibi in vrhovi. Vrh Roga (1100 m n.v.) in Kopa (1068 m n.v.) sta najvišja vrhova teh gozdov, Rajhenavska in Koprivniška dolina pa jih ločujeta od drugih gozdov kočevskega gozdnogospodarskega območja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008).



Slika 3: Lega GGE Ravne s pragozdom Krokav ter GGE Rog s pragozdom Rajhenavski Rog na pregledni karti

Figure 3: Situation of FMU Ravne with old-growth forest Krokav and FMU Rog with old-growth forest Rajhenavski Rog on small scale map

V obeh enotah so se na propustnih apnenčastih tleh razvili številni kraški pojavi, kot so vrtače, brezna, jame, koliševke in doline, ki so vplivali na oblikovanje razgibanega reliefa.

4.1.2 Podnebje

Podnebje Kočevske je zmerno humidno z relativno veliko padavin. Po dolini reke Kolpe prihaja vpliv celinskega podnebja. Za obe enoti ni na razpolago neposrednih rezultatov meteoroloških opazovanj, obstajajo pa podatki bližnjih meteorološke postaj (v Kočevju in od leta 1995 na Iskrbi). Prostorski razpored padavin je predvsem posledica reliefa.

Povprečno pade na območju GGE Ravne med 1500 in 1900 mm padavin, v GGE Rog pa je teh nekaj manj in sicer med 1400 in 1800 mm letno (Povprečna ..., 2009). Spremembe vremena prinašajo pogosti JZ vetrovi. Ti, poleg vplivanja na količino padavin, vplivajo tudi na temperaturo. V obeh enotah je najhladnejši mesec v letu januar, najtoplejši pa julij (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007, Gozdnogospodarski načrt ..., 2008). Povprečna letna temperatura znaša okoli 10 °C v nižinah in med 6 do 8 °C v višjih legah (Povprečna ..., 2008).

Vegetacijska perioda traja 80 do 120 dni. Število dni s snežno odejo je od 40 do 100, debelina snežne odeje pa je med leti različna in lahko znaša tudi preko 100 cm. Zlasti jeseni in pozimi lahko megla močno zmanjšuje trajanje sončnega obsevanja in vpliva na energetske tokove pri tleh. Povezana je z masami hladnega zraka, ki se zadržujejo po nižinah.

4.1.3 Matična podlaga in tla

V geološkem smislu pripada vse območje Dinaridom. Grebeni potekajo v dinarski smeri (severozahod-jugovzhod). Matično podlago sestavljajo apnenci in dolomiti različnih starosti mezozoika (trias, jura, kreda) z razvitimi vsemi značilnimi kraškimi elementi. Taka pestrost matične podlage in kraških reliefnih oblik skupaj z ostalimi okoljskimi dejavniki pogojuje razvoj mozaično različnih talnih tipov rjavih pokarbonatnih tal (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

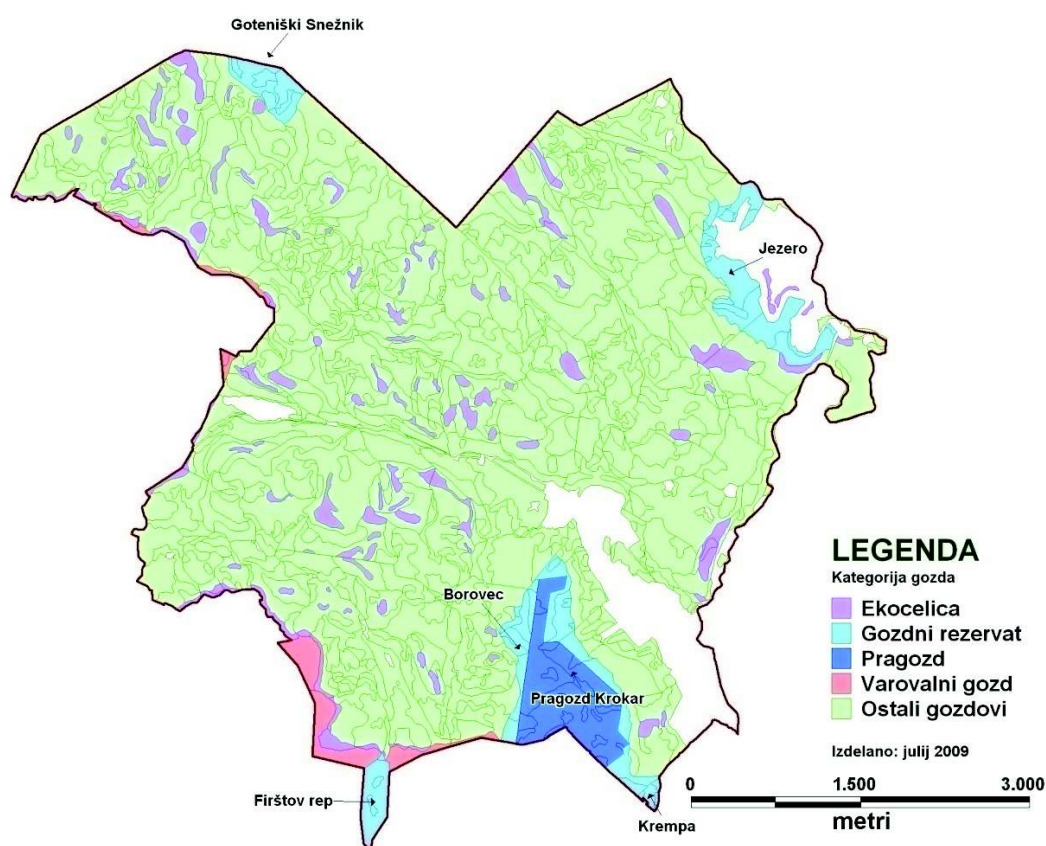
Od geološke podlage in reliefa je močno odvisen razvoj tal. Ta so podlaga za uspevanje različnih rastlinskih združb. V nižjih predelih enote so se tla spreminjala tudi zaradi vpliva človeka (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008).

V glavnem so prisotne plitve rendzine, rjava pokarbonatna sprana tla, prevladujejo pa rjava pokarbonatna tla na apnencu. Ta so, posebno v žepih in na dnu vrtač, globoka in dobro preskrbljena s hranili in vodo. Tlotvorni procesi na dolomitu, ki je slabše topen kot apnenec a lažje prepereva, so drugačni. Površje je gladko in bolj zaobljeno, brez površinske kamnitosti in z enakomernejšo globino tal. Posebno na grebenih in strmih pobočjih so se razvila plitva tla – rendzine, ki so sušne in manj ugodne za rast drevja. Na manjših nagibih in v vznožju pobočij (koluvij) se razvijejo tudi globoka rjava

pokarbonatna tla na dolomitih, ki so ugodna za uspevanje gozda (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

4.2 PRISOTNI REŽIMI UPRAVLJANJA

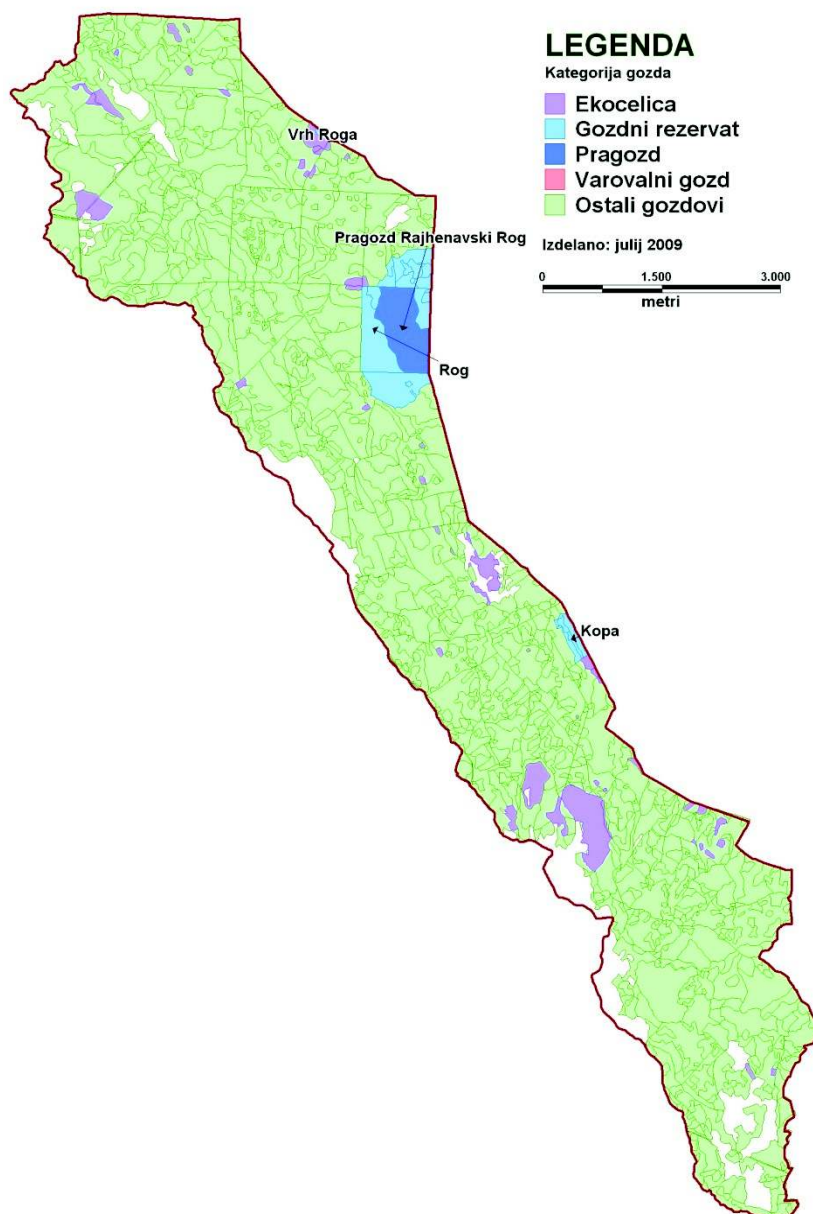
Na obravnavanem območju prevladuje mnogonamenski gozd, znotraj katerega se mozaično prepletajo ekocelice. Njim se na Ravnah pridružujejo štirje gozdni rezervati in z vidika ohranjenosti najpomembnejši pragozd Krokar. Delež varovalnega gozda je majhen, razprostira se na obrobju ostenja Kolpske doline in ne predstavlja tipičnih gozdov v enoti.



Slika 4: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Ravne s prisotnimi kategorijami gozda

Figure 4: Situation of both forest management unit Ravne with forest categories

V gozdovih Rog pa imamo poleg mnogonamenskega gozda in ekocelic še tri gozdne rezervate in pragozd Rajhenavski Rog.



Slika 5: Pregledna karta gozdnogospodarske enote Ravne s prisotnimi kategorijami gozda

Figure 5: Situation of both forest management unit Ravne with forest categories

Opisane kategorije gozda nam prikazujeta sliki 4 in 5. Močnejše obarvane črte predstavljajo meje med posameznimi sestoji, s katerimi so definirane tudi ekocelice. Vse prikazane kategorije bomo v nadaljevanju podrobneje opisali.

4.2.1 Pragozdova Krokar in Rajhenavski Rog

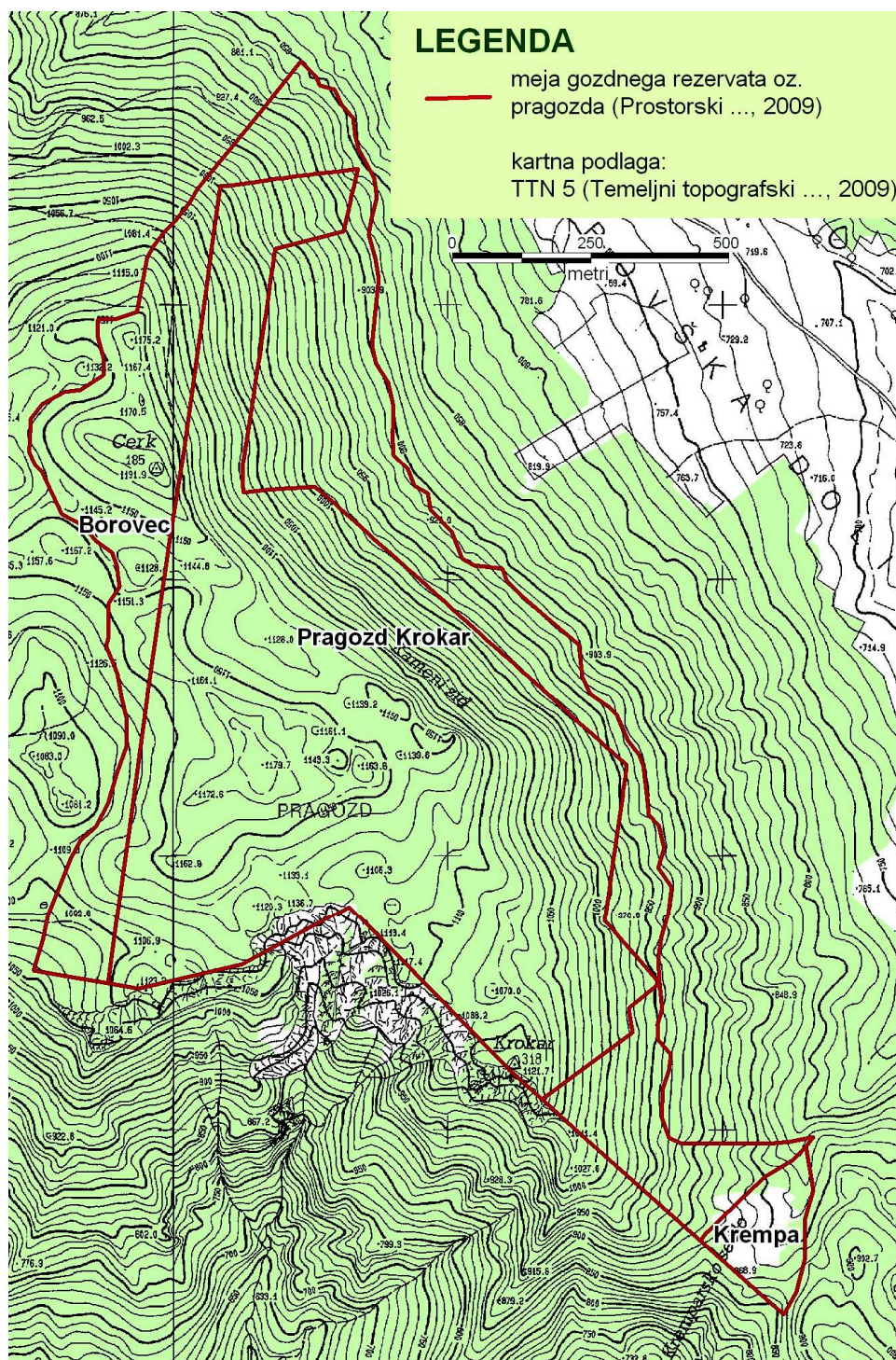
Pragozd je gozdna združba, kjer so rastlinska struktura, zgradba in rast, znotraj določene podnebne enote v svojem razvoju dosegli končno stopnjo in je do danes ostala povsem nespremenjena z vidika človeških vplivov. Tu se je vzpostavilo krhko, dinamično ravnovesje med rastjem, podnebjem in tlemi. V Sloveniji obstaja le dober ducat gozdov pragozdnega značaja. To so majhna območja, ki niso ostala popolnoma nedotaknjena. Onesnažen zrak, kisel dež, številčna divjad in obiskovalci motijo naravni razvoj (Hartman, 1999). Danes je vstop v pragozdove prepovedan, razen v študijske in raziskovalne namene ter ogled pristojnih inšpekcijskih in strokovnih služb (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003). Dovoljenja za te aktivnosti izdaja MKGP na podlagi mnenj Zavoda za gozdove Slovenije in Zavoda Republike Slovenije za varstvo narave (Uredba ..., 2005).

V naši raziskavi bomo največjo pozornost namenili pragozdovoma Krokar in Rajhenavski Rog, ki sta danes razglašena z Uredbo o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim pomenom (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009), s posebnim poudarkom na pragozd Krokar, kjer smo opravili večino raziskav.

Podrobnejšo informacijo o legi teh dveh objektov nam prikazujeta sliki 5 in 8 v naslednjem poglavju. Osnova za prikaz so bili temeljni topografski načrti v merilu 1:5.000 in 10.000 ter vektorska baza podatkov ZGS o gozdovih s posebnim namenom (Prostorski ..., 2009). Oba pragozdova obkrožata gozdna rezervata, ki sta bila razglašena z namenom zmanjševanja vplivov gospodarjenja v okoliških gozdovih.

4.2.1.1 Pragozd Krokar

Pragozd Krokar je bil iz gospodarjenja izločen že davnega leta 1892, prvič pa je bil uradno zavarovan z odločbo Skupščine občine Kočevje v letu 1991 in vključuje le državne gozdove. Uvrščen je med naravne spomenike Slovenije kot gozdna naravna dediščina. Danes njegova površina po Uredbi znaša 74,49 ha.



Slika 6: Prikaz lege pragozda Krokarski z okoliškima gozdnima rezervatoma Borovec in Krempa na TTN 5

Figure 6: Situation of old-growth forest Krokarski with neighboring forest reserves Borovec and Krempa on large scale map

Leži na platoju masiva Krokarski, ki se dviga neposredno nad Kolpsko dolino na nadmorski višini od 856 do 1180 metrov. Na jugu je omejen s kanjonom reke Kolpe, na severu in

vzhodu pa prehaja v strmo pobočje nad Borovško dolino. V pobočju nad Borovcem se nahaja obsežno, floristično zanimivo ostenje imenovano Kameni zid (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007). Povprečna letna količina padavin (1600 mm) ter matični substrat (apnenec in predvsem dolomit) se ne razlikujeta od značilnosti celotne enote. Relief je valovit s površinsko skalovitostjo le na posameznih vrhovih in grebenih (Bončina, 1997).



Slika 7: Pogled v pragozd Krokari in preko njegovih meja

Figure 7: View in old-growth forest Krokari and beyond its borders

V pragozdu so po podatkih ZGS (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007) zastopane naslednje gozdne združbe: *Isopyro – Fagetum* Košir 1962 (29,80 ha), *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et. al. 1993 (4,90 ha), *Arunco-Fagetum* Košir 1962 (14,90 ha) in *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et. al. 1993 s trpežnim golščem (7,45 ha). Ker v tej bazi navedenih gozdnih združb dosedaj nismo imeli prostorsko umeščenih, smo digitalizirali skico podrobne analize gozdnih združb, ki sta jo izdelala mag. Robič in prof. dr. Bončina, ter izdelali vektorsko karto (priloga C). Vse osnovne informacije o obeh pragozdovih ter ostalih gozdnih rezervatih, ki so zapisane v bazah odsekov in gozdnih rezervatov Zavoda za gozdove Slovenije, so prav tako podane v prilogah D in E.

4.2.1.2 Pragozd Rajhenavski Rog

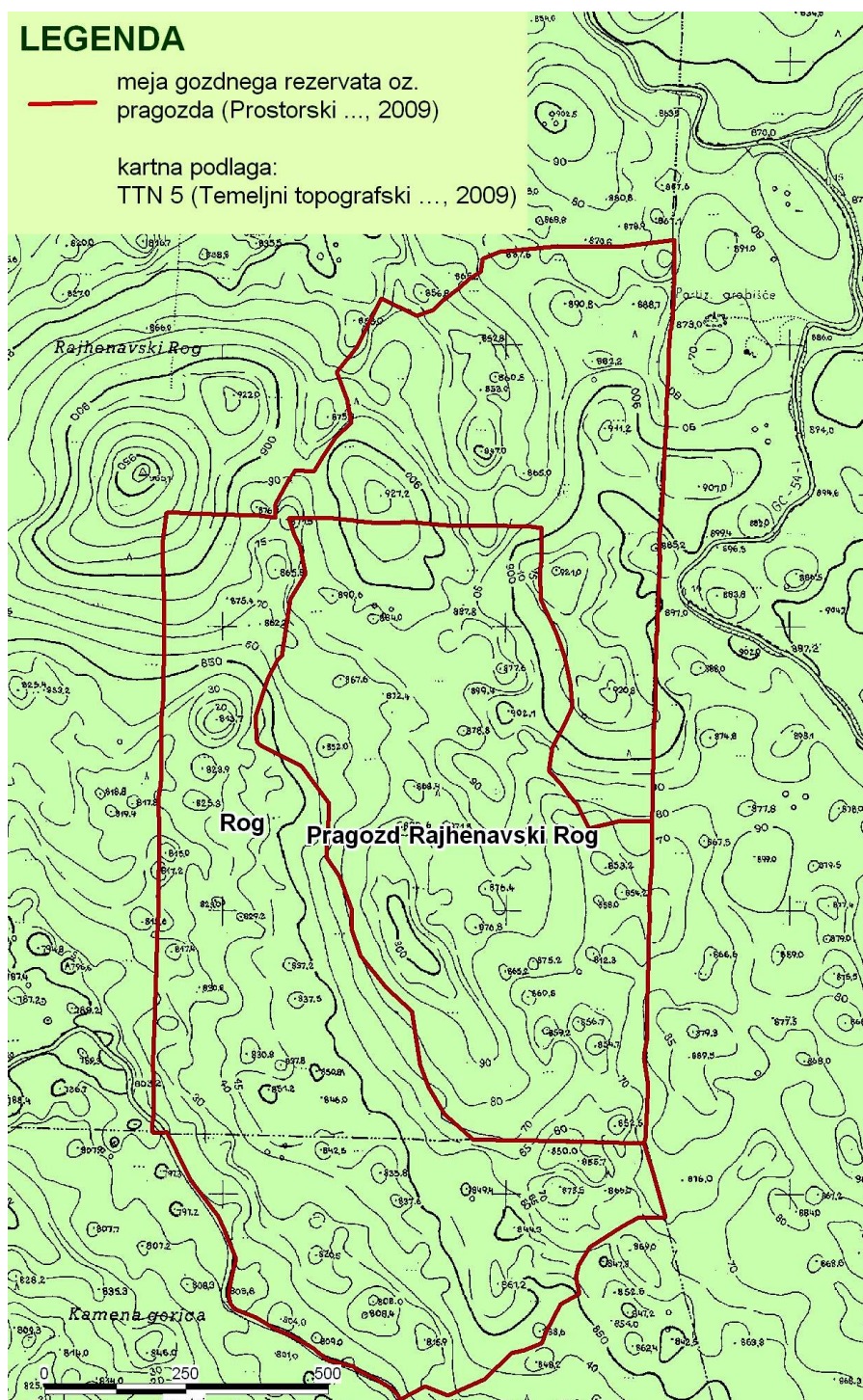
Pragozd Rajhenavski Rog je bil prvič omenjen v prvem ureditvenem elaboratu za te gozdove iz leta 1894. V poglavju, ki omenja zaščitene predele-pragozdove, dela »Revizija gospodarske osnove III. gozdnogospodarske jedinice Rog« iz leta 1930 je že označen kot pragozd (Hartman, 1987). V letu 1976 je bil zavarovan z odločbo Skupščine občine Kočevje. Danes je, tako kot vsi slovenski gozdni rezervati in pragozdovi, zavarovan z Uredbo ... (2005) in vključuje le državne gozdove. Njegova površina znaša 51,14 ha.



Slika 8: Pragozd Rajhenavski Rog pozno jeseni pred mrakom

Figure 8: Old-growth forest Rajhenavski Rog in back end autumn before nightfall

Leži v osrednjem delu Kočevskega Roga, kilometer od nekdanje žage Rog, na pobočju visokokraške planote z značilnimi številnimi vrtačami. Razprostira se na nadmorski višini od 852 do 917 metrov. Prevladujejo severne in južne ekspozicije. Matično podlago tvori kredni apnenec, tla so rjava pokarbonatna in različno debela, saj so lahko zelo plitva, na dnu vrtač pa tudi zelo globoka.



Slika 9: Prikaz lege pragozda Rajhenavski Rog s sosednjim gozdnim rezervatom Rog na TTN 5

Figure 9: Situation of old-growth forest Rajhenavski Rog with neighboring forest reserve Rog on large scale map

Glavna gozdna vegetacija je združba *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993, torej združba bukve in spomladanske torilnice. Glede na drevesno višino so

sestoji precej enomerni z višinami od 30 do 40 metrov, vendar pa se bukve in jelke istih višin starostno lahko močno razlikujejo. Večkrat so posamezne dominantne jelke lahko tudi za 10 metrov višje od okoliških bukev. Jelki in bukvi se v sestojih v le majhnem deležu pridružujejo smreka, javor, brest in lipa. Jasno je, da sta glede na podnebje in značilnosti rasti v pragozdu, tu konkurenčna le jelka in bukev (Hartman, 1999).

4.2.2 Gozdni rezervati

Predmet obravnave je bilo osem gozdnih rezervatov, in sicer pet na Ravnah (Goteniški Snežnik, Krempa, Borovec, Jezero in Firštov rep), ter trije v Rogu (Rog, Vrh Roga in Kopa). Tako po ekoloških lastnostih, kot tudi po velikosti so si zelo različni. Najmanjši gozdni rezervat je velik le 1 ha, največji pa kar 97 ha.

Vsi našteti gozdni rezervati so danes zaščiteni z Uredbo o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim pomenom (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009), njihove meje pa so v naravi označene na deblih stoječega drevja ali na vraščenih skalah 170 cm od tal z dvojno vodoravno modro črto ter z opozorilnimi tablamami (Uredba ..., 2005). Nekateri od njih so opremljeni tudi z informacijskimi tablamami.



Slika 10: Pogled na gozdni rezervat Jezero v gozdnogospodarski enoti Ravne

Figure 10: View on forest reserve Jezero in forest management unit Ravne

Gozdni rezervati se glede na režim gospodarjenja delijo na gozdne rezervate s strogim varstvenim režimom (večinoma le pragozdovi) in gozdne rezervate z blažjim varstvenim

režimom. V gozdnih rezervatih z blažjim varstvenim režimom (vsi obravnavani) je obisk gozda dovoljen le po označenih poteh, ki potekajo skozi gozdni rezervat, ter ob spremstvu delavca Zavoda za gozdove Slovenije. Zaradi zagotavljanja poučne in turistične funkcije se v gozdnem rezervatu z blažjim varstvenim režimom dovoli vzdrževanje gozdne ali ogledne učne poti ter informacijskih tabel, ki so določene v načrtih za gospodarjenje z gozdovi (Uredba ..., 2005).

4.2.3 Ekocelice

Ekocelice so manjši strukturni elementi v prostoru. Kot posebne negovalne enote so določene v gozdnogojitvenem načrtu in prikazane na karti v merilu 1:2.500 – 1:5.000, ki je njegov obvezni sestavni del. Tokrat so bile prvič izločene v okviru obnove gozdnogospodarskega načrtovanja ob opisu sestojev. Za razliko od gozdnih rezervatov, ki so trajno zavarovani na podlagi Uredbe ... (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009), so ekocelice zavarovane le z veljavnim gozdnogospodarskim načrtom za dobo 10 let. Njihovo število, prostorska razporeditev in velikost se tako lahko z razvojem gozda spreminjajo. V praksi je povprečna velikost ekocelic v večini primerov manjša od povprečne velikosti izločenega sestoja. Predstavljajo nekakšno dopolnilo gozdnim rezervatom v okviru gospodarskega gozda.



Slika 11: Primer dela izločene ekocelice v gozdnogospodarski enoti Rog

Figure 11: A part of a key habitat in forest management unit Rog

Med ekocelice spadajo največkrat sestoji z nekaterimi naravnimi posebnostmi gozda (večje kraške jame ali brezna, skalovita strma pobočja ali grebeni, obrobje večjih vodnih virov, mirne cone v grmiščih, nahajališča redkih vrst). Ti so zaradi svoje redkosti in (ali) pomembne biotopske vloge prepuščeni naravnemu razvoju, na terenu pa niso vidno označeni. Ekocelice so pomembne tudi za izpolnjevanje zahtev v letu 2007 pridobljenega certifikata FSC za državne gozdove. Ta predvideva 3,5 % površine gozdov, prepuščenih naravnemu razvoju (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008).

Na obeh obravnavanih območjih je bilo izločenih 114 ekocelic s skupno površino 260,72 ha, ker pa vzorčna mreža ploskev ni bila postavljena z namenom ugotavljanja stanja teh površinsko majhnih objektov, v katerih smo imeli le 38 ploskev, na podlagi teh podatkov nismo mogli prikazati njihovih značilnosti. Potrebno pa jih je prikazati posebej, ker so prepuščene naravnemu razvoju in se s tega vidika razlikujejo od kategorije ostali gozdovi.

4.2.4 Ostali gozdovi

V tej kategoriji obravnavamo vse ostale mnogonamenske gozdove obeh obravnavanih enot. Tradicija gospodarjenja in tudi načrtovanja gospodarjenja s temi gozdovi je že zelo dolga. Načrtno gospodarjenje s temi gozdovi se je začelo ob koncu devetnajstega stoletja. Leta 1862 so gozdove Goteniškega pogorja razdelili na oddelke. Za Auerspergove veleposestniške gozdove, ki so pokrivali precejšen del teh dveh enot, je dr. Leopold Hufnagel leta 1892 sestavil prvi gozdnoureditveni načrt. Vpeljal je izvirno zamisel prebiralnega gospodarjenja, ki je veljalo takrat za ekstenzivni način gospodarjenja z gozdovi (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Sledile so revizije tega načrta (leta 1913 in 1930). Čeprav ne v celoti imamo tako danes podatke za te gozdove, ki segajo že dobrih 100 let nazaj. Zato je tem bolj pomembna povezava preteklosti in sedanjosti s pogledom v prihodnost (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008).

V letu 1953 se je začelo z načrtnim urejanjem vseh gozdov. V šestdesetih letih so bili izdelani načrti za vse gozdnogospodarske enote (GGN GGO Kočevje, 2002). Današnja načrta sta tako že četrta revizija teh načrtov za celotno površino gozdov.

4.2.5 Varovalni gozdovi

Vsi varovalni gozdovi v Sloveniji so določeni z Uredbo o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim pomenom (Uredba ..., 2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009). Na obravnavanem območju so varovalni gozdovi le v enoti Ravne na ostenju Kolpske doline na 40 ha površine.

Tu prevladujejo termofilna rastišča (*Quercus - Ostryetum carpinifoliae* Horvat 1938) na zelo strmih legah in na plitvih tleh. Malopovršinsko se pojavlja tudi združba bukve in spomladanske torilnice. Na strmih pobočjih, južnih ter zahodnih legah najdemo sestoje s termofilnimi drevesnimi vrstami, kot so črni gaber, mali jesen, mokovec, topokrpi javor med listavci ter črni, rdeči bor in smreka med iglavci (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Zaradi majhne površine, ki jo pokriva ta kategorija in ker zanjo nimamo podatkov s stalnih vzorčnih ploskev, je v naši analizi sestojnih parametrov nismo obravnavali. Kategorija je prikazana le v analizi velikosti izločenih sestojev.

4.3 METODE DELA

Začetek našega dela je sovpadal z aktivnostmi ZGS ob obnovi načrta GGE Ravne v letu 2004. V času meritev na stalnih vzorčnih ploskvah smo v pragozdu Krokar in gozdnem rezervatu Borovec položili prilagojeno mrežo stalnih vzorčnih ploskev (slika 9, levo). Izhodiščna osnova je bila mreža stalnih vzorčnih ploskev v gospodarskem gozdu z resolucijo 250 × 250 metrov (na sliki prikazana z rdečimi točkami), ki smo jo zgostili na 125 × 125 m (rumene točke). Na ta način smo postavili v pragozdu 46 ploskev in v gozdnem rezervatu 29 ploskev, skupaj torej 75 ploskev, na katerih smo nato po metodologiji Zavoda za gozdove Slovenije izmerili vsa drevesa. Enaka, zgoščena mreža je

bila postavljena tudi v vseh ostalih gozdnih rezervatih, za katere smo prav tako pridobili podatke meritev od ZGS OE Kočevje.

Meritve na stalnih vzorčnih ploskvah so potekale na podlagi meril, ki jih je pod vodstvom Biotehniške fakultete – Oddelka za gozdarstvo, izdelala posebna delovna skupina leta 1990 (Hočevnar in sod., 1990). Skladno s temi navodili se pri zbiranju podatkov na vzorčni ploskvi merijo med drugim tudi vsi prsni premeri posameznih dreves do polmera kroga, ki (glede na nagib ploskve) definira 200 m² površine, ter tudi vsa drevesa debeline 30 cm in več do premera, ki definira velikost ploskve 500 m² (izjema je GGO Bled s krogom enotne površine 400 m²) (Matijašič in Pisek, 2004). Podatke, zbrane na vzorčni ploskvi, smo zapisali na popisni list. Ta je bil sestavljen iz štirih sklopov:

1. Identifikacija ploskve:

- šifra GGE in številka ploskve,
- Šifra odseka,
- Koordinate ploskve,
- Resolucija (površina, ki jo predstavlja ploskev v ha)
- Radij zunanjega in notranjega kroga ploskve (na 10 cm natančno)

2. Skica lege ploskve

3. Opis ploskve:

- Združba
- Nadmorska višina
- Nagib (v stopinjah)
- Ekspozicija
- Položaj v pokrajini
- Razvojna faza

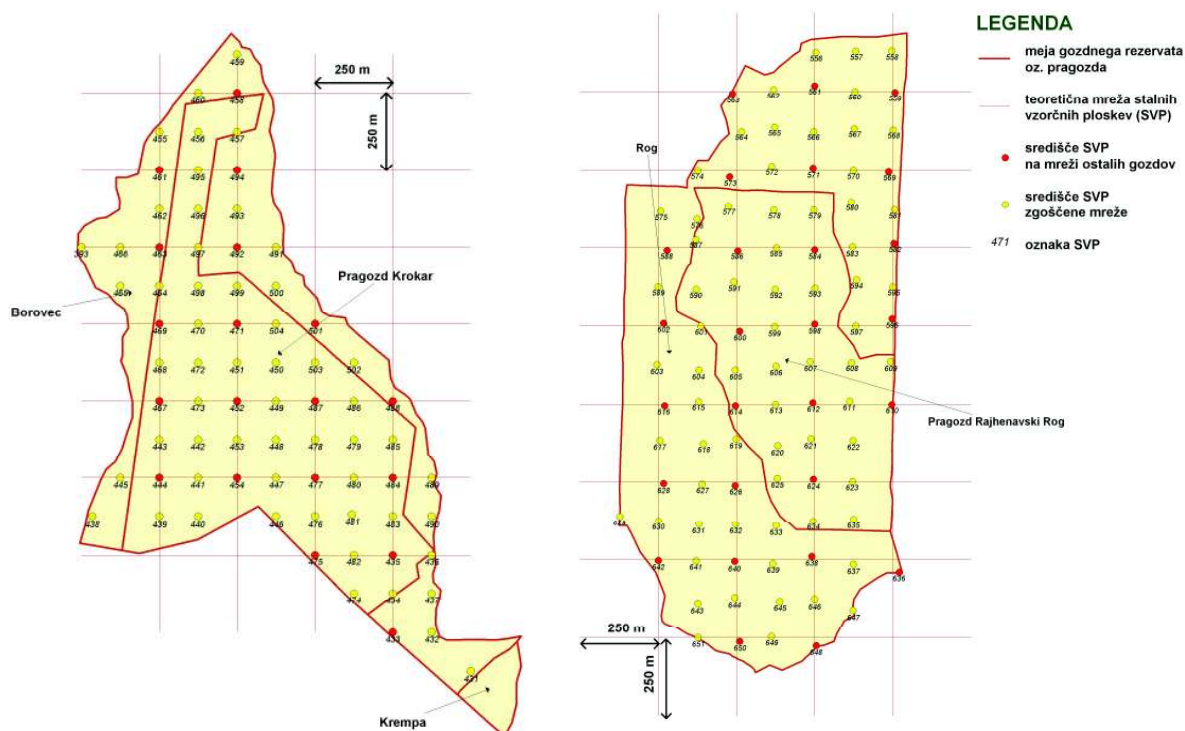
4. Izmera drevesa:

- Azimut
 - Razdalja
 - Drevesna vrsta
 - Premer
 - Višina
-

- Kakovost
- Poškodovanost
- Odmrla drevesa (veliki drevesni ostanki): vpisali smo število stoječih sušic z neuporabnim lesom (vsa drevesa z uporabnim lesom se po dosedanji metodologiji vpisujejo v datoteko, kjer so zapisani tudi podatki o živih drevesih (ploskDV.dbf), v datoteko s podatki o velikih drevesnih ostankih (ploskTH.dbf) pa so uvrščena šele pri naslednji meritvi, v kolikor so še na ploskvi, oziroma niso bila odpeljana iz gozda) in ležečih odmrlih dreves znotraj ploskve, ločeno na iglavce in listavce ter po razširjenih debelinskih razredih (10 do 30 cm, 30 do 50 cm, nad 50 cm). Pri tem smo pazili, da je večina ocenjenega volumna ležečega drevesa (več ko 50 %) ležala znotraj ploskve. Evidentirali so se vsi veliki drevesni ostanki do vključno stopnje razkroja R3 (slika 2), izmerili smo še izmerljivi premer drevesa oz. drevesnega ostanka.

Meritvam na vzorčnih ploskvah je v septembru 2004 sledila polna izmera vseh dreves v pragozdu Krokar. Delo smo opravili s petimi popisovalci, vendar niso delali vsi hkrati. Popisovalno skupino so največkrat sestavljali zapisnikar in dva merilca. Merila so se vsa drevesa od 2. debelinske stopnje (5 cm) naprej. Ob tem smo določili tudi drevesno vrsto vsakega izmerjenega drevesa. Izmerjena so bila tudi vsa odmrta drevesa (veliki drevesni ostanki), ki smo jih ločili v dve kategoriji (stoječa in ležeča). Tu nismo določali drevesnih vrst, temveč smo določili ali ostanek pripada iglavcem ali listavcem. Tudi tu smo zapisali še izmerljivi premer in ne premer, ki ga je drevo doseglo ob odmrtnosti.

Načrtovalci iz OE Kočevje so v letu 2006 v GGE Rog v pragozdu Rajhenavski Rog na enak način izvedli meritve na 32 stalnih vzorčnih ploskvah (slika 12 desno), v letu 2007 pa so izvedli tudi polno izmero, ki se je razlikovala le v tem, da je bil tu merski prag 3. debelinska stopnja (10 cm).



Slika 12: Prikaz zgoščene mreže stalnih vzorčnih ploskev v pragozdovih Krokari in Rajhenavski Rog z okoliškimi gozdnimi rezervati (Borovec, Krempa in Rog)

Figure 12: A review of permanent sample plots in old-growth forest Krokari (right) and old-growth forest Rajhenavski Rog (left) with neighboring forest reserves (Borovec, Krempa in Rog)

Po končani polni izmeri in meritvah na stalnih vzorčnih ploskvah so na OE Kočevje izmerjene podatke prenesli iz popisnih obrazcev v digitalno obliko. Vsi nadaljnji izračuni so bili narejeni neodvisno od izračunov, narejenih za potrebe izdelave gozdnogospodarskih načrtov za ti dve enoti.

Pred izvedbo izračunov smo vse gozdove obeh gozdnogospodarskih enot glede na režime upravljanja in stanje uvrstili v eno od štirih kategorij gozda in sicer:

- ekocelice (oznaka EC) – vsi izločeni sestoji s šifro gozdnogojitvene smernice »14 (ni ukrepanja);
- gozdni rezervati (oznaka GR) – vsi gozdni rezervati razglašeni z Uredbo ... (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009);
- pragozdovi (oznaka PG) – vsi pragozdovi razglašeni z Uredbo ... (2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009);

- ostali gozdovi (oznaka OG) – vsi mnogonamenski gozdovi, ki ne sodijo v eno izmed zgornjih kategorij.

Kategorija varovalnih gozdov je prikazana le na karti kategorij gozdov in v analizi velikosti izločenih sestojev.

Po stratifikaciji smo iz podatkov polne izmere o številu dreves, njihovem premeru in drevesnih vrstah v obeh pragozdovih, z ustreznimi tarifami (pragozd Krokar: iglavci P6, listavci P7, pragozd Rajhenavski Rog: iglavci V8, listavci V9) izračunali lesno zalogo po debelinskih stopnjah in skupaj.

V nadaljevanju smo iz podatkov meritev na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP) z internim programom Zavoda za gozdove Slovenije (xBF) izračunali naslednje parametre za vsako stalno vzorčno ploskev:

- število dreves,
- temeljnica,
- lesna zaloga.

Količine velikih drevesnih ostankov na posamezno ploskev so bile izračunane neposredno iz osnovne datoteke, v kateri je zapisano število velikih drevesnih ostankov (ploskTH.dbf). Tu so podatki vsake SVP uvrščeni v naslednje kategorije:

- razvrstitev glede položaj drevesa: stoječa in ležeča drevesa;
- razvrstitev na iglavce in listavce;
- ter po razširjenih debelinskih razredih: do 30 cm, 30 do 50 cm in nad 50 cm

Za izračun smo uporabili tarife obravnavanega odseka, za navedene razširjene razrede pa smo uporabili naslednje sredine razredov: 17,5 cm, 37,5 cm in 62,5 cm. Vse ploskovne vrednosti parametrov so bile pomnožene s faktorjem 20 (ploskve so velike 5 arov, količina VDO pa se meri na njeni celotni površini) s čimer smo dobili hektarske vrednosti.

Iz koordinat, ki so bile zapisane v osnovni datoteki ploskev (ploskev.dbf), smo izdelali vektorsko karto stalnih vzorčnih ploskev. Vsaki od teh prostorsko umeščenih ploskev smo pripisali zgoraj navedene izračunane parametre in jo, glede na to, kje leži, uvrstili v eno od

obravnavanih kategorij gozda (pragozd, gozdni rezervat, ekocelica ali ostali gozdovi). Tako razvrščeni podatki so bili osnova za izdelavo vseh statističnih analiz in grafikonov s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0.

Za potrebe primerjave izbranih sestojnih parametrov pragozdov z gozdnimi rezervati in ostalimi gozdovi smo izbrali le primerljive dele teh objektov. V pragozdu Rajhenavski Rog imajo na podlagi informacij iz sestojne karte ter podatkov iz baze odsekov ZGS (Prostorski ..., 2009) vsi sestoji skupinsko do gnezdasto raznomerno zgradbo ter uspevajo na rastišču *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et. al. 1993. V kategoriji ostali gozdovi in v sosednjih gozdnih rezervatih smo tako izbrali 95 oziroma 35 ploskev, ki ležijo v sestojih z enakimi lastnostmi. Izbrane ploskve smo primerjali z 32 ploskvami pragozda Rajhenavski Rog.

V pragozdu Krokar pa je večina sestojev uvrščena v razvojno fazo debeljak (60,7 ha oz. 81 %). Za uvrstitev ploskev v posamezne gozdne združbe smo uporabili vektorsko karto gozdnih združb iz priloge C. Izbrali smo le asociacijo *Omphalodo - Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et. al. 1993, ki je prisotna na 36,26 ha (49 %) in površinsko zastopana tudi v okoliških gozdovih. Na podlagi teh kriterijev je bilo v pragozdu Krokar izbranih 16 ploskev. Njihove parametre smo primerjali z 61 ploskvami v ostalih okoliških mnogonamenskih gozdovih in s 34 ploskvami v gozdnih rezervatih.

Pred testiranjem razlik proučevanega sestojnega parametra med posameznimi kategorijami gozda smo za vsakega najprej preverili ali je asimetričnost porazdelitve (*standardized skewness*) znotraj vrednosti -2 to +2, kar nakazuje značilno normalno porazdelitev vrednosti in na to, da te prihajajo iz normalne porazdelitve. V kolikor je bilo temu kriteriju zadoščeno, smo uporabili parametričen test, enostavno analizo variance, v nasprotnem primeru pa Kruskal-Wallisov test, neparametrično metodo, ki namesto aritmetičnih sredin primerja mediane proučevanega parametra (Statgraphics ..., 1999).

Razlike med številom dreves po debelinskih stopnjah, dobljenih z metodo SVP in polne izmere smo testirali s pomočjo testa Kolmogorov-Smirnov. Ta primerja ali dva vzorca prihajata iz iste porazdelitve, saj izračuna največjo razdaljo kumulativne porazdelitve teh

dveh vzorcev. Če je razdalja dovolj velika, lahko zavrnemo hipotezo, da vzorca prihajata iz iste porazdelitve (Statgraphics ..., 1999).

Zanimala nas je tudi debelinska struktura sestojev. Za osnovo te analize smo uporabili podatke iz datoteke, v kateri so evidentirana vsa drevesa in njihove značilnosti na posamezni SVP (ploskDV.dbf) obeh obravnavanih gozdnogospodarskih enot. Združili smo ju v skupno datoteko ter povezali z datotekama, kjer so zapisani osnovni podatki o ploskvi (ploskev.dbf). Iz današnjega premera smo izračunali, v katero debelinsko stopnjo sodi posamezno drevo ter mu pripisali tudi šifro razvojne faze iz podatkov o sestojih. Izbrali smo le ploskve v primerljivi razvojni fazi in gozdni združbi in izločili drevesa s šiframi 1 (posekano drevo), 6 (napačen premer) ter 9 (opuščeno).

4.4 POIMENOVANJA GOZDNIH ZDRUŽB

Vse gozdne združbe v nalogi so poimenovane s trenutno veljavnimi imeni. Ker se v računalniški bazi ZGS (Prostorski ..., 2009), še vedno uporabljajo njihova stara poimenovanja, v spodnji preglednici prikazujemo pregled povezav med veljavnimi in starimi poimenovanji gozdnih združb, ki so omenjena v tem delu. Uporabljena poimenovanja so povzeta po delu Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400.000 (Marinček in Čarni, 2002), povezave s starimi pa po delu Pregled novih poimenovanj gozdnih združb v računalniški bazi CE ZGS po skupinah in podskupinah rastišč (Robič, 2001).

Preglednica 4: Pregled povezav med veljavnimi in starimi poimenovanji gozdnih združb (Robič 2001)

Table 4: A review of connections between new and old forest associations names (Robič 2001)

Uporabljeno ime gozdne združbe	Staro ime gozdne združbe
<i>Arunco – Fagetum</i> Košir 1962	<i>Arunco - Fagetum</i>
<i>Isopyro - Fagetum</i> Košir 1962	<i>Isopyro - Fagetum</i>
<i>Lamio orvalae - Fagetum</i> var. <i>geogr. Dentaria polyphyllos</i> Košir 1962	<i>Enneaphyllo - Fagetum</i>

se nadaljuje...

...nadaljevanje

<i>Lamio orvalae - Fagetum</i> var. geogr. <i>Sesleria autumnalis</i> Accetto 1990 nom. prov.	<i>Orvalo - Fagetum</i>
<i>Omphalodo - Fagetum</i> (Tregubov 1957) Marinček et. al. 1993	<i>Abieti - Fagetum dinaricum</i>
<i>Querco - Ostryetum carpinifoliae</i> Horvat 1938	<i>Querco-Ostryetum</i>

4.5 NAČIN IZRAČUNA PORABE ČASA IN STROŠKOV MERITEV

V pragozdu Krokar smo na zgoščeni mreži popisali 46 stalnih vzorčnih ploskev, torej 36 več, kot bi jih v gospodarskem gozdu, glede na velikost in obliko objekta. Ekipa dveh delavcev (vodja in pomočnik) je na novo postavila in izmerila drevesa na 7 do 8 ploskvah na dan. Ker je bila to prva takšna meritev, mreža stalnih vzorčnih ploskev še ni bila postavljena. To je zahtevalo dodaten čas, ki ob naslednji meritvi ne bo več potreben. Potrebno pa bo ponovno iskanje ploskve, kar je lahko v nekaterih primerih časovno še bolj zahtevno.

Ker smo se odločili tudi za izvedbo meritev v gozdnem rezervatu Borovec, ki je nekakšna robna cona pragozda Krokar, smo morali izvesti meritve parametrov dreves še na dodatnih 29 ploskvah, vendar pa smo se pri naši analizi omejili le na porabo časa v pragozdu Krokar, kjer smo opravili tudi polno izmero.

Pri nobenem od izračunov nismo navajali dejanskih urnih postavk, temveč smo uporabili razmerja med urnimi postavkami merilcev, tehnikov in vodjem skupin (univ. dipl. inž.). Ta razmerja so bila določene glede na junijsko plačo posameznega delovnega mesta v letu 2005. Prikazuje nam jih spodnja preglednica, kjer so stroški delovne ure, izraženi v denarnih enotah (v nadaljevanju DEn).

Preglednica 5: Pregled razmerij med urnimi postavkami posameznih delovnih mest

Table 5: A review of the relationships between hourly rates of working places

delovno mesto	število denarnih enot (DEn)
merilec	1,00
tehnik	1,48
vodja skupin	3,38

Poleg tega pri analizi stroškov nismo upoštevali kilometrine, saj naš namen ni bil prikazati celotnih stroškov takšne meritve, temveč le primerjati stroške dveh načinov meritve na istem objektu.

5 REZULTATI

V tem poglavju želimo prikazati značilnosti zgradbe gozdnih sestojev pod različnimi režimi upravljanja, kategorijami gozda na Kočevskem ter njihova razvojna gibanja. Poleg tega bomo proučili, katere sestojne značilnosti vplivajo na rezultate monitoringa gozdnih ekosistemov.

5.1 ŠTEVILO DREVES

Število dreves na določeni vzorčni ploskvi je v neposredni povezavi z razvojno fazo sestoja, v kateri se ploskev nahaja. Preglednica 6 nam prikazuje število dreves v obeh obravnavanih pragozdovih.

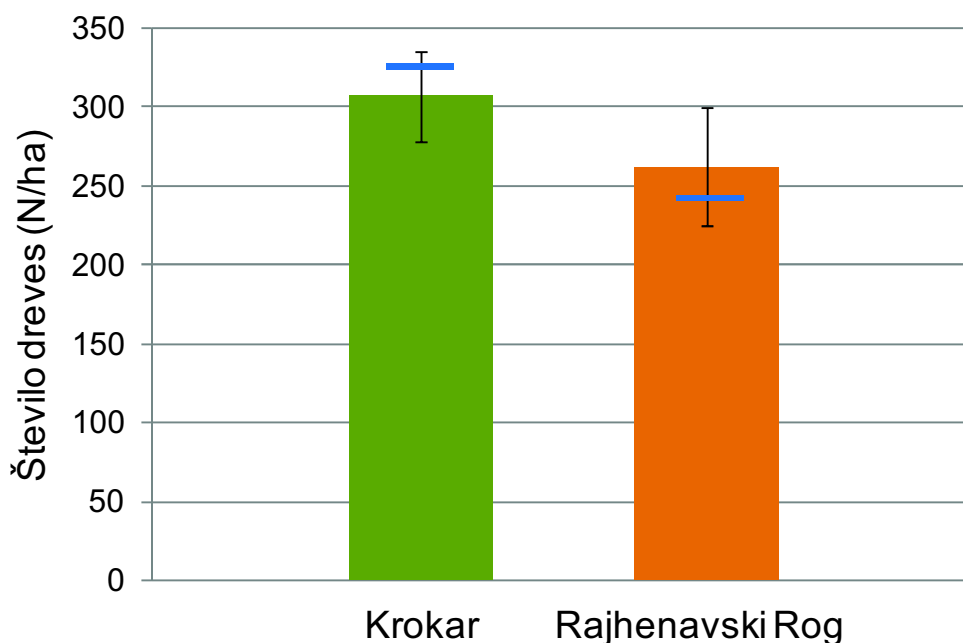
Preglednica 6: Število dreves v pragozdovih Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006

Table 6: Number of trees in virgin forests Krokar in year 2004 and Rajhenavski Rog in year 2006

Objekt	Merska enota	Način meritve	Število ploskev (N)	Aritm. sredina parametra	Vzorčna napaka ($\alpha=0,05$)
Pragozd KROKAR	N/ha	SVP	46	307	28,6
		PI*		326	
Pragozd RAJHENAVSKI ROG		SVP	32	262	37,2
		PI		242	

* upoštevana so le drevesa s premerom 10 cm in več

V pragozdu Krokar je bilo na stalnih vzorčnih ploskvah število dreves ocenjeno z 9,3 % vzorčno napako ($\alpha=0,05$). Ta je bila v pragozdu Rajhenavski Rog nekaj večja (14,2 %) zaradi manjšega števila vzorčnih ploskev in za 8 % večjega koeficienta variacije ocene števila dreves (Krokar: 31 %, Rajhenavski Rog: 39 %). Primerjava rezultatov z vzporedno polno izmero v obeh primerih kaže, da je ta znotraj intervala zaupanja ocene parametra vzorčne meritve.



Slika 13: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene števila dreves ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog

Figure 13: A review of arithmetic mean and confidence intervals of number of trees ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar and Rajhenavski Rog

Legenda:

Vrh stolpca označuje aritmetično sredino ocene števila dreves na SVP. Spodnja in zgornja daljica označujeta meje 95 % intervala zaupanja te ocene. Modra daljica označuje vrednost parametra, dobljenega z metodo polne izmere. Označbe veljajo tudi za vse nadaljnje prikaze tega tipa.

V pragozdu Krokar smo imeli podatke meritev dreves z metodo polne izmere od druge debelinske stopnje naprej. V drugi debelinski stopnji je bilo tako prisotnih 47 dreves/ha, kar predstavlja kar 12,5 % vseh dreves glede na celotno število dreves.

5.1.1 Primerjava števila dreves obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov

Vse primerjave so narejene le s primerljivimi gozdnimi sestoji z vidika razvojne faze oziroma zgradbe sestoja in gozdne združbe. Način izbora je natančneje opisan v metodah dela.

Preglednica 7: Število dreves v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004

Table 7: Number of trees in virgin forest Krokar and in comparable forest reserves and other forests in year 2004

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Število dreves (N/ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(N/ha)	(%)
Gozdni rezervati	34	374	82	21,9
Ostali gozdovi	61	395	50	12,5
Pragozd Krokar	16	288	50	17,2

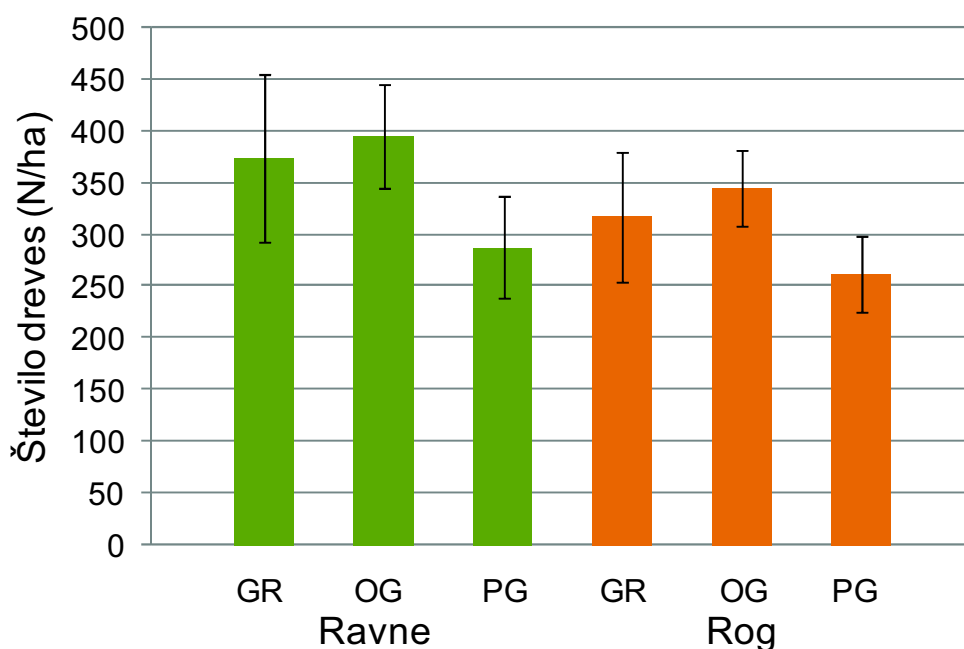
Primerjava števila dreves v pragozdu Krokar s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalimi mnogonamenskimi gozdovi kaže, da je tu najmanjše število dreves, ocena tega parametra pa je kljub majhnemu številu vzorčnih ploskev obremenjena z manjšo odstotno vzorčno napako kot v gozdnih rezervatih. Razlog za to je skoraj enkrat večji koeficient variacije za oceno števila dreves v gozdnih rezervatih (GR: 63 %, PG: 32 %).

Preglednica 8: Število dreves v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006

Table 8: Number of trees in virgin forest Rajhenavski Rog and in comparable forest reserves and other forests in year 2006

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Število dreves (N/ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(N/ha)	(%)
Gozdni rezervati	35	317	63	19,8
Ostali gozdovi	95	345	37	10,8
Pragozd Rajhenavski Rog	32	262	37	14,2

Tudi v pragozdu Rajhenavski Rog je število dreves manjše kot v primerjanih kategorijah. Kljub podobnemu številu vzorčnih ploskev v kategoriji pragozd in gozdni rezervati je v drugi vzorčna napaka manjša. Tudi tu kaže, da je pestrost zgradbe sestojev v gozdnih rezervatih precej večja, saj znaša koeficient variacije za oceno števila dreves kar 58 % (v pragozdu Rajhenavski Rog znaša koeficient variacije 39 %).



Slika 14: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen števila dreves ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih

Figure 14: A review of arithmetic means and confidence intervals of the number of trees ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar (left) and Rajhenavski Rog (right) and in comparable forest reserves and other forests

S Kruskal-Wallisovim testom smo preverili ali obstajajo značilne razlike v številu dreves med posameznimi kategorijami. Te so bile statistično značilne le med pragozdom Rajhenavski Rog in primerljivimi mnogonamenskimi gozdovi (kategorija ostali gozdovi). V pragozdu Krokar teh razlik z ostalimi gozdovi nismo odkrili, kljub precej manjšemu številu dreves v pragozdu.

5.2 TEMELJNICA

Izračun temeljnice sestoji je vmesni korak pri izračunu lesne zaloge, hkrati pa je znak, ki nam opisuje gostoto sestoja. Preglednica 9 nam prikazuje vrednosti ocen temeljnice dreves v pragozdovih Krokar in Rajhenavski Rog v primerjavi z dobljenimi vrednostmi s polno izmero.

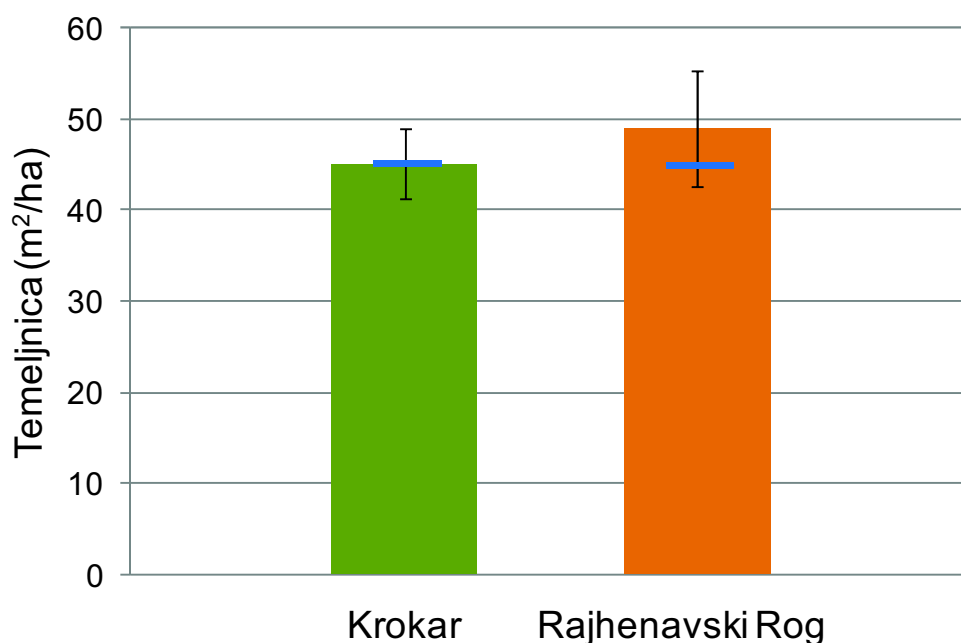
Preglednica 9: Temeljnica sestojev v pragozdu Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006

Table 9: Stand basal area in virgin forests Krokar in year 2004 and Rajhenavski Rog in year 2006

Objekt	Merska enota	Način meritve	Število ploskev (N)	Aritm. sredina parametra	Vzorčna napaka ($\alpha=0,05$)
Pragozd KROKAR	m ² /ha	SVP	46	45,1	3,8
		PI*		45,2	
Pragozd RAJHENAVSKI ROG		SVP	32	49,0	6,4
		PI		44,8	

* upoštevana so le drevesa s premerom 10 cm in več

Oba pragozdova v povprečju dosegata zelo velike vrednosti tega parametra. Temeljnica, izmerjena s polno izmero, je prav tako v obeh pragozdvih znotraj intervala vzorčne ocene temeljnice, izmerjene na stalnih vzorčnih ploskvah.



Slika 15: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene temeljnice ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog

Figure 15: A review of arithmetic mean and confidence intervals of stand basal area ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar and Rajhenavski Rog

Ob 30 % manjšem številu vzorčnih ploskev je vzorčna napaka ocene temeljnice v pragozdu Rajhenavski Rog skoraj enkrat večja, saj znaša koeficient variacije za to oceno 39 %, v pragozdu Krokar pa je ta manjši in znaša 31 %.

5.2.1 Primerjava temeljnice obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov

Preglednici 10 in 11 prikazujeta vrednosti temeljnice primerljivih delov pragozda, gozdnih rezervatov in ostalih mnogonamenskih gozdov. V obeh primerih izstopa izjemno velika temeljnica pragozda v primerjavi z okoliškimi gozdovi in gozdnimi rezervati.

Preglednica 10: Temeljnica dreves v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004

Table 10: Stand basal area in virgin forest Krokar and in comparable forest reserves and other forests in year 2004

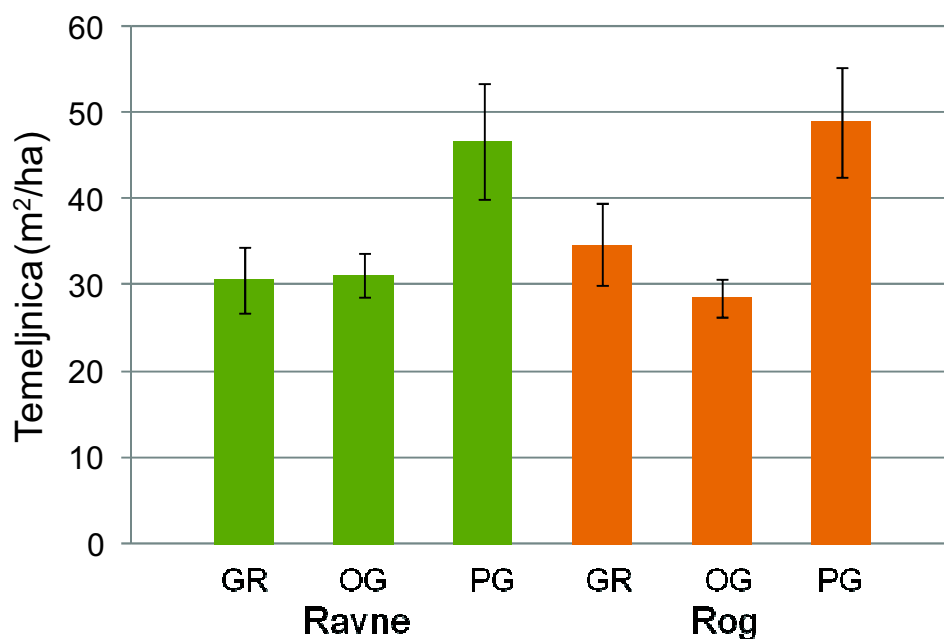
Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Temeljnica (m ² /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ² /ha)	(%)
Gozdni rezervati	34	30,7	3,9	12,6
Ostali gozdovi	61	31,2	2,6	8,2
Pragozd Krokar	16	46,7	6,7	14,4

Preglednica 11: Temeljnica dreves v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006

Table 11: Stand basal area in virgin forest Rajhenavski Rog and in comparable forest reserves and other forests in year 2006

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Temeljnica (m ² /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ² /ha)	(%)
Gozdni rezervati	35	34,8	4,8	13,7
Ostali gozdovi	95	28,6	2,2	7,7
Pragozd Rajhenavski Rog	32	49,0	6,4	13,0

Prav tako izstopa glede na manjše število vzorčnih ploskev tudi dokaj majhna vzorčna napaka v obeh pragozdovih, ki imata glede na ostale primerljive kategorije najmanjši koeficient variacije za oceno temeljnice (pragozd Rajhenavski 36 %, pragozd Krokar 27 %).



Slika 16: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen temeljnice ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokcar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih

Figure 16: A review of arithmetic means and confidence intervals of stand basal area ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokcar (left) and Rajhenavski Rog (right) and in comparable forest reserves and other forests

Z enostavno analizo variance smo preverili, ali obstajajo značilne razlike v temeljnici dreves med posameznimi kategorijami. Oba pragozdova imata značilno večje vrednosti temeljnice od ostalih primerljivih gozdov in gozdnih rezervatov, odkrili pa smo tudi značilno večje vrednosti temeljnice gozdnih rezervatov glede na ostale gozdove v gozdnogospodarski enoti Rog.

Analiza je tudi pokazala, da kar 72 % vseh primerljivih vzorčnih ploskev s temeljnico 50 m²/ha ali več leži v obeh pragozdovih.

5.3 LESNA ZALOGA

Lesna zaloga je sestojni parameter, ki je v tesni povezavi s temeljnico sestaja. Gozdarji mu že od nekdaj pripisujemo velik pomen (Bončina, 1997). Preglednica 12 prikazuje lesno zalogo v obeh obravnavanih pragozdovih.

Preglednica 12: Primerjava aritmetične sredine ocene lesne zaloge na SVP s polno izmero v obeh obravnavanih pragozdovih

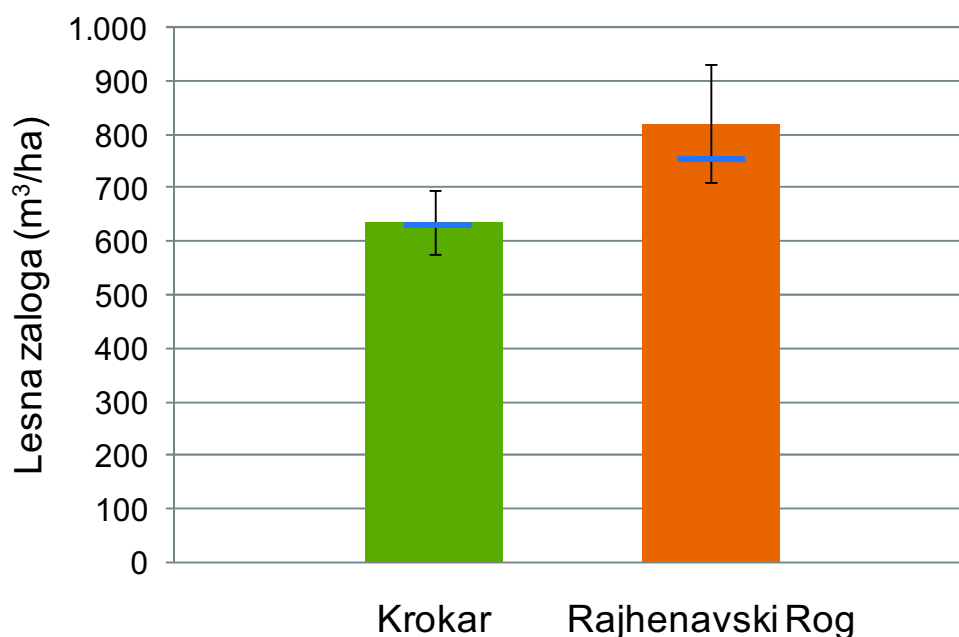
Table 12: Comparison of the arithmetic mean of estimates of growing stock at PSP with full callipering in both virgin forests

Objekt	način meritve	merska enota	število ploskev (N)	iglavci	listavci	aritm. sredina parametra	vzorčna napaka ($\alpha=0,05$)
Pragozd KROKAR	SVP	m ³ /ha	46	32,9	603,3	636,2	60,0
	PI *	m ³ /ha		46,5	586,9	633,3	
	razlika	%		-29	3	0	
Pragozd RAJHENAVSKI ROG	SVP	m ³ /ha	32	487,9	332,7	820,6	110,0
	PI	m ³ /ha		427,7	318,6	746,3	
	razlika	%		14	4	10	

* upoštevana so le drevesa s premerom 10 cm in več

Vzporedno z meritvami na stalnih vzorčnih ploskvah je potekala tudi polna izmera obeh pragozdov. V pragozdu Krokár je na ta način izmerjena lesna zaloga znašala 633 m³/ha (dreves s premerom 10 cm in več), vrednost, ki je skoraj identična aritmetični sredini ocene lesne zaloge izmerjeni na SVP. V pragozdu Rajhenavski Rog pa je bila ta razlika precej večja, saj je s polno izmero izmerjena lesna zaloga znašala 746 m³/ha, kar pa je še vedno znotraj intervala zaupanja ocene lesne zaloge na SVP, saj je v tem objektu vzorčna napaka nekaj večja (13,4 %, Krokár 9,4 %).

Primerjava lesnih zalog po skupinah drevesnih vrst (iglavci in listavci), dobljena z obema uporabljenima inventurnima metodama kaže, da je bila z metodo stalnih vzorčnih ploskev v obeh pragozdovih nekaj slabše ocenjena količina iglavcev. V Krokáru predvsem v debelejših debelinskih stopnjah, v Rajhenavskem Rogu pa je bilo precenjeno število tanjših dreves iglavcev. V obeh pragozdovih je zelo dobro ocenjeno razmerje med iglavci in listavci (Krokár: SVP igl:lst 5:95, PI igl:lst 7:93, Rajhenavski Rog: SVP igl:lst 59:41, PI igl:lst 57:43).



Slika 17: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene lesne zaloge ($\alpha=0,05$) pragozda Krokar in Rajhenavski Rog

Figure 17: A review of arithmetic mean and confidence intervals of growing stock ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar and Rajhenavski Rog

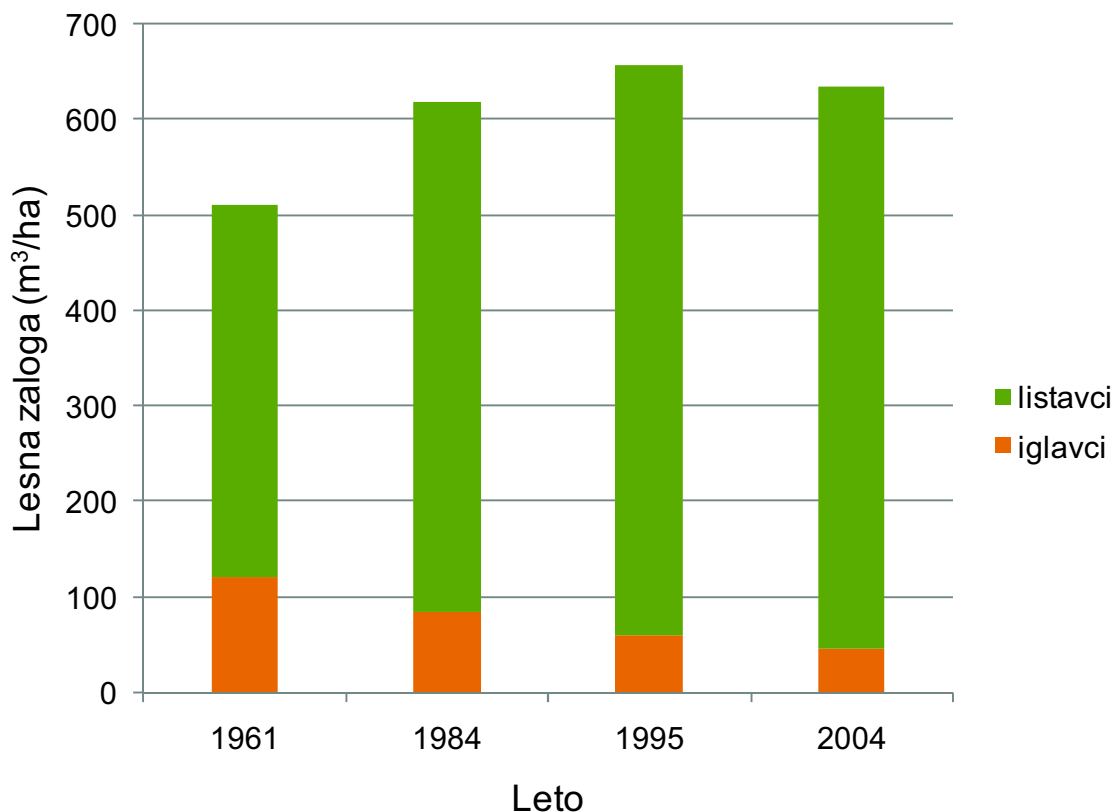
Zanimalo nas je tudi, kolikšen je delež lesne zaloge dreves v drugi debelinski stopnji. Tega smo lahko izračunali le v pragozdu Krokar, kjer je bila polna izmera opravljena od prsnega premera 5 cm. Ugotovimo lahko, da imajo drevesa v tej debelinski stopnji lesno zalogo 1,7 m³/ha, kar predstavlja le 0,3 % celotne lesne zaloge v tem pragozdu.

Lesna zaloga je eden pomembnejših sestojnih parametrov, vendar pa je pri analizi strukture sestojev poleg velikosti lesne zaloge pomembno, kako je ta zaloga strukturirana glede na debelino in višino dreves ter njihovo razmestitev v prostoru (Bončina, 1997). Sestojne lesne zaloge so zaradi preteklega gospodarjenja in rastiščnih dejavnikov zelo različne. Največje vrednosti parameter dosega v obeh pragozdovih, kjer ima kar 13 % vseh ploskev lesno zalogo nad 1.000 m³/ha.

5.3.1 Časovni razvoj lesne zaloge

Lesna zaloga je parameter, ki se skozi zgodovino spremlja najdlje. Zanesljive podatke o lesni zalogi obeh pragozdov imamo od leta 1957 (Rajhenavski Rog) oz. 1961 (Krokar), iz

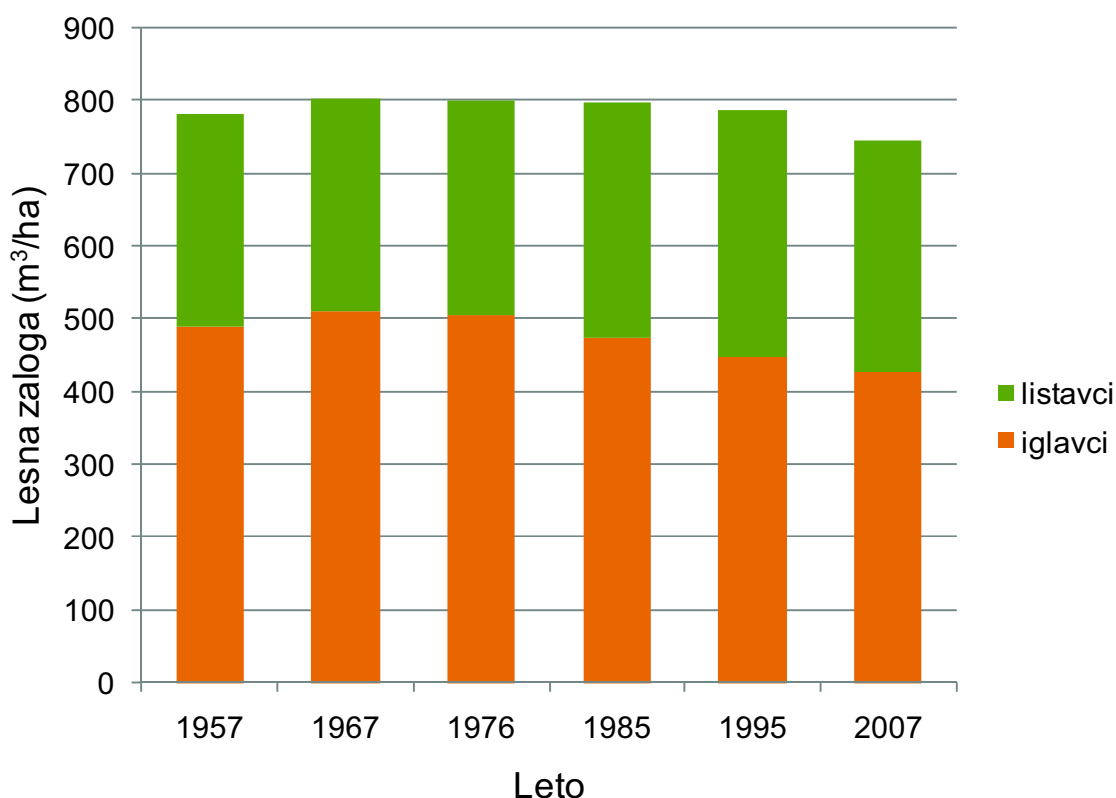
osemdesetih oz. devetdesetih let prejšnjega stoletja pa so na razpolago tudi podatki o količini velikih drevesnih ostankov.



Slika 18: Razvoj lesne zaloge v Pragozdu Krokar v obdobju od leta 1961 do 2004 (Hartman, 2007)

Figure 18: Growing stock development in old-growth forest Krokar from year 1961 to 2004 (Hartman, 2007)

Lesna zaloga v pragozdu Krokar je od leta 1961 do 1995 naraščala, v zadnjem desetletju pa kaže, da se je trend obrnil. Zanimivo je, da delež iglavcev v zadnjih 43 letih neprestano pada. Zmanjševanje njihovega deleža se nekoliko upočasnjuje (iz 0,4 % letno na današnjih 0,2 % letno).



Slika 19: Razvoj lesne zaloge v Pragozdu Rajhenavski Rog v obdobju od leta 1957 do 2007 (delno po Bončina, 1999)

Figure 19: Growing stock development in old-growth forest Rajhenavski Rog from year 1957 to 2007 (partly after Bončina, 1999)

Prikazani so podatki o skupni lesni zalogi za zadnjih 48 let. V letih 1976, 1985 in 1995 je bila za merski prag izbrana druga debelinska stopnja, vendar je bilo v tem razredu le 0,7 m³/ha (1976), 1,5 m³/ha (1985) in 0 m³/ha (1995) lesne zaloge. Kaže, da lesna zaloga stagnira, oziroma je celo nekoliko v upadanju in je že tako velika, da se tudi v prihodnje najverjetneje ne bo več povečevala. Lesna zaloga, izračunana na podlagi meritev na vzorčnih ploskvah, je precej večja, vendar glede na polno izmerjeno lesno zalogo še vedno znotraj intervala zaupanja ocene lesne zaloge.

5.3.2 Primerjava lesne zaloge obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov

Preglednici 13 in 14 prikazujeta vrednosti lesne zaloge primerljivih delov pragozda, gozdnih rezervatov in ostalih mnogonamenskih gozdov. Tako kot tudi v primeru

temeljnice, tudi tu v obeh primerih izstopa izjemno velika lesna zaloga pragozda v primerjavi z okoliškimi gozdovi in gozdnimi rezervati.

Preglednica 13: Lesna zaloga v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih

Table 13: Growing stock in virgin forest Krokar and in comparable forest reserves and other forests

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Lesna zaloga (m ³ /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ³ /ha)	(%)
Gozdni rezervati	34	423	59	13,9
Ostali gozdovi	61	422	35	8,4
Pragozd Krokar	16	667	106	15,9

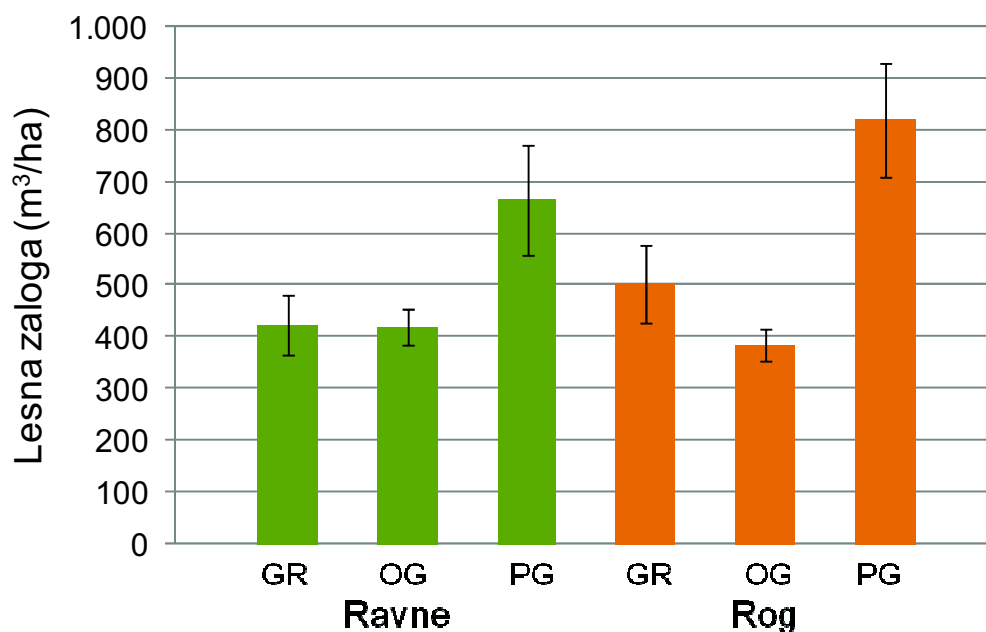
Aritmetična sredina ocene lesne zaloge primerljivih gozdnih rezervatov in ostalih gozdov je skoraj povsem enaka, lesna zaloga pragozda Krokar pa je za 58 % večja. Vzorčna napaka je najmanjša v kategoriji ostalih gozdov, kjer imamo največje število vzorčnih ploskev. Največji koeficient variacije ocene lesne zaloge imajo gozdni rezervati (KV= 40 %), najmanjšo pa pragozd (KV= 30 %).

Preglednica 14: Lesna zaloga v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih

Table 14: Growing stock in virgin forest Rajhenavski Rog and in comparable forest reserves and other forests

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Lesna zaloga (m ³ /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ³ /ha)	(%)
Gozdni rezervati	35	503	75	14,9
Ostali gozdovi	95	385	32	8,3
Pragozd Rajhenavski Rog	32	821	110	13,4

Aritmetična sredina ocene lesne zaloge primerljivih gozdnih rezervatov je na Rogu precej večja od ocene lesne zaloge ostalih gozdov (31 %), glede na ostale gozdove pa je lesna zaloga pragozda Rajhenavski Rog kar za 113 % večja. Tudi tu je vzorčna napaka najmanjša v kategoriji ostalih gozdov, največjo pestrost zgradb sestojev z vidika lesne zaloge pa imajo gozdni rezervati (KV= 43 %), najmanjšo pa pragozd (KV= 37 %).



Slika 20: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen lesne zaloge ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih

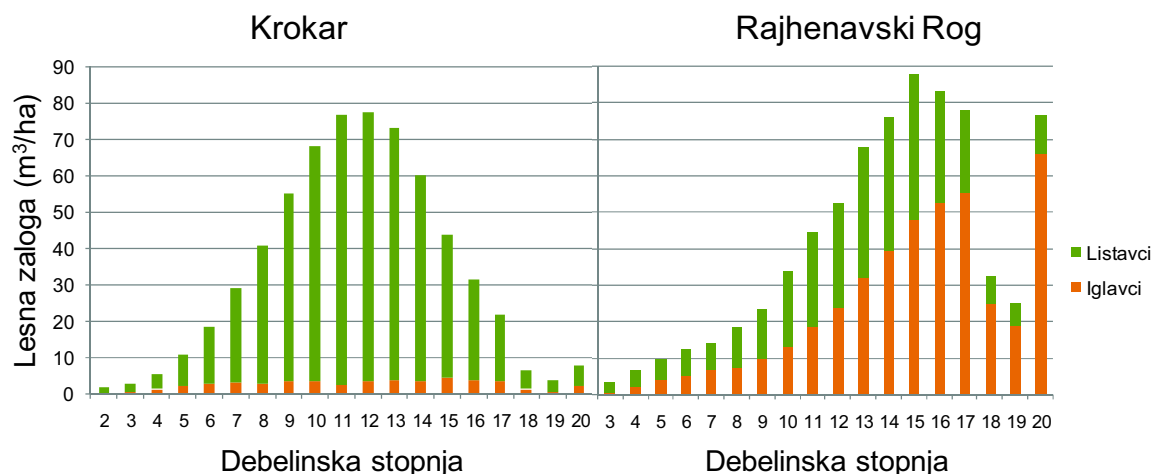
Figure 20: A review of arithmetic means and confidence intervals of growing stock ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar (left) and Rajhenavski Rog (right) and in comparable forest reserves and other forests

S Kruskal-Wallisovim testom smo preverili ali obstajajo značilne razlike v lesni zalogi dreves med posameznimi kategorijami. Te so bile statistično značilne med pragozdom Rajhenavski Rog in obema primerjanima kategorijama ter med gozdnimi rezervati ter ostalimi gozdovi.

Pragozd Krokar se glede na lesno zalogo prav tako značilno razlikuje od obeh primerjanih kategorij.

5.4 DEBELINSKA STRUKTURA

Debelinska struktura obravnavanih objektov je v tesni povezavi z njihovim cikličnim razvojem. Posredno ali neposredno je bilo njeno ugotavljanje cilj številnih predhodnih raziskav, saj je skupaj z razvojno fazo, vitalnostjo, pomlajevanjem, lahko sklepamo na njihove razvojne značilnosti.



Slika 21: Razporeditev lesne zaloge po debelinskih stopnjah v pragozdovih Krokár (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) v letu 2004 oz. 2007 (polna izmera)

Figure 21: Diameter distribution of growing stock in old-growth forests Krokár (Hartman, 2005) and Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) in year 2004 (Krokár) and 2007 (Rajhenavski Rog) (full callipering)

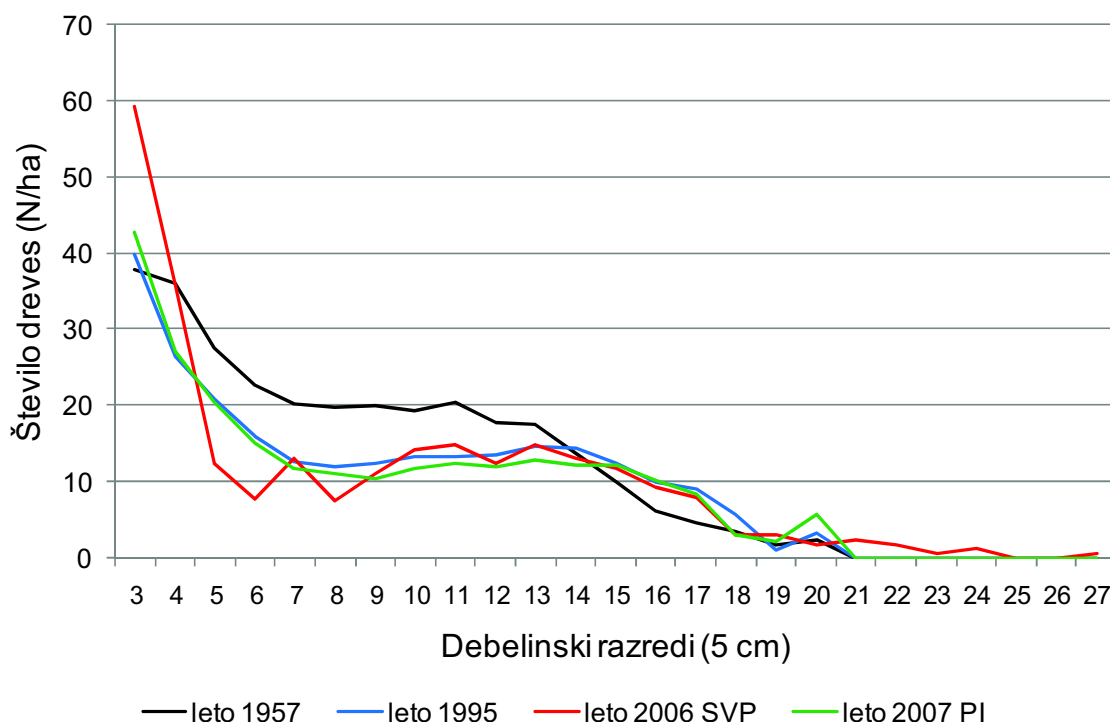
Razporeditev lesne zaloge po debelinskih stopnjah se med obema pragozdovoma nekoliko razlikuje. V Krokárju je modus lesne zaloge v 12. debelinski stopnji v Rajhenavskem Rogu pa v 15. debelinski stopnji. Kolmogorov-Smirnov test ni odkril razlik ($p = 0,964$) med lesnimi zalogami po debelinskih stopnjah obeh pragozdov.

Prevladujoča bukova rastišča v Krokárju, oziroma jelova bukovja v Rajhenavskem Rogu vplivajo na veliko večje deleže iglavcev (jelke) v Rajhenavskem Rogu v vseh debelinskih stopnjah. Deleži iglavcev in listavcev se po debelinskih stopnjah močno spreminja. V pragozdu Krokár je v tanjših debelinskih stopnjah delež iglavcev okoli 20 %, v 11. debelinski stopnji pade na 3 %, nato pa se zopet povzpne na 20 %. V Rajhenavskem Rogu delež iglavcev z debelinskimi stopnjami enakomerno narašča z začetnih 13 % v tretji debelinski stopnji, na 80 % v dvajseti debelinski stopnji.

Tako v Krokárju, kot še očitneje v Rajhenavskem Rogu, prikazujemo veliko lesno zalogo v 20. debelinski stopnji, kar je posledica uvrščanja vseh večjih premerov v ta razred ob polni izmeri.

5.4.1 Časovni razvoj debelinske strukture pragozdov

Dolga zgodovina meritev in spremljanja razvoja obeh pragozdov nam je omogočila analizo spremembe debelinske strukture v zadnjih desetletjih. Na slikah 22 in 23 so prikazani rezultati, katere smo primerjali glede na vrsto inventurne metode.

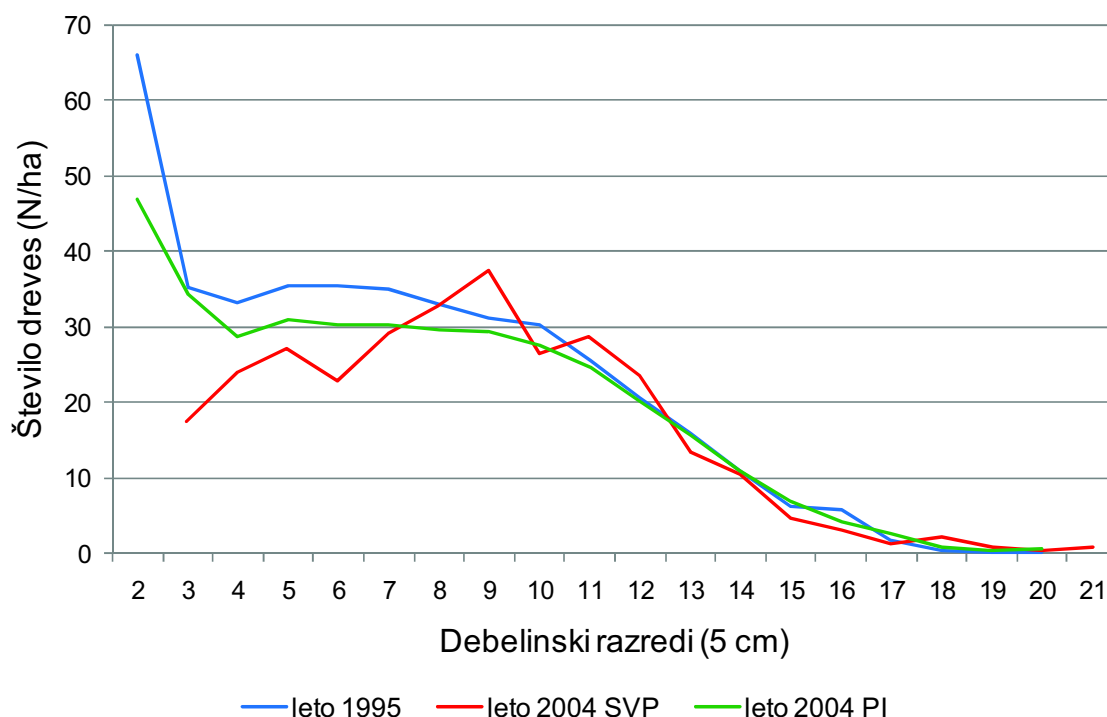


Slika 22: Gibanje števila dreves (od 1957 do 2007) v pragozdu Rajhenavski Rog s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah) (delno po Bončina, 1999)

Figure 22: Amount of trees (from 1957 to 2007) in old-growth forest Rajhenavski Rog with comparison of inventory methods (PI - full callipering, SVP - measures on permanent sample plots (PSP)) (partly after Bončina, 1999)

Med letoma 1957 in 1995 se je število dreves v manjših debelinskih stopnjah (do 13.) močno zmanjšalo, prav tako pa se je zmanjšalo skupno število dreves (za 17 %), kljub temu, da je danes nekaj več dreves nad 15. debelinsko stopnjo. Med letoma 1995 in 2007 se debelinska struktura ni bistveno spremenila. Število dreves po debelinskih stopnjah po meritvah na SVP nekoliko bolj niha zaradi manjšega vzorca, kljub temu pa ta odstopanja niso velika in kaže na nekaj večje vrednosti le v 3. in 4. debelinski stopnji. Kolmogorov-Smirnov test razlik med številom dreves po debelinskih stopnjah, dobljenih z metodo SVP

in polne izmere ni odkril ($p = 0,767$). Pomembna informacija je število dreves nad 20 debelinsko stopnjo, ki je pri drugih meritvah nimamo. V pragozdu Rajhenavski Rog je bilo na stalnih vzorčnih ploskvah izmerjeno 11 dreves s premerom nad 100 cm, od tega je 9 jelk in dve bukvi. Najdebelejša je jelka s prsnim premerom 130 cm.



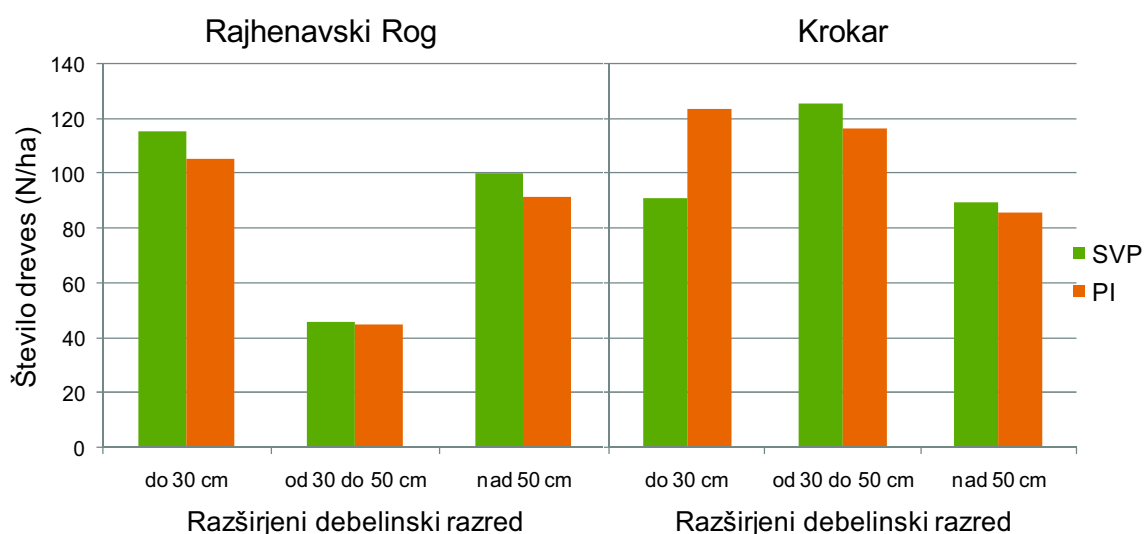
Slika 23: Gibanje števila dreves (od 1995 do 2004) v pragozdu Krokar s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah) (delno po Hartman, 2009)

Figure 23: Amount of trees (from 1995 to 2004) in old-growth forest Krokar with comparison of inventory methods (PI - full callipering, SVP - measures on permanent sample plots (PSP)) (partly after Hartman, 2009)

Za pragozd Krokar smo imeli na razpolago krajši niz podatkov. Vidimo, da se je med letoma 1995 in 2004 število dreves v manjših debelinskih stopnjah (do 10.) tudi tu nekoliko zmanjšalo, prav tako pa se je zmanjšalo skupno število dreves (za 11 %). Število dreves po debelinskih stopnjah po meritvah na SVP kaže na manjše število dreves v prvih šestih debelinskih stopnjah. Izjemno debelih dreves je tu manj. Kolmogorov-Smirnov test razlik med številom dreves po debelinskih stopnjah, dobljenih z metodo SVP in polne izmere ni odkril ($p = 0,765$). Na stalnih vzorčnih ploskvah je bilo izmerjeno 10 dreves s

premerom nad 90 cm, od tega je 1 jelka in 9 bukev. Najdebelejši sta dve bukvi s prsnim premerom 100 cm.

Ker smo želeli podrobneje analizirati razporeditev števila dreves in njihovo odstopanje glede na način meritve, smo prikazali podatke tudi po razširjenih debelinskih razredih (slika 24).



Slika 24: Število dreves po razširjenih debelinskih stopnjah v pragozdu Rajhenavski Rog in Krokcar s primerjavo inventurnih metod (PI - polna izmera, SVP - meritev na stalnih vzorčnih ploskvah)

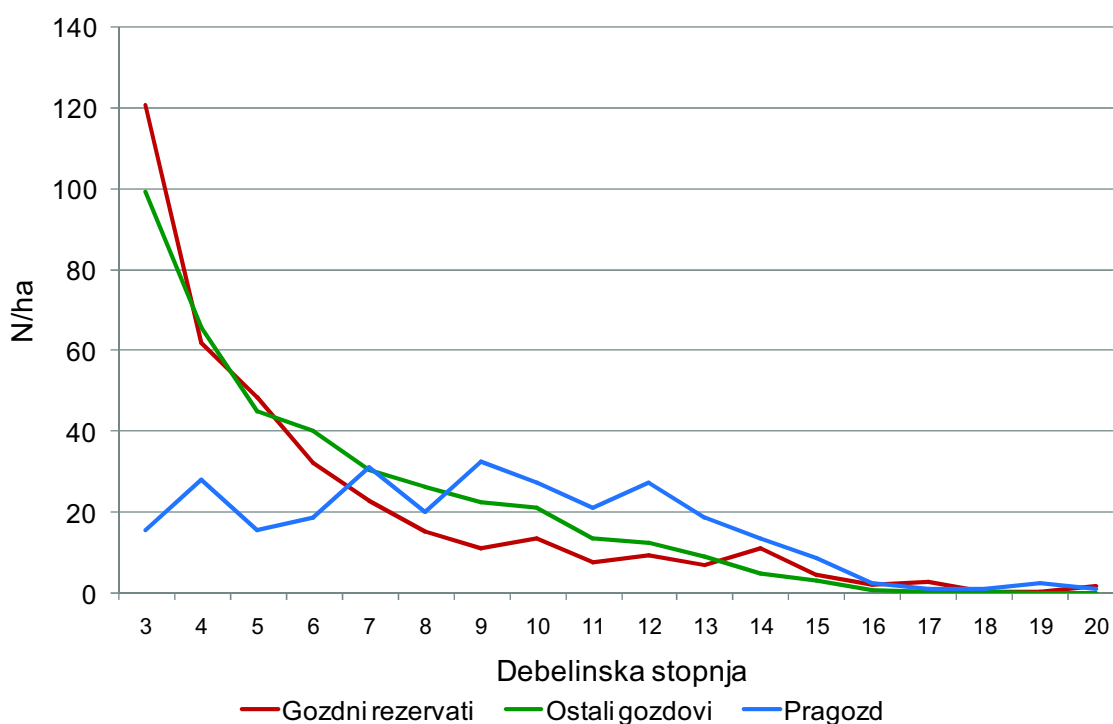
Figure 24: Number of trees in old-growth forest Rajhenavski Rog and Krokcar with comparison of inventory methods (PI - full callipering, SVP - measures on permanent sample plots (PSP))

V Rajhenavskem Rogu glede na število drevja močno izstopa drugi razširjeni debelinski razred z zelo majhnim številom dreves. Razlike med polno izmero in vzorčno oceno parametra so majhne. V pragozdu Krokcar so te razlike nekaj večje v prvem razširjenem debelinskem razredu, kjer aritmetična sredina vzorčne ocene dosega le 74 % števila dreves, dobljenega s polno izmero.

5.4.2 Primerjava debelinske strukture obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov

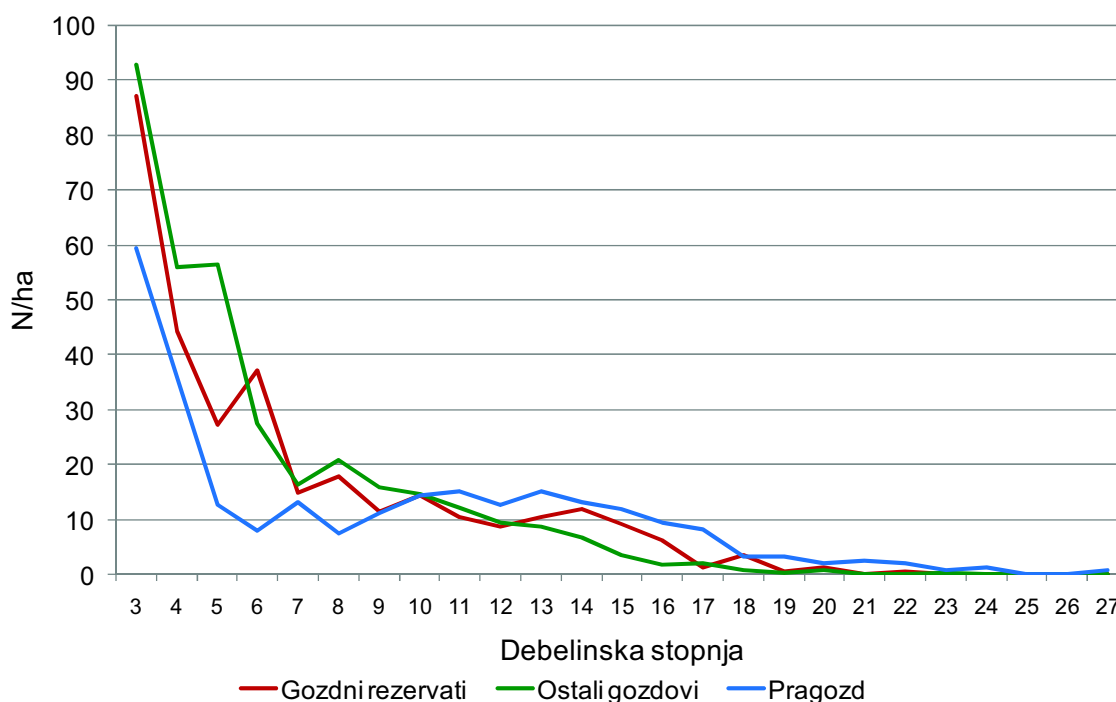
Za primerjavo debelinske strukture pragozda Rajhenavski Rog s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov je bilo uporabljenih 1636, dreves merjenih na stalnih vzorčnih ploskvah (od tega 978 dreves v kategoriji ostalih gozdov na 95 vzorčnih ploskvah, 350 dreves v gozdnih rezervatih na 35 vzorčnih ploskvah in 308 dreves v pragozdu na 32 vzorčnih ploskvah), izbranih glede na primerljivo razvojno fazo in gozdno združbo.

Za primerjavo debelinske strukture pragozda Krokar je bilo v primerjavo vključenih nekaj manj dreves in sicer 1309. Tu smo imeli 748 dreves v kategoriji ostalih gozdov na 61 vzorčnih ploskvah, 368 dreves v gozdnih rezervatih na 34 vzorčnih ploskvah in 193 dreves v pragozdu na 16 vzorčnih ploskvah. Sliki 25 in 26 nam prikazujeta rezultate te analize po posameznih kategorijah gozda.



Slika 25: Primerjava debelinske strukture pragozda Krokar s primerljivimi gozdnimi rezervati in kategorijo ostalih gozdov

Figure 25: Diameter structure of virgin forest Krokar in compare with forest reserves and other forests



Slika 26: Primerjava debelinske strukture pragozda Rajhenavski Rog s primerljivimi gozdnimi rezervati in kategorijo ostalih gozdov

Figure 26: Diameter structure of virgin forest Rajhenavski Rog in compare with forest reserves and other forests

Glede na prikazano v obeh primerjavah od ostalih krivulj najbolj odstopata oba pragozdova. V pragozdu Krokar je glede na ostali kategoriji zelo malo dreves v prvih šestih debelinskih stopnjah. Podobna ugotovitev, le v nekaj manjši meri, velja tudi za pragozd Rajhenavski Rog. Od 9. debelinske stopnje (Krokar) oziroma od 11. (Rajhenavski Rog) naprej pa je v pragozdu bistveno več dreves kot v primerljivih gozdovih gozdnih rezervatov in ostalih mnogonamenskih gozdov. V Rajhenavskem Rogu so drevesa na vzorčnih ploskvah debelejša povprečno za 21 cm (OG) oziroma 12 cm (GR). Primerjava z drevesi v Krokarju kaže na nekaj manjše razlike, kljub temu pa so ta v povprečju debelejša za 12 cm (OG) oziroma 13 cm (GR). Prav tako pričakovano dosega največje premere drevesa v obeh pragozdovih in sicer v Krokarju do 100 cm in v Rajhenavskem Rogu do 130 cm.

5.5 VELIKI DREVESNI OSTANKI

Velike drevesne ostanke (VDO) v gozdu predstavljajo stoječe odmrlo drevje, ležeče drevje, debla, veje, panji in korenine. Količina zadnjih dveh je težje ugotovljiva, zato ju glede na namen naše raziskave v meritve nismo vključili. Veliki drevesni ostanki imajo v gozdu zelo pomembno vlogo. Imajo ključni pomen v kroženju organskih snovi in so pomemben habitat za favno in floro (Virgin forest ..., 1993). Njihova količina je tisti sestojni parameter, ki se med gospodarskim gozdom in pragozdom najbolj razlikuje (Bončina, 1997).

Preglednica 15 nam prikazuje količine velikih drevesnih ostankov v obeh obravnavanih pragozdovih, dobljene z metodo polne izmere in meritev na vzorčnih ploskvah.

Preglednica 15: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Krokar v letu 2004 in Rajhenavski Rog v letu 2006

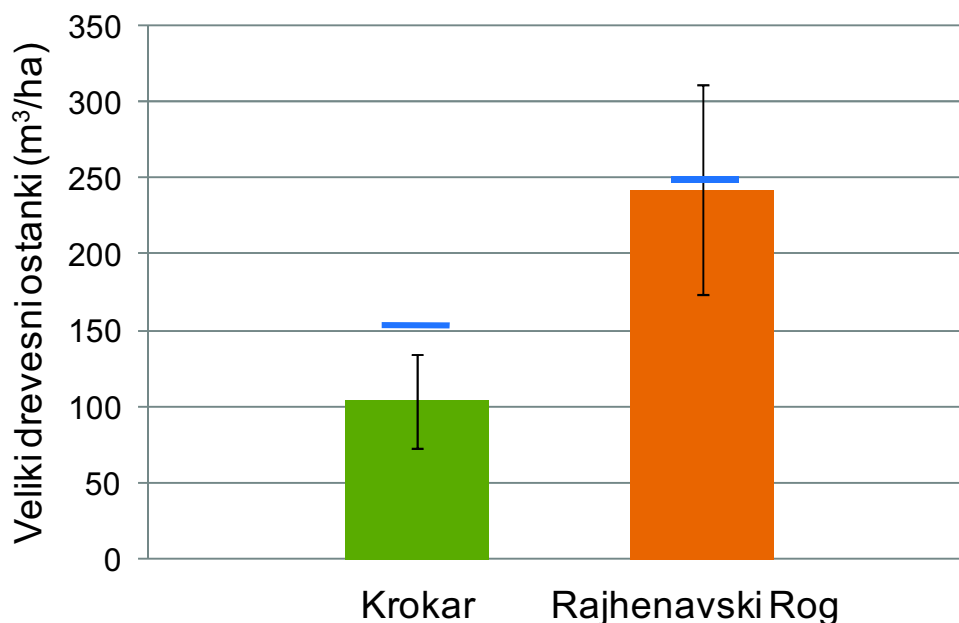
Table 15: Amount of large woody debris in virgin forests Krokar in year 2004 and Rajhenavski Rog in year 2006

Objekt	Način meritve	iglavci (m ³ /ha)	listavci (m ³ /ha)	skupaj (m ³ /ha)	Vzorčna napaka (za skupaj, m ³ /ha, $\alpha=0,05$)
Pragozd KROKAR	SVP	51,6	52,7	104,3	30,8
	PI*	75,5	78,2	153,8	
Pragozd RAJHENAVSKI ROG	SVP	160,4	82,5	242,9	68,8
	PI	171,2	76,2	247,4	

* upoštevana so le drevesa in drevesni ostanki s premerom 10 cm in več

V pragozdu Krokar znaša s polno izmero izmerjena količina velikih drevesnih ostankov 153,8 m³/ha, kar predstavlja 24 % lesne zaloge živih dreves oziroma 20 % od skupne lesne zaloge. Količina VDO izmerjena s polno izmero je zunaj intervala ocene količine VDO na SVP.

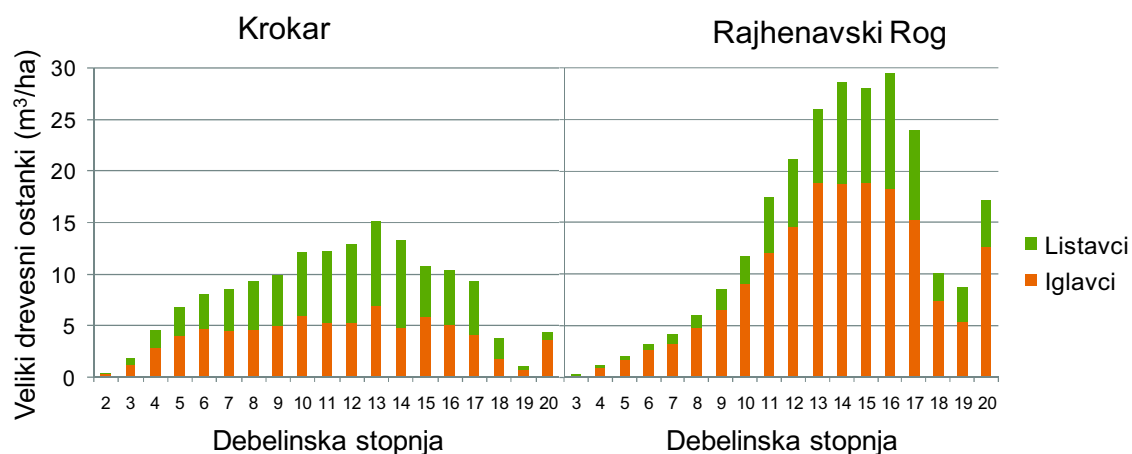
V pragozdu Rajhenavski Rog znaša izmerjena količina velikih drevesnih ostankov 247,4 m³/ha, kar predstavlja 33 % lesne zaloge živih dreves, oziroma 25 % od skupne lesne zaloge. Količina VDO izmerjena s polno izmero pa je tu znotraj intervala ocene količine VDO na SVP. Koeficient variacije ocene količine velikih drevesnih ostankov je v Rajhenavskem Rogu manjši kot v Krokarju (79 % oz. 99 %)



Slika 27: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene velikih drevesnih ostankov ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokar in Rajhenavski Rog

Figure 27: A review of arithmetic mean and confidence intervals of large woody debris ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokar and Rajhenavski Rog

Slika 28 nam prikazuje razporeditev velikih drevesnih ostankov po debelinskih stopnjah ločeno glede na skupino drevesnih vrst (iglavci oziroma listavci).



Slika 28: Razporeditev velikih drevesnih ostankov po debelinskih stopnjah v pragozdovih Krokar (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) v letu 2004 oz. 2007 (polna izmera)

Figure 28: Diameter distribution of large woody debris in old-growth forests Krokar (Hartman, 2005) and Rajhenavski Rog (Hartman, 2007) in year 2004 (Krokar) and 2007 (Rajhenavski Rog) (full calliper)

Razporeditev količine velikih drevesnih ostankov po debelinskih stopnjah se med obema pragozdovoma nekoliko razlikuje. V Krokarju je porazdelitev količin precej simetrična. Modus količine VDO je v 13. debelinski stopnji. Delež iglavcev se med debelinskimi stopnjami spreminja le malo in se giblje od 40 do 60 %, le v najdebelejših debelinskih stopnjah doseže 85 %. V pragozdu Rajhenavski Rog je nekaj več VDO v večjih debelinskih stopnjah. Modus je v 16. debelinski stopnji, delež iglavcev pa se giblje med 62 % in 83 %.

Tako kot velja za razporeditev lesne zaloge je tudi tu prikazana velika količina VDO v 20. debelinski stopnji, kar je posledica uvrščanja vseh večjih premerov v ta razred ob polni izmeri.

V nadaljevanju nas je zanimalo, kako se razporeja količina velikih drevesnih ostankov v obeh pragozdovih glede na to ali ti stojijo ali že ležijo ter kolikšen je delež iglavcev in listavcev. Hkrati smo medsebojno primerjali rezultate obeh načinov meritve. Osnovne podatke nam prikazuje preglednica 16.

Preglednica 16: Količina velikih drevesnih ostankov po kategorijah iglavci/listavci in ležeči/stoječi

Table 16: Amount of large woody debris in both examined old-growth forests by categories coniferous/broadleaves and lying/standing

Objekt	Način meritve	iglavci m ³ /ha		listavci m ³ /ha		iglavci m ³ /ha		listavci m ³ /ha		stoječi m ³ /ha	ležeči m ³ /ha	skupaj m ³ /ha
		ležeči	stoječi	ležeči	stoječi	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha			
Krokar	SVP	21,7	29,9	24,1	28,5	51,6	52,6	58,5	45,8			104,3
	PI *	30,5	45,0	57,5	20,7	75,5	78,2	65,7	88,0			153,8
Razlika (%)		-29	-33	-58	38	-32	-33	-11	-48			-32
Rajhenav. Rog	SVP	72,0	88,5	64,9	17,5	160,4	82,5	106,0	136,9			242,9
	PI	53,3	118,0	30,0	46,2	171,2	76,2	164,2	83,2			247,4
Razlika (%)		35	-25	117	-62	-6	8	-35	64			-2

* prikazani so le podatki od 3. debelinske stopnje naprej

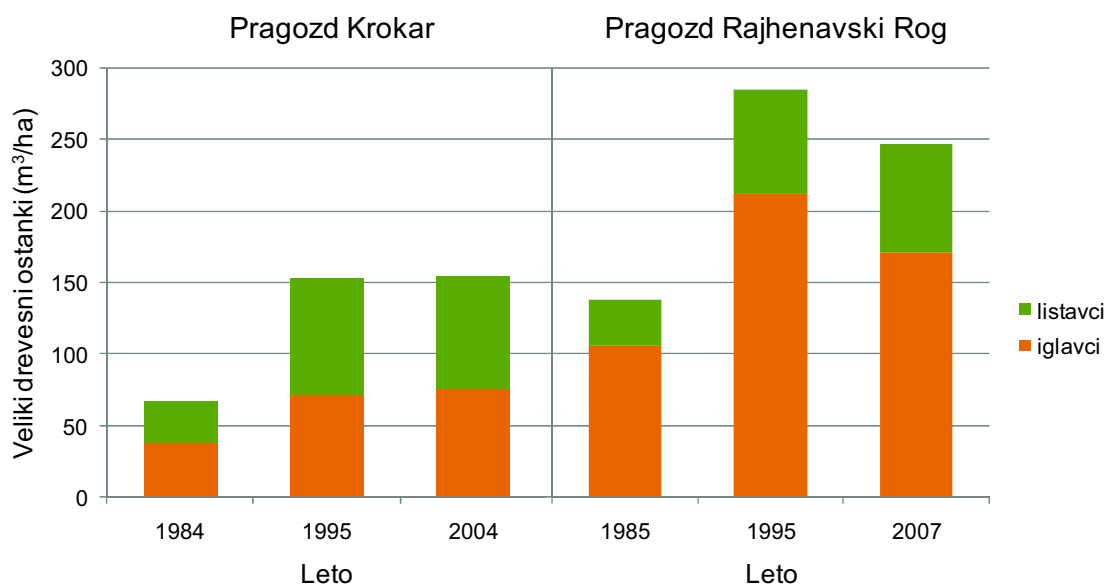
Ugotovimo lahko, da so količine VDO, ugotovljene z metodo stalnih vzorčnih ploskev v obeh objektih in v večini kategorij manjše, kot so bile ugotovljene s polno izmero. Primerjava kaže, da je v pragozdu Krokar količina VDO (nad 3 debelinsko stopnjo) na stalnih vzorčnih ploskvah kar za 32 % manjša kot kažejo podatki, dobljeni z metodo polne

izmere. Te razlike so v celoti manjše v pragozdu Rajhenavski Rog, kjer pa se kljub temu po posameznih kategorijah kažejo velika odstopanja.

Kljub velikim odstopanjem v oceni količin VDO, je bilo v obeh pragozdovih razmerje med iglavci in listavci ocenjeno zelo dobro (Krokar: SVP igl:lst 50:50, PI igl:lst 49:51, Rajhenavski Rog: SVP igl:lst 66:34, PI igl:lst 69:31). Razmerja med položajem drevesa (stoječe, ležeče) glede na način meritve so bila predvsem v Rajhenavskem Rogu ocenjena nekaj slabše (Krokar: SVP stoj:lež 44:56, PI stoj:lež 57:43, Rajhenavski Rog: SVP stoj:lež 56:44, PI stoj:lež 34:66).

5.5.1 Časovni razvoj količine velikih drevesnih ostankov

Količine VDO se v proučevanih gozdovih spremlja krajši čas kot višino lesne zaloge, kljub temu pa za obravnavana pragozda razpolagamo s podatki za zadnjih 20 let. Tokrat smo v pragozdu Krokar, tako kot tudi v ostalih mnogonamenskih gozdovih in gozdnih rezervatih ta parameter ugotavljali tudi na stalnih vzorčnih ploskvah. Vsi predhodni, tu prikazani rezultati so izračunani na podlagi polne izmere. Slika 29 nam prikazuje gibanje velikosti VDO v zadnjih desetletjih.



Slika 29: Gibanje količine velikih drevesnih ostankov v pragozdovih Krokar (Hartman, 2005) in Rajhenavski Rog (Hartman, 1987, Hartman, 2007) v zadnjih desetletjih (polna izmera)

Figure 29: Amount of large woody debris in old-growth forests Krokar (Hartman, 2005) and Rajhenavski Rog (Hartman, 1987, Hartman, 2007) in last decades (full callipering)

Vidimo, da se je v zadnjem desetletju količina VDO v pragozdu Krokar ohranila na ravni izpred desetih let, prav tako pa se ni spreminjalo razmerje med iglavci in listavci, beležimo pa veliko povečanje te količine v desetletju 1984 – 1995. V istem desetletju je podobno povečanje prisotno v pragozdu Rajhenavski Rog, danes pa je vidno celo rahlo upadanje te količine. Vse prikazane vrednosti so rezultat meritev polne izmere.

5.5.2 Primerjava količine velikih drevesnih ostankov obeh pragozdov s primerljivimi deli gozdnih rezervatov in ostalih gozdov

Rezultate primerjave objektov z različnimi statusi in ukrepanji ter z rastiščno in razvojno podobnimi sestoji (oziroma sestojev s podobno zgradbo) nam prikazuje spodnja preglednica.

Preglednica 17: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Krokar in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2004

Table 17: Amount of large woody debris in virgin forest Krokar and in comparable forest reserves and other forests in year 2004

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Veliki drevesni ostanki (m ³ /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ³ /ha)	(%)
Gozdni rezervati	34	19,1	13,8	72,2
Ostali gozdovi	61	24,1	10,3	42,6
Pragozd Krokar	16	121,9	62,0	50,9

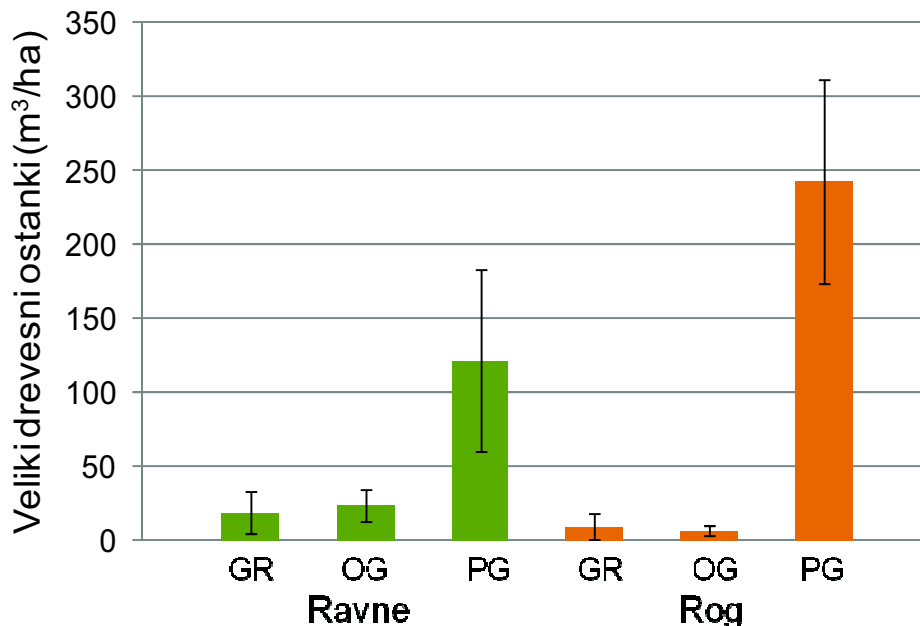
V pragozdu Krokar je približno 6 krat več velikih drevesnih ostankov kot v primerljivih gozdnih rezervatih in 5 krat več kot v ostalih gozdovih. Aritmetična sredina ocene VDO v gozdnih rezervatih je manjša kot v ostalih mnogonamenskih gozdovih. Vzorčna napaka ocene je v pragozdu, kljub manjšemu številu vzorčnih ploskev, precej manjša kot v primerljivih gozdnih rezervatih, saj znaša koeficient variacije v pragozdu 95 %, v gozdnih rezervatih pa 207 %.

Preglednica 18: Količina velikih drevesnih ostankov v pragozdu Rajhenavski Rog in v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih v letu 2006

Table 18: Amount of large woody debris in virgin forest Rajhenavski Rog and in comparable forest reserves and other forests in year 2006

Kategorija gozda	Število ploskev (N)	Veliki drevesni ostanki (m ³ /ha)	Vzorčna napaka $\alpha=0,05$	
			(m ³ /ha)	(%)
Gozdni rezervati	35	9,8	8,4	86,1
Ostali gozdovi	95	7,1	3,7	52,2
Pragozd Rajhenavski Rog	32	242,9	68,8	28,3

Tudi v pragozdu Rajhenavski Rog je glede na ostali kategoriji prisotnih največ velikih drevesnih ostankov, razlike pa so še precej večje. Količina VDO je v pragozdu skoraj 25 krat večja kot v gozdnih rezervatih in 34 krat večja kot v ostalih gozdovih. Aritmetična sredina ocene VDO v gozdnih rezervatih je večja kot v ostalih mnogonamenskih gozdovih. Vzorčna napaka ocene je v pragozdu kljub majhnemu številu vzorčnih ploskev precej manjša kot v obeh ostalih kategorijah. Razlog za to pa je kar trikrat manjši koeficient variacije ocene količine velikih drevesnih ostankov (PG: 79 %, OG: 256 %, GR: 251 %).



Slika 30: Prikaz aritmetičnih sredin in intervalov zaupanja ocen količine velikih drevesnih ostankov ($\alpha=0,05$) v pragozdu Krokro (levo) in Rajhenavski Rog (desno) in v primerljivih gozdnih rezervatih ter ostalih gozdovih

Figure 30: A review of arithmetic means and confidence intervals of large woody debris ($\alpha=0,05$) in virgin forest Krokro (left) and Rajhenavski Rog (right) and in comparable forest reserves and other forests

Kruskal-Wallisov test kaže na značilne razlike v količini velikih drevesnih ostankov obeh pragozdov v primerjavi z ostalimi primerljivimi gozdovi in gozdnimi rezervati.

Velikih drevesnih ostankov je v pragozdu Krokar precej manj kot v Rajhenavskem Rogu, kljub temu pa na kar 49 % vseh ploskev količina VDO preseže 100 m³/ha. V pragozdu Rajhenavski Rog je ta delež ploskev še večji, saj ima tu kar 77 % vseh ploskev velikih drevesnih ostankov več kot 100 m³/ha.

5.6 VRSTNA SESTAVA

Zanimala nas je tudi prisotnost drevesnih vrst. V pragozdu Krokar smo s polno izmero odkrili 18 drevesnih vrst (smreko, jelko, bukev, tiso, črni bor, gorski javor, ostrolistni javor, topokrpi javor, veliki jesen, mali jesen, gorski brest, lipo, češnjo, črni gaber, mokovec, jerebiko, trepetliko in ivo), na stalnih vzorčnih ploskvah pa le sedem (v celotni enoti 24 drevesnih vrst, vseeno pa med temi ni tise, črnega bora in topokrpega javorja).

V pragozdu Rajhenavski Rog smo s polno izmero odkrili 7 drevesnih vrst (smreko, jelko, bukev, gorski javor, veliki jesen, gorski brest, lipo), na stalnih vzorčnih ploskvah pa le štiri in sicer smreko jelko, bukev in gorski javor. V celotni gozdnogospodarski enoti je bilo na SVP zabeleženih kar 30 drevesnih vrst.

5.7 SESTOJI IN NJIHOVE RAZVOJNE FAZE

Prikazana analiza sestojev temelji na sestojnih kartah, ki sta bili izdelani za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja. V obeh obravnavanih enotah daleč največjo površino zavzema kategorija ostali gozdovi (Ravne 85 %, Rog 92 %). Varovalni gozdovi so prisotni le na Ravnah in sicer na le 0,6 % celotne površine. Oba pragozdova skupaj pokrivata 2 %, gozdni rezervati in ekocelice pa vsak po 4 % celotne gozdne površine.

Preglednica 19: Prikaz števila in površin sestojev po kategorijah gozda v GGE Ravne v letu 2004

Table 19: Number of forest stands and their area by forest categories in FMU Ravne in year 2004

GGE 54	Število sestojev	Skupna površina	Povprečna površina sestoja
Kategorija gozda	(N)	(ha)	(ha)
Ekocelice	71	140,45	2,0
Gozdni rezervati	39	137,20	3,5
Ostali gozdovi	451	2.274,14	5,0
Pragozd	6	74,48	12,4
Varovalni gozdovi	9	36,30	4,0
SKUPAJ	576	2.662,57	4,6

Povprečna površina sestojev je zelo različna. V obeh primerih je najmanjša v kategoriji ekocelic, ostali gozdovi pa imajo izločene sestoje v povprečju velike okoli 5 ha. Izjemno veliki so izločeni sestoji v obeh pragozdovih.

Preglednica 20: Prikaz števila in površin sestojev po kategorijah gozda v GGE Rog v letu 2006

Table 20: Number of forest stands and their area by forest categories in FMU Rog in year 2006

GGE 11	Število sestojev	Skupna površina	Povprečna površina sestoja
Kategorija gozda	(N)	(ha)	(ha)
Ekocelice	43	120,26	2,8
Gozdni rezervati	17	108,59	6,4
Ostali gozdovi	715	3.440,63	4,8
Pragozd	1	51,10	51,1
SKUPAJ	776	3.720,59	4,8

V pragozdu Rajhenavski Rog je tako izločen le en sestoj, zato je tudi povprečna površina sestoja enaka površini celotnega zavarovanega pragozdnega oddelka. Izločen sestoj je opisan kot raznomen (sk-gzd) (šifra 07), kar ob njegovi površini 51,10 ha nakazuje na neprimerno sestojno členitev tega gozda. V ostalih kategorijah gozda so povprečne površine sestojev okoli desetkrat manjše, kar pa je še vedno precej veliko in več kot na Ravnah. Daleč najmanjše so tudi tu ekocelice.

Preglednica 21: Osnovni podatki o velikosti izločenih sestojev v obeh obravnavanih enotah

Table 21: Basic data about delineated forest stands size in both examined units

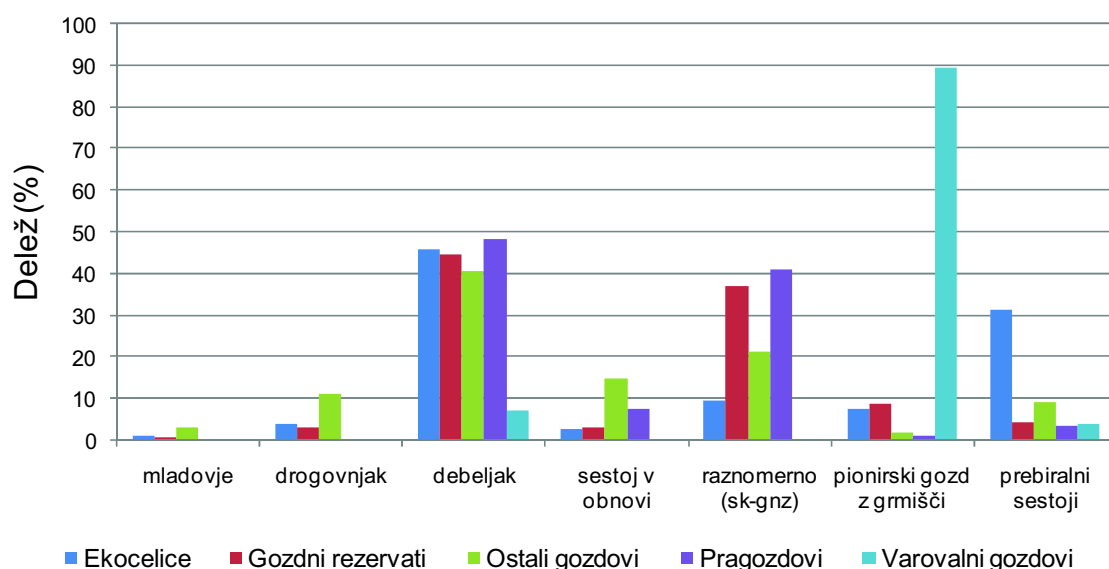
Kategorija	Velikost sestoja (ha)	
	najmanjši	največji
Ekocelice	0,10	34,29
Gozdni rezervati	0,26	31,03

se nadaljuje

nadaljevanje

Ostali gozdovi	0,03	41,87
Pragozd	0,83	51,10
Varovalni gozdovi	0,85	13,41
Povprečno	4,72	

Izjemne razlike glede na velikost izločenega sestoja se kažejo tudi znotraj posamezne kategorije. Razen v varovalnih gozdovih so največji sestoji veliki nad 30 ha, najmanjši pa je v kategoriji ostalih gozdov velik le 3,2 ara (razvojna faza drogovnjak), kar je pod površinskim pragom, ki naj bi ga upoštevali pri izločanju razvojnih faz (Pravilnik ..., 1998; Sprememba ..., 2006).



Slika 31: Deleži razvojnih faz po kategorijah gozda v GGE Ravne (2004) in GGE Rog (2006)

Figure 31: Share of development phases by forest categories in FMU Ravne (2004) and FMU Rog (2006)

Če primerjamo posamezne kategorije gozda glede na zastopanost razvojnih faz, vidimo, da od splošne slike najbolj odstopajo varovalni gozdovi, kjer je prisoten pionirski gozd z grmišči. Izstopajo tudi ekocelice z velikim deležem prebiralnih sestojev.

5.8 POVZETEK PRIMERJAV REZULTATOV POLNE IZMERE IN METODE SVP

V preglednici 22 povzemamo vrednosti proučevanih parametrov v obeh obravnavanih pragozdovih glede na metodo merjenja in jih medsebojno primerjamo.

Preglednica 22: Povzetek primerjav rezultatov polne izmere in metode SVP v pragozdu Rajhenavski Rog in Krokar

Table 22: A summary of results and a comparison between full callipering and PSP method in old-growth forest Rajhenavski Rog and Krokar

Parameter	meritev	merska enota	Rajhenavski Rog	Krokar
Število dreves	SVP	N/ha	261,9	306,5
	PI *	N/ha	242,0	326,0
	vz. napaka	N/ha	37,2	28,6
Ocena SVP glede na PI		%	108 %	94 %
Temeljnica	SVP	m ² /ha	49,0	45,1
	PI *	m ² /ha	44,8	45,2
	vz. napaka	m ² /ha	6,4	3,8
Ocena SVP glede na PI		%	109 %	99 %
Lesna zaloga	SVP	m ³ /ha	820,6	636,2
	PI *	m ³ /ha	746,0	633,3
	vz. napaka	m ³ /ha	110,0	60,0
Ocena SVP glede na PI		%	91 %	100 %
Debelinska struktura	SVP	N	V tanjših deb. st. (3. in 4.) je na SVP (ocena) več dreves, manj pa jih je v 5., 6. in 8. debelinski stopnji.	V tanjših deb. st. (3. do 6.) je na SVP (ocena) manj dreves, nekaj več pa jih je v 9. in 11. debelinski stopnji.
	PI	N		
Veliki drevesni ostanki	SVP	m ³ /ha	242,9	104,3
	PI *	m ³ /ha	247,4	153,8
	vz. napaka	m ³ /ha	68,8	30,8
Ocena SVP glede na PI		%	98 %	68 %
Drevesna sestava	SVP	N	4	7
	PI	N	7	18
Ocena SVP glede na PI		%	57 %	39 %

* upoštevana so le drevesa s premerom 10 cm in več

5.9 VZORČNA NAPAKA IN VELIKOST PROUČEVANEGA OBJEKTA

Vse dosedanje analize smo izvajali po posameznih kategorijah gozdov upoštevajoč njihovo razvojno fazo oziroma zgradbo in rastišče. Pri tem smo manjše objekte, kot so na primer gozdni rezervati združili, saj smo le tako lahko pridobili dovolj natančne ocene proučevanih parametrov. Ker pa želimo poleg analize sestojnih značilnosti predlagati tudi smernice za primerno metodologijo spremljanja stanja posameznih manjših objektov v gozdu, smo v nadaljevanju preverili, kolikšna je napaka vzorčne ocene lesne zaloge in velikih drevesnih ostankov glede na velikost proučevanega objekta. V analizo smo vključili pet gozdnih rezervatov obeh obravnavanih enot in oba pragozdova. Gozdnih rezervatov Vrh Roga (1,07 ha), Firštov rep (15,35) in Krempa (3,21) v analizo nismo vključili, ker v njih ni bilo postavljene nobene stalne vzorčne ploskve.

Preglednica 23: Število vzorčnih ploskev v obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdojih

Table 23: Number of sample plots in examined forest reserves and old-growth forests

Ime GR oz. PG	Število vzorčnih ploskev	Velikost objekta (ha)
GR Borovec	28	48,1
GR Goteniški Snežnik	12	53,6
GR Jezero	28	50,5
GR Kopa	8	10,6
GR Rog	63	96,9
PG Krokár	46	74,5
PG Rajhenavski Rog	32	51,1

Najmanjši objekt, vključen v analizo, je bil GR Kopa s 10,6 ha in osmimi vzorčnimi ploskvami. Zelo malo ploskev ima kljub velikosti (53,6 ha) GR Goteniški Snežnik, saj seže preko meja gospodarske enote Ravne v GGE Gotenica, kjer le-te še niso bile postavljene. Največji objekt je Rajhenavski Rog z Borovcem, ki ima 148 ha in v katerem je položenih 95 ploskev.

5.9.1 Lesna zaloga

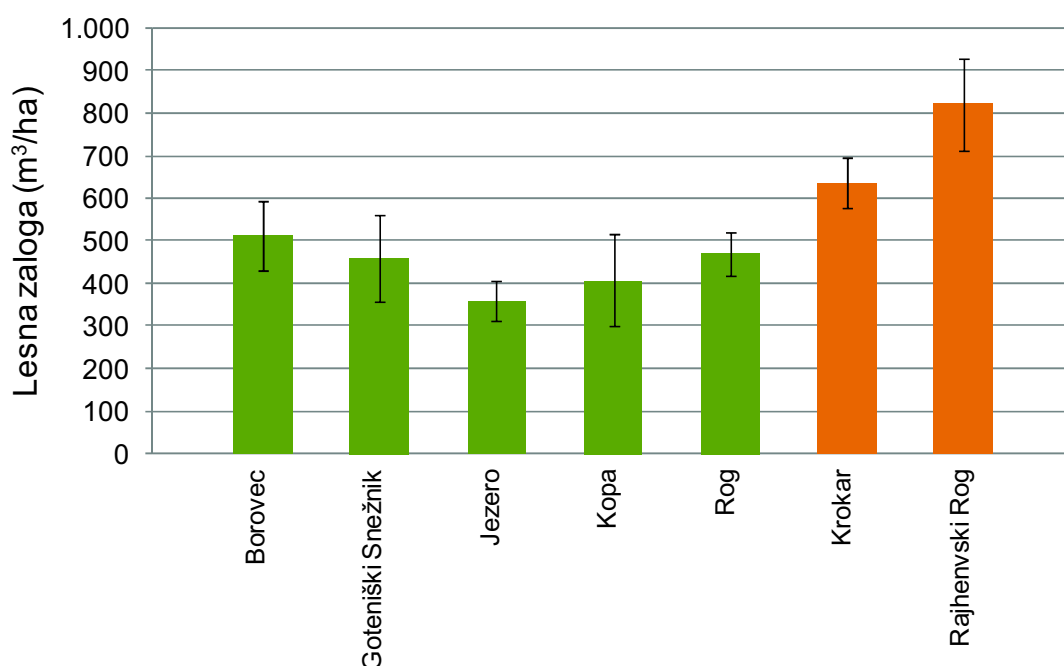
V preglednici 24 so prikazane lesne zaloge po posameznih objektih. Vidimo lahko, da je glede na vzorčno napako lesna zaloga dokaj dobro ocenjena v večini objektov. Najmanjšo vzorčno napako med vsemi objekti ima ocena lesne zaloge v pragozdu Krokár, največja pa je v gozdnem rezervatu Kopa, kjer smo imeli le 8 vzorčnih ploskev.

Preglednica 24: Analiza lesne zaloge v proučevanih objektih

Table 24: Analysis of growing stock in examined objects

Ime GR oz. PG	Število SVP	Aritm. sredina LZ (m ³ /ha)	Vzorčna napaka (%)
GR Borovec	28	512,5	16,2
GR Goteniški Snežnik	12	459,5	22,3
GR Jezero	28	358,3	13,2
GR Kopa	8	408,6	26,4
GR Rog	63	471,0	11,0
PG Krokari	46	636,2	9,4
PG Rajhenavski Rog	32	820,6	13,4

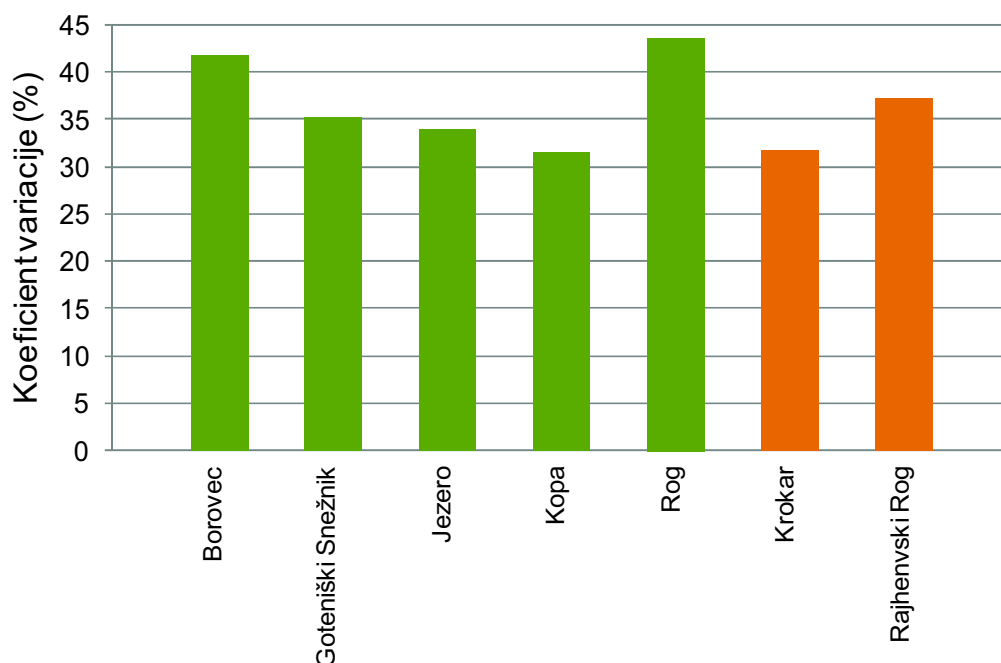
Vsekakor je za zanesljivo oceno tega parametra premalo 8 (Kopa) oziroma 12 (Goteniški Snežnik) vzorčnih ploskev, vendar pa v danih rastiščnih razmerah že na okoli 30 ploskvah lahko pridobimo primerno oceno tega parametra z vzorčno napako med 13 in 16 %.



Slika 32: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene lesne zaloge (m³/ha, $\alpha=0,05$) v proučevanih objektih

Figure 32: A review of arithmetic mean and confidence intervals of growing stock (m³/ha, $\alpha=0,05$) in examined objects

Slika 33 nam prikazuje vrednost koeficienta variacije ocene lesne zaloge v proučevanih objektih. Vidimo, da se vrednosti zelo malo razlikujejo, pričakovano pa je vrednost večja v večjih gozdnih rezervatih, kjer je zato od pestrost sestojnih zgradb nekaj večja.



Slika 33: Vrednost koeficienta variacije lesne zaloge v proučevanih gozdnih rezervatih (zeleni stolpci) in pragozdovih (oranžna stolpca)

Figure 33: Variation coefficient of growing stock in examined forest reserves (green columns) and old-growth forests (orange columns)

5.9.2 Veliki drevesni ostanki

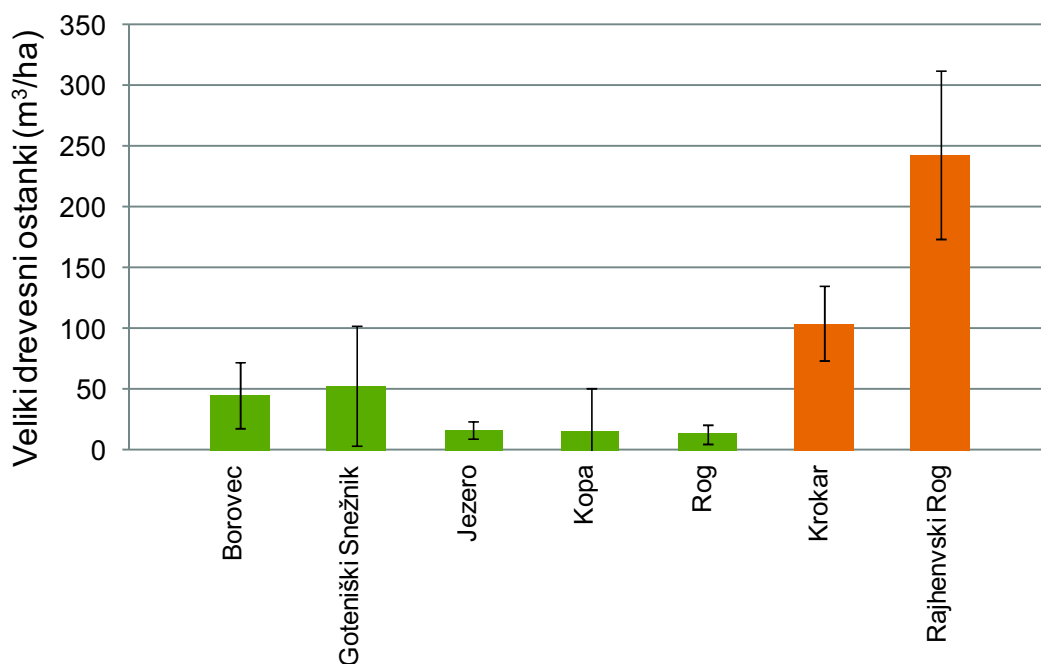
Enako analizo kot za oceno lesne zaloge smo naredili za oceno količine velikih drevesnih ostankov. V preglednici 25 so prikazani rezultati po posameznih objektih. Vidimo, da je v tu vzorčna napaka v povprečju veliko večja. Najmanjšo vzorčno napako med vsemi objekti ima ocena velikih drevesnih ostankov v obeh pragozdovih, največja pa je v gozdnem rezervatu Kopa.

Preglednica 25: Analiza količine velikih drevesnih ostankov v proučevanih objektih

Table 25: Analysis of amount of large woody debris in examined objects

Ime GR oz. PG	Število SVP	Aritm. sredina VDO (m ³ /ha)	Vzorčna napaka (%)
GR Borovec	28	45,2	60,8
GR Goteniški Snežnik	12	52,8	93,3
GR Jezero	28	16,5	41,3
GR Kopa	8	15,9	218,9
GR Rog	63	13,7	57,9
PG Krokari	46	104,3	29,5
PG Rajhenavski Rog	32	242,9	28,3

Vzorčna napaka ocene količine velikih drevesnih ostankov je pogojno zadovoljiva le v štirih objektih (Jezero, Rog, Krokari in Rajhenavski Rog). V vseh ostalih objektih je vzorčna napaka prevelika za korektno oceno tega parametra.

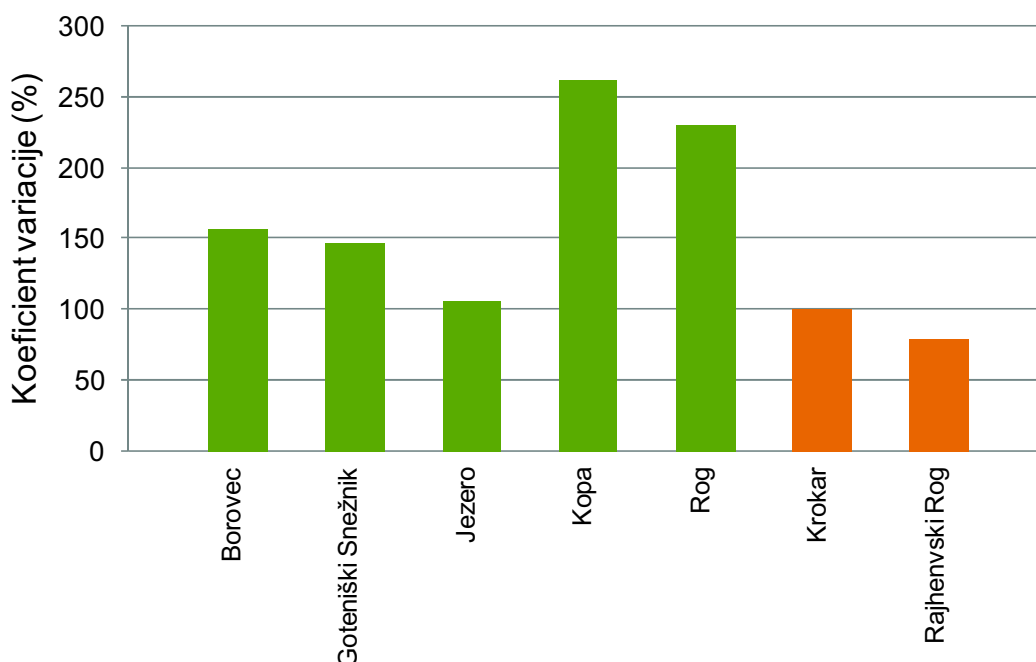


Slika 34: Prikaz aritmetične sredine in intervala zaupanja ocene količine velikih drevesnih ostankov (m³/ha, $\alpha=0,05$) v proučevanih objektih

Figure 34: A review of arithmetic mean and confidence intervals of large woody debris (m³/ha, $\alpha=0,05$) in examined objects

Slika 35 nam prikazuje vrednost koeficienta variacije ocene količine velikih drevesnih ostankov v proučevanih objektih. Vidimo, da se tu vrednosti razlikujejo bolj kot ob oceni

lesne zaloge, hkrati pa so od 2 do 8 krat večje kot za oceno lesne zaloge. Najmanjše vrednosti imata oba pragozdova.



Slika 35: Vrednost koeficienta variacije količine velikih drevesnih ostankov v proučevanih gozdnih rezervatih (zeleni stolpci) in pragozdovih (oranžna stolpca)

Figure 35: Variation coefficient of large woody debris in examined forest reserves (green columns) and old-growth forests (orange columns)

Pri majhnem številu vzorčnih ploskev je vzorčna napaka velika, vendar pa le-ta v našem primeru z večanjem števila vzorčnih ploskev ne pade pod 28 %. Gozdni rezervat Rog ima ob enkrat večjemu številu ploskev glede na pragozd Rajhenavski Rog, kar dvakrat večjo vzorčno napako. Razlika v velikosti koeficienta variacije med objektoma je tolikšna, da le večje število vzorčnih ploskev še ni zadostno za pomembno zmanjšanje vzorčne napake ocene velikih drevesnih ostankov v Rajhenavskem Rogu.

5.10 PORABA ČASA IN STROŠKI MERITEV

Način vseh izračunov in pomen uporabljenih kratic navedenih v nadaljevanju je natančneje opisan v metodah dela (poglavje 4.5).

5.10.1 Stroški meritev na stalnih vzorčnih ploskvah

Za meritve na stalnih vzorčnih ploskvah smo potrebovali 12 dnin. Delo je bilo opravljeno v 6 delovnih dneh. Za izvedbo teh del so primerjalni stroški naslednji:

Stroški pomočnika:

- meritve na SVP: $1,00 \text{ DEn/uro} \times 48 \text{ ur} = 48,00 \text{ DEn}$

Stroški tehnika:

- meritve na SVP: $1,48 \text{ DEn/uro} \times 48 \text{ ur} = 71,20 \text{ DEn}$
- vnos podatkov: $1,48 \text{ DEn} \times 8 \text{ ur} = 11,87 \text{ DEn}$

Stroški vodje skupin:

- 1. faza obdelave: $3,38 \text{ DEn/uro} \times 4 \text{ ure} = 13,52 \text{ DEn}$

Skupni strošek za izmero po stalnih vzorčnih ploskvah z vnosom podatkov in prvo fazo obdelave podatkov tako znaša 144,59 DEn, oziroma 3,14 denarnih enot na eno stalno vzorčno ploskev. Pri gostoti mreže $125 \times 125 \text{ m}$ to predstavlja 2,01 DEn/ha

5.10.2 Stroški meritev s polno izmero

Za polno izmero smo potrebovali 29 dnin. Delo je bilo opravljeno v 19 delovnih dneh. Za izvedbo teh del so primerjalni stroški naslednji:

Stroški pomočnika (skupaj za 5 pomočnikov):

- meritve na SVP: $1,00 \text{ DEn/uro} \times 745 \text{ ur} = 745,00 \text{ DEn}$

Stroški tehnika:

- meritve na SVP: $1,48 \text{ DEn/uro} \times 72 \text{ ur} = 106,80 \text{ DEn}$
- vnos podatkov: $1,48 \text{ DEn} \times 8 \text{ ur} = 11,87 \text{ DEn}$

Stroški vodje skupin:

- 1. faza obdelave: $3,38 \text{ DEn/uro} \times 4 \text{ ure} = 13,52 \text{ DEn}$

Skupni strošek za polno izmero z vnosom podatkov in prvo fazo obdelave podatkov tako znaša 876,39 DEn, oziroma 11,77 denarnih enot na hektar.

5.10.3 Primerjava stroškov obeh metod

Razmerje v stroških na enoto površine med meritvami na stalnih vzorčnih ploskvah pri obravnavani gostoti mreže in polno izmero znaša 1 : 5,9. Na podlagi zgornjih rezultatov smo izdelali preglednico 26, ki nam lahko služi kot pripomoček pri odločanju o izbiri primerne metode glede na stroške, velikost objekta in priporočljivo število stalnih vzorčnih ploskev.

Preglednica 26: Primerjava stroškov glede na način meritve ter velikost objekta in gostoto vzorčenja

Table 26: A comparison of costs of both inventory methods regarding object size and sampling density

Površina objekta (ha)	Stroški meritev (D _{En}) na SVP pri gostoti mreže (m):						Stroški PI (D _{En})
	50×50	75×75	100×100	125×125	150×150	175×175	
10	126	56	31	20	14	10	118
15	188	84	47	30	21	15	177
20	251	112	63	40	28	21	235
25	314	140	79	50	35	26	294
30	377	167	94	60	42	31	353
35	440	195	110	70	49	36	412
40	502	223	126	80	56	41	471
50	628	279	157	100	70	51	589
60	754	335	188	121	84	62	706
70	879	391	220	141	98	72	824
80	1.005	447	251	161	112	82	942
90	1.130	502	283	181	126	92	1.059
100	1.256	558	314	201	140	103	1.177

Legenda:  število SVP med 30 in 90

 število SVP pod 30

 število SVP nad 90

Vsi objekti, ki so manjši od 10 ha imajo premajhno površino, da bi bilo v njih priporočljivo vzorčenje, v kolikor jih želimo obravnavati kot samostojen objekt. V razredu med 10 in 20 ha se lahko o izbiri metode samostojno odločamo, glede na izkušnje s preteklimi meritvami v posameznih objektih in kakovost zahtevanih podatkov. V vseh ostalih velikostnih razredih stroški polne izmere vedno znatno presežejo stroške meritev na stalnih vzorčnih ploskvah.

6 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

V razpravi želimo oceniti bistvene rezultate naše raziskave, poiskati njihove morebitne medsebojne povezave in jih primerjati z rezultati podobnih raziskav nekaterih drugih raziskovalcev na tem področju. Vse to nam bo podlaga, da podamo bistvene smernice, ki jih mora upoštevati metodologija spremljanja stanja gozdov v gozdnih rezervatih in pragozdovih.

6.1 STRUKTURA ZAVAROVANIH IN MNOGONAMENSKIH GOZDOV

6.1.1 Število dreves

Ugotovili smo, da je število dreves sestojni parameter z zelo veliko variabilnostjo, saj je bilo na primerjanih vzorčnih ploskvah od 20 do kar 1.030 dreves s premerom nad 10 cm na hektar. Ugotovili smo, da je bila v pragozdu Krokar ob 46 vzorčnih ploskvah vzorčna napaka ocene števila dreves sprejemljiva (9,3 %), v pragozdu Rajhenavski Rog pa je bila ta nekaj večja (14,2 %) zaradi manjšega števila vzorčnih ploskev in večjega koeficienta variacije. Kaže, da z obravnavano gostoto vzorčnih ploskev na tako majhni površini težje ocenimo heterogenost parametra, ki je večja kot v nekaterih drugih raziskovanih gozdnih rezervatih (primer: v Krakovskem gozdu znaša koeficient variacije ocene števila dreves 25 % (Diaci in sod., 2006)). Kljub temu sta bili obe vrednosti števila dreves, dobljeni s polno izmero znotraj intervala zaupanja (95 %) vzorčne ocene.

Zmanjšanje inventurnega praga na drugo debelinsko stopnjo v pragozdu Krokar je pokazalo na izjemno velik delež dreves v tej debelinski stopnji. Ker je v celoti, glede na ostale kategorije, tu najmanjše število dreves, lahko predpostavljamo, da bi bil ta delež v ostalih kategorijah, ki imajo večji delež mlajših razvojnih faz, še večji. To potrjujejo tudi podatki Gozdarskega inštituta Slovenije, ki je v letu 2007 izvedel popis gozdov v okviru monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov. Ob merskem pragu 5 cm kaže da je v gozdovih Slovenije v razredu 5 do 9,9 cm kar 36 % vseh dreves (Podatkovna zbirka ..., 2009).

Z zmanjševanjem merskega praga v inventuro vključimo več dreves in v kolikor vsako, ne glede na premer obravnavamo enako, to vpliva na tudi toliko večjo porabo časa za terensko

delo. V kolikor se za to dodatno delo odločimo, moramo svojo odločitev opravičiti z izboljšanjem poznavanja določenega problema, ki se pojavlja v proučevanem objektu (npr. preraščanje tanjših dreves zaradi objedanja rastlinojede divjadi, v kolikor tega ne ugotavljamo s specialnimi raziskavami).

Ugotovili smo tudi, da je število dreves v ostalih primerljivih mnomonamenskih gozdovih zaradi posledic gospodarjenja danes in v preteklosti večje kot v obeh pragozdovih, vendar pa so razlike statistično značilne le ob primerjavi s pragozdom Rajhenavski Rog. Vpliv gospodarjenja v gozdovih je torej eden izmed najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na ta parameter. Do podobnih zaključkov sta prišla Lilja in Kuuluvainen (2005). Načrtno, z namenom proučevanja strukturnih značilnosti sestojev v povezavi s preteklim vplivom človeka sta oblikovala tri stratume borovih sestojev v Skandinaviji. Ti stratumi so bili: stratum naravnih sestojev, redčenih sestojev in sestojev s sečnjo, ki se je zaključila že pred več desetletji, od takrat pa so se le-ti razvijali po naravni poti. Ugotovila sta mnogo večjo strukturno raznolikost v sestojih, ki so se razvijali brez človekovega vpliva.

6.1.2 Temeljnica

Temeljnica obeh proučevanih pragozdov je bila značilno večja od ostalih primerljivih gozdov in gozdnih rezervatov. Ocena parametra je v pragozdu Krokar, kjer prevladujejo homogeni bukovi debeljaki ($KV=29\%$), nekaj zanesljivejša. V pragozdu Rajhenavski Rog so prisotni le malopovršinsko raznomerni sestoji za katere lahko ob tej gostoti vzorčne mreže in velikosti ploskev, pridobimo manj zanesljive ocene ($KV=36\%$). Nekateri drugi raziskovani gozdni rezervati imajo vrednosti koeficientov variacije ocene temeljnice precej podobne (primer: Krakovski gozd: 41% , Gorjanci: 32% (Diaci in sod., 2006)).

V pragozdu Krokar je bukev prevladujoča drevesna vrsta, ki zaseda 86% celotne temeljnice pragozda. V primerjavi z jelko, ki prevladuje v pragozdu Rajhenavski Rog (58% celotne temeljnice pragozda), bukev dosega manjše drevesne višine. To dejstvo in za 6% manjša temeljnica imata za posledico, da je tu kar za 29% manjša lesna zaloga kot v pragozdu Rajhenavski Rog.

6.1.3 Lesna zaloga

Gozdovi visokega krasa, v katerih se nahajajo obravnavani gozdovi, imajo v povprečju večje lesne zaloge kot ostali slovenski gozdovi. Hkrati je lesna zaloga pogosto malopovršinsko zelo raznolika, saj je v našem območju raziskave skoraj 31 % vseh gozdov prebiralnih oziroma raznomernih. Kljub temu smo ugotovili, da je v obeh pragozdovih, glede na rezultate polne izmere vzorčna ocena lesne zaloge dokaj dobro ocenjena, njena podrobnejša členitev na oceno deleža iglavcev in listavcev pa je že manj zanesljiva. Za nekaj slabšo oceno količine iglavcev v pragozdu Krokari v večjih debelinskih stopnjah je lahko razlog majhen delež iglavcev in še posebej debelih dreves. Za precenjeno število tanjših dreves iglavcev v Rajhenavskem Rogu pa je lahko glavni razlog premajhno število vzorčnih ploskev glede na omenjeno veliko malopovršinsko raznomernost sestojev.

Ravno pravilne informacije so za napovedovanje razvoja gozdov so zelo pomembne. V raziskavi smo ugotovili, da se razmerje med iglavci in listavci v pragozdu Krokari v zadnjih desetletjih neprestano spreminja v korist listavcev. Glede na deleže v tanjših debelinskih stopnjah se bo ta trend še nadaljeval, saj je trenutno v drugi debelinski stopnji le še 4 % jelke.

Kljub primernim vzorčnim ocenam na nivoju lesne zaloge v obeh pragozdovih je potrebno opozoriti na nekatere možne pomanjkljivosti in težav pri izvedbah inventur, ki se pojavljajo v praksi:

- meritve dreves na stalnih vzorčnih ploskvah se ne omejujejo v premeru drevja, saj se vsa debelejša drevesa izmeri s π metrom, premer pa se zapiše na centimeter natančno. V preteklosti so vsa drevesa ob polni izmeri merili le do 16 debelinske stopnje, saj je bil tudi program za izračun omejen na to debelino. Danes merijo drevesa do premera 20. debelinske stopnje, do kamor tudi sežejo tablične tarife. To pa zagotovo ne zadostuje ravno za gozdne rezervate in pragozdove visokega krasa, kjer lahko drevesa dosegajo tudi večje premere, napaka izračuna, ki se dela s tabličnimi tarifami in ne s funkcijami pa je lahko zato tudi znatna. Vseeno, pa bi bilo potrebno omogočiti enostaven prikaz lesnih zalog z omejitvami debelinskih stopenj (do 16. in do 20.) za primerjave s preteklimi meritvami.

- velika malopovršinska raznomernost in kljub gosti mreži še vedno premajhno število vzorčnih ploskev ima za posledico večjo vzorčno napako in s tem manj zanesljivo vzorčno oceno lesne zaloge na SVP.

Značilno največja lesna zaloga je v obeh pragozdovih, v ostalih kategorijah pa je zaradi gospodarjenja (oziroma z njegovo krajšo ali daljšo odsotnostjo v ekocelicah in zavarovanih gozdnih rezervatih) ta ustrezno manjša. Te razlike so med pragozdovi in primerljivimi ostalimi, mnogonamenskimi gozdovi kar 1,6 (Krokar) oziroma 2,1 kratne (Rajhenavski Rog). To značilnost je potrdil tudi Bončina (2000) v svoji primerjavi horizontalne strukture gospodarskega gozda s pragozdom Rajhenavski Rog.

Ugotovimo lahko tudi, da nekaj desetletna odsotnost gospodarjenja v gozdnih rezervatih ponekod še ne prispeva k pojavu značilnih razlik v lesni zalogi z objekti, ki so prepuščeni naravnemu razvoju šele krajši čas. Kljub precej daljšemu obdobju odsotnosti gospodarjenja v stratumu s sestoji, kjer se je sečnja zaključila pred več desetletji, sta Lilja in Kuuluvainen (2005) ugotovila, da so le-ti po nekaterih strukturnih značilnostih še vedno bolj podobni redčenim sestojem, kot sestojem, ki so se razvijali brez človekovega vpliva.

Ob pogledu na zbrane informacije o pragozdovih iz preteklosti smo ugotovili, da je kljub relativno dolgi zgodovini zbiranja podatkov o gibanju lesne zaloge teh nekaj desetletij le kratek čas v življenju posameznega pragozdnega drevesa in še krajši v razvoju določenega sestoja. Na ta način lahko spremljamo gibanje raziskovanega parametra skozi dekade in ugibamo o trendih, za trdne ugotovitve pa bi potrebovali precej daljši niz podatkov, ki se ne bi omejeval le na absolutne podatke o lesni zalogi. Na zelo dolge razvojne cikle pragozdov opozarja tudi Shorohova s sodelavci (2009), ki je naredila povzetek preteklih raziskav ohranjenih gozdov na sestojni ravni v borealnem pasu. Pokazali so, da je razvoj teh gozdov zelo počasen, sukcesijske poti pa večinoma potekajo preko malopovršinskih motenj.

Za pravilno odločitev o izbiri inventurne metode, načrtovanju in izvedbi inventure, je pomembno predhodno dobro poznati prednosti in slabosti možnih metod ter sestojne značilnosti preiskovanega objekta. Dobro poznavanje objekta raziskave in njegova reprezentativnost sta ključna pri vrednotenju zbranih podatkov. Na to posebej opozarja tudi

Brang s sodelavci (2000b) ob izboru izmed 313 obstoječih stalnih raziskovalnih ploskev v švicarskih gozdnih rezervatih na podlagi poenotenih kriterijev kot so velikost, homogenost rastišča, oblika, naklon, vpliv sosednjih gospodarskih gozdov, naravnost drevesne sestave in količina drevesnih ostankov (Brang in sod. 2008b).

Določitev inventurnega praga je ena izmed najpomembnejših odločitev pri načrtovanju inventure (Böhl in Brändli, 2007). Ta med različnimi raziskovalci in nacionalnimi inventurami ni enoten, razlikuje pa se tudi glede na parameter merjenja (živa drevesa, lesni ostanki, oddaljenost od središča vzorčne ploskve (Marage in Lemperiere, 2005; Brang in sod., 2008; Bretz Guby in Dobbertin, 1996).

Ob proučevanju pomena meritev dreves v drugi debelinski stopnji smo ugotovili, da veliko število dreves (več kot 12 % vseh dreves) in le 0,3 % celotne lesne zaloge v drugi debelinski stopnji na primeru pragozda Krokar kaže, da je, v kolikor se odločimo za polno izmero sestojev in nas zanima dobra ocena lesne zaloge, pomembnejši pravilen izračun lesne zaloge dreves nad 20. debelinsko stopnjo. Podobno, ali še celo v večji meri velja za vse slovenske gozdove, kjer je po podatkih monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov ob merskem pragu 5 cm, v tem razredu, kljub 36 % vseh merjenih dreves, le 1 % celotne lesne zaloge (Podatkovna zbirka ..., 2009).

Če pa bi nas zanimali drugi ekološki parametri, kot je na primer pomlajevanje s preraščanjem prvih debelinskih stopenj, bi bila zagotovo primerneje dopolniti vzorčne ploskve z manjšimi podploskvami ali pa bi te procese spremljali na večjih stalnih raziskovalnih ploskvah.

6.1.4 Debelinska struktura sestojev

Debelinska struktura sestojev je eden izmed pomembnejših kazalnikov stanja obravnavanega sestoja, na podlagi katerega lahko v povezavi z rastiščem do določene mere napovemo njegov prihodnji razvoj. Ugotovili smo, da imata oba pragozdova najmanjše število dreves glede na primerjane kategorije ter da se to število, posebej v manjših debelinskih stopnjah, že nekaj desetletij zmanjšuje. Bončina (1997) ugotavlja, da je v Krokarju ciklični razvoj sestojev zaradi drugačne drevesne sestave in enomerne zgradbe sestojev bolj prepoznaven kot v Rajhenavskem pragozdu.

Danes pragozdova izstopata z majhnim deležem tanjših dreves in nadpovprečnim deležem zelo debelih dreves, ki dosegajo premere, kakršnih v ostalih mnogonamenskih gozdovih nismo zabeležili. V primerjavi s pragozdom Krokar, dosegajo drevesa v pragozdu Rajhenavski Rog v povprečju za 6 cm večje premere. Večje število debelih dreves in večji maksimalni premeri v tem pragozdu so predvsem posledica drugačnega rastišča, kjer jelka v združbi z bukvijo dominira.

6.1.5 Veliki drevesni ostanki

Informacije o drevesih, ki rastejo v gozdu in sestojih, so le del slike, ki nam razlaga njihovo stanje in kaže na prihodnji razvoj. Pomembno je poznati tudi količine in značilnosti vsega stoječega odmrlega drevja, ležečega drevja, debel, vej, panjev in korenin, torej dreves in delov dreves, ki so v preteklih letih oziroma desetletjih svoj rastni prostor odstopili drugim drevesom, danes pa so njihovi ostanki dom številnih drugih organizmov. Veliki drevesni ostanki so pomembna komponenta raznovrstnosti gozdnih ekosistemov, kar so spoznale številne države po vsem svetu, zato jih veliko nacionalnih gozdnih inventur tudi vključuje v svoje meritve. Tako danes večina držav, ki izvajajo nacionalne inventure, ocenjujejo tudi količino, strukturo in razvoj velikih drevesnih ostankov. Če naštejemo nekatere med njimi: Švedska (Fridman in Walheim, 2000), Švica (Böhl in Brändli, 2007), Nemčija (Brang in sod., 2008), Francija (Marage in Lemperiere, 2005), Avstrija (Brang in sod., 2008), ZDA (Chojnacky, 2004), Danska (Johannsen, 2000) in tudi Slovenija (Kovač in sod., 2007).

Obstajajo pa tudi številni programi, temelječi na podlagi leta 1979 sprejete konvencije o daljinskem transportu onesnaženega zraka. Tako je bil leta 1985 sprejet mednarodni program ICP Forest, kjer se na ravni I, na mreži stalnih vzorčnih ploskev poleg vpliva onesnaževanja na stanje in spremembe vitalnosti gozdnega drevja, spremlja tudi ta parameter. V Evropi se te aktivnosti izvajajo na približno 6.000 ploskvah v Sloveniji pa na 41 ploskvah. (Ferretti in Chiarucci, 2003). Na ravni II so te raziskave še podrobnejše. Trenutno je v Evropi okoli 860 takšnih ploskev, v Sloveniji pa 11. Te predstavljajo za državo značilne gozdne ekosisteme (Vries in sod., 2003). Obstaja tudi raven III v okviru mednarodnega programa spremljanja integriranih učinkov onesnaženosti zraka (ICP IM) v

katerem sodeluje šestnajst držav s 44 merilnimi mesti. Tu Slovenija ne sodeluje (Kleemola in Forsius 2007).

V nalogi smo potrdili, da je količina velikih drevesnih ostankov tisti sestojni parameter, ki se med pragozdom in ostalimi gozdovi najbolj razlikuje, saj je velikih drevesnih ostankov v obeh pragozdovih kar 5 (Krokar) do 34 krat (Rajhenavski Rog) več kot v primerljivih sosednjih mnogonamenskih gozdovih, podobna razmerja med količinami, pa veljajo tudi ob primerjavi s primerljivimi gozdnimi rezervati. Takšne razlike med pragozdovi, negospodarjenimi ali drugače zavarovanimi in ohranjenimi gozdovi so potrdili številni predhodni raziskovalci.

Tako sta Fridman in Walheim (2000) na podlagi primerjav med gospodarskim in negospodarjenim gozdom na Švedskem pokazala, da gospodarjenje z gozdom značilno zmanjšuje količino velikih drevesnih ostankov. Velike vrednosti VDO so pomembna značilnost tudi borealnih pragozdov.

Marage in Lemperiere (2005) sta prav tako iskala razlike v količini VDO med gospodarjenimi in nedotaknjenimi jelovimi gozdovi v južnih francoskih Alpah in hkrati ugotavljala pomen VDO z naravovarstvenega vidika in z vidika ohranjanja biodiverzitete. Ugotovila sta da je v gozdovih brez človekovega vpliva $64.6 \pm 19.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ VDO, v gospodarjenih pa $15.8 \pm 6.0 \text{ m}^3/\text{ha}$. Na teh rastiščih naj bi po njunem priporočilu zadostovalo povprečno $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ velikih drevesnih ostankov v gozdu za ohranjanje naravnih ekoloških procesov (trenutno naj bi bilo v vseh francoskih gozdovih povprečno $1,63 \text{ m}^3/\text{ha}$ VDO).

V Sloveniji je bilo v zadnjem času narejenih že kar nekaj raziskav količine VDO. Tako je Kutnar s sodelavci (2009) v okviru primerjav gozdnih habitatnih tipov (Habitatna ..., 1992) z ostalimi gozdovi ugotovil, da je v gozdovih proučevanih habitatnih tipov za 19 % več VDO (Ht: $11,4 \text{ m}^3/\text{ha}$, ostali gozdovi: $9,6 \text{ m}^3/\text{ha}$), kar skupaj za vse slovenske gozdove pomeni 3,8 % VDO glede na njihovo lesno zalogo. Ta delež je nekaj večji od okvirnih optimalnih vrednosti, ki jih predlaga Papež s sodelavci (1997), ki znašajo od 0,5 do 3 % lesne zaloge.

Razlike v količinah VDO sta med drugimi raziskovala tudi Györek (2008) in Poljanšek (2008). Prva je v svoji magistrski nalogi proučevala strukturo in funkcijo odmrlih dreves v različnih režimih gospodarjenja z gozdovi. Ugotovila je, da je gospodarjenje z odmrlim drevjem, predvsem v zasebnih gozdovih precej neusmerjeno. Ugotovljene količine odmrlega drevja v proučevanih negospodarjenjih gozdovih (GGE Ravensko, Vzhodno Goričko in Tuhinj-Motnik) so se gibale med $17,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ do največ $99,3 \text{ m}^3/\text{ha}$, v ostalih pa povprečno $2,75 \text{ m}^3/\text{ha}$. Med posameznimi objekti so bile zabeležene velike razlike, pomembne razlike pa so bile tudi znotraj posameznega proučevanega objekta.

Poljanšek (2008) je kot območje raziskave obravnaval vse slovenske gozdove, v katerih so na razpolago podatki stalnih vzorčnih ploskev ZGS. Ugotovil je, da je v Sloveniji 26 odmrlih dreves na hektar, oziroma je njihova zaloga $10 \text{ m}^3/\text{ha}$, kar predstavlja 3,6 % celotne lesne zaloge gozdnih sestojev. Delež listavcev naj bi bil 56 %, iglavcev pa le 44 %. S spremenljivkami, kot so GGO, rastiščni tip, razvojna faza, nagib, lesna zaloga, delež listavcev, srednje temeljnično drevo in pravilna razdalja je lahko pojasnil le 4,4 % variabilnosti v zalogi odmrlega drevja.

Tudi v naši raziskavi se je pokazalo, da je ocena tega parametra precej manj zanesljiva, vendar pa je v pragozdu, kljub majhnemu številu ploskev boljša, kot v ostalih dveh primerljivih kategorijah. Razlog za to lahko leži v dejstvu, da se v pragozdu veliki drevesni ostanki pojavljajo na vseh ploskvah, v ostalih gozdovih in gozdnih rezervatih, pa le na nekaterih, tam pa so količine VDO lahko vseeno velike. Koeficient variacije ocene količine velikih drevesnih ostankov je v obeh pragozdovih 2 do 3 krat manjši kot v primerljivih gozdnih rezervatih in ostalih gozdovih.

Ob pregledu rezultatov polne izmere smo opazili, da se je količina VDO v desetletju 1984 – 1995 precej povečala. Ta pojav bi bil lahko posledica delno drugačnega načina merjenja (npr. do katere stopnje razgradnje VDO le te še merimo), česar pa ne moremo dokazati. Lahko pa je tudi posledica zmanjševanja količine iglavcev v deležu VDO, na kar sklepamo zaradi padajočega trenda zmanjševanja deleža iglavcev v lesni zalogi, ki razpadajo veliko počasneje. V celotni lesni zalogi je le 7,3 % iglavcev (PI), v količini VDO pa kar 49 % (PI).

Müller in Bartsch (2009) sta proučevala hitrost razgradnje VDO po debelinskih stopnjah v osrednji Nemčiji. V njihovih klimatskih razmerah (povprečna letna temperatura med 12 in 13°C) se bukov drevesni ostanek s premerom nad 10 cm popolnoma razgradi v 35 letih. V prvih 8 letih je prisotna izguba mase na račun zmanjševanja gostote lesa. Drevesni ostanki s premerom 1 do 10 cm se razgradijo v 18 letih, tanjši od 1 cm pa postanejo del humusne plasti v štirih letih. V kolikor bi imeli podatek o hitrosti razgradnje tudi za iglavce v naših klimatskih razmerah, bi mogoče lahko tudi bolje pojasnili nihanja v količini VLO med desetletji. Ocenili bi lahko tudi, kolikšna je povprečna letna sprememba količine VDO v posameznem območju. Na primeru švedskih negospodarjenih gozdov sta Fridman in Walheim (2000) ocenila povprečno letno povečanje VDO na 0,18 m³/ha.

Kaže, da je zaradi večjih gostot dreves in tudi njihove temeljnice v pragozdu Krokar večje odmiranje dreves z manjšimi premeri. Zaradi večjega deleža listavcev pa bi bila lahko to debelejši ostanki listavcev, ki so že toliko razgrajeni, da smo jih zaradi zmanjšane premera (kot je navedeno v metodah dela, smo merili še izmerljiv današnji premer drevesnega ostanka in ne premer, ki ga je imel ostanek ob odmrtnju) uvrstili v te razrede. Ta neodgovorjena dilema kaže na velik pomen beleženja stopnje razgradnje dreves in drevesnih ostankov, kar v naši raziskavi nismo izvedli. Tako Fridman in Walheim (2000) poudarjata, da je klasifikacija VDO v stopnje razgradnje ključna, saj nam to poleg omogočanja boljšega poznavanja dinamike razvoja ekosistema, pokaže na količino potencialnih habitatov, kjer različne faze razgradnje lesa privabljajo različne organizme. Trdita, da je najprimernejši način klasifikacije na podlagi vidnih znakov. V svoji raziskavi sta uporabila 4 stopnje razgradnje. Danes je oblikovanih veliko klasifikacijskih ključev, ki se večinoma opirajo na vidne znake. Tako je Forrester s sodelavci (2005) uporabil 5 razredov razgradnje, ki jih je ločil glede na prisotnost skorje, vej in vejic ter stopnjo razgradnje lesa. Enako število razredov je uporabil Chojnacky s sodelavci (2004). V okviru popisa poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov se tudi v Sloveniji popisuje razkrojenost lesa, ta pa je definirana na podlagi prisotnosti skorje in teksture lesa.

Ob pregledu razporeditve količin VDO po debelinskih stopnjah je prikazan večji delež 20. debelinske stopnje, kar je bilo še očitneje v Rajhenavskem Rogu, kjer drevesa jelk dosegajo zelo velike premere. To kaže, da je prikazana količina VDO nekoliko podcenjena

in da bi bilo potrebno računati z vsemi prisotnimi 5 cm debelinskimi razredi. Vseeno pa je metoda natančnejša od obstoječega vzorčenja, kjer velike drevesne ostanke uvrščamo v le tri razširjene debelinske stopnje.

Obstoječ način merjenja parametra, kjer na SVP količine VDO ocenjujemo le po razširjenih debelinskih razredih je tudi eden izmed razlogov, da so ocene količin VDO, ugotovljene z metodo stalnih vzorčnih ploskev skoraj povsod manjše kot ugotovljene s polno izmero. To kaže, da v pragozdu uporabljena sredina zgornjega odprtega razreda (nad 50 cm) ni primerna. Z metodo polne izmere smo ugotovili, da je v pragozdu Krokar 153,8 m³/ha VDO (nad 3 debelinsko stopnjo), kar je 47 % več kot kažejo podatki iz stalnih vzorčnih ploskev. V pragozdu Rajhenavski Rog pa je prisotno 247 m³/ha VDO, kar je le 2 % več kot kažejo podatki iz stalnih vzorčnih ploskev.

Na problem ocene tega parametra opozarjata tudi Böhl in Brändli (2007). V svojem delu podrobneje opisujeta ocenjevanje VDO v okviru švicarske nacionalne inventure. Poudarjata velik pomen natančne predhodne definicije tega parametra. Ugotavljata, da je bila v okviru prve švicarske inventure količina VDO močno podcenjena. Danes je po teh podatkih v Švici 3,7 m³/ha VDO (Slovenija 10,0 m³/ha (Poljanšek, 2008)), delež ploskev s količino VDO nad 100 m³/ha pa znaša 3,9 % (Krokar: 49 %, Rajhenavski Rog: 77 %).

Podobno poudarja tudi Luppold (2004). Zahteva, da smo pri interpretaciji podatkov, ki so bili zbrani z namenom spremljanja parametrov na višjem nivoju (npr. državna inventura, oziroma nivo GGE v našem primeru), pazljivi v kolikor želimo proučevati manjše objekte v lokalnem merilu. Vzorčne ocene parametrov so podane z napako, ki se z manjšanjem vzorca zelo hitro povečuje.

Prav tako opozarja, da se vzorčna napaka lahko močno poveča v primerih, ko je le-ta le delno v povezavi s številom opazovanj in opazovani parameter ni pogost. Pri tem posebej omenja oceno poseka in mortalitete. Predlaga kombinacijo različnih inventurnih metod (stalne vzorčne ploskve s podploskvami, raziskovalne ploskve) in združevanje inventurnih enot s podobnimi lastnostmi (Luppold, 2004).

6.1.6 Sestoji, njihova drevesna sestava in razvojne faze

Po deležu površine je daleč najbolj prevladovala kategorija ostali gozdovi z deleži 85 %, (GGE Ravne) oziroma 92 % (GGE Rog). Poleg tega nam je tudi groba sestojna členitev, ki je prvenstveno namenjena gozdnogospodarskemu načrtovanju, v nam posebej zanimivih objektih, torej v obeh pragozdovih, otežila korektne primerjave sestojev na nivoju posameznih kategorij.

Ugotovili smo, da je bil v pragozdu Rajhenavski Rog izločen le en sestoj. Za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja, kjer z vidika ukrepanja ni dovoljena nobena aktivnost takšna (ne)členitev najverjetneje zadostuje. V kolikor bi želeli natančneje proučevati razvojne procese, pa bi si zagotovo želeli pridobiti detajlnejšo sestojno karto.

Z vidika prisotnosti drevesnih vrst je bil pragozd Krokar izjemno pester. Sedem odkritih drevesnih vrst na stalnih vzorčnih ploskvah je le 39 % vseh drevesnih vrst, odkritih s polno izmero. Pragozd Rajhenavski Rog je vrstno precej manj pester. Tudi Bončina (2000) je v svoji primerjavi gospodarskega gozda s pragozdom Rajhenavski Rog ugotovil manjše število drevesnih vrst, kot v gospodarskem gozdu. Ob zadnji polni izmeri je bilo evidentiranih sedem drevesnih vrst, med njimi tudi veliki jesen, ki ga pred desetimi leti niso zabeležili. Delež odkritih drevesnih vrst na stalnih vzorčnih ploskvah je tu nekaj večji (57 %), vseeno pa lahko ugotovimo, da je ugotavljanje tega parametra v tako majhnih objektih na SVP nezanesljivo.

Na velik pomen gozdne združbe, oziroma drevesne sestave sta opozorila Higgins in Ruokolainen (2004), ki sta v vrstno izjemno bogatih in prostranih tropskih gozdovih zahodne Amazonije iskala najprimernejšo inventurno metodo. Na podlagi kombinacij prisotnosti vseh rastlinskih vrst, rodov in družine na ploskvi, sta naknadno stratificirala izmerjene ploskve. Na ta način sta pokazala, da s prilagojenim stratificiranim vzorčenjem ki ne zajema le najdominantnejših živih dreves v gozdu, temveč upošteva celotno gozdno združbo pridobimo boljše podatke, ki lahko služijo tudi drugim uporabnikom prostora (npr. naravovarstvenikom) in ne le lesni industriji pri izkoriščanju teh gozdov.

6.2 PREDLOG MONITORINGA GOZDNIH REZERVATOV

Naši gozdni rezervati so rastiščno zelo raznoliki, hkrati pa je tudi njihov velikostni razpon izjemno velik. Najmanjši objekti, ki imajo značilnosti ekocelice, a potrebujejo zakonsko zaščito, so lahko veliki le en hektar, največji pa pokrivajo več sto hektarjev gozdov.

Kljub takšnemu velikostnemu razponu kaže, da so za njihovo spremljanje najprimernejše vzorčne metode, saj v večini primerov omogočajo primerne ocene najpomembnejših sestojnih parametrov.

6.2.1 Vzorčna napaka in velikost proučevanega objekta

Analiza vzorčne napake ocene lesne zaloge in velikih drevesnih ostankov glede na velikost proučevanega objekta je bila izvedena na devetih izbranih objektih s površino od 10,6 ha (GR Kopa) ter osmimi vzorčnimi ploskvami do 148 ha (Rajhenavski Rog z Borovcem) s 95 ploskvami.

Ugotovili smo, da je lesna zaloga v večini objektov ocenjena z dokaj majhno vzorčno napako. Za zanesljivo oceno tega parametra potrebujemo v obravnavanih sestojnih in rastiščnih razmerah vsaj 30 vzorčnih ploskev. Pri izbrani gostoti vzorčne mreže 125×125 m je mejna velikost objekta, pri kateri je vzorčna napaka še primerno majhna med 45 in 50 ha.

Streit s sodelavci (2007) podobno predvideva, da bi bila sprejemljiva vzorčna napaka za ugotavljanje klasičnih parametrov (število dreves, lesna zaloga), glede na homogenost objekta od 30 do 70 SVP, za ugotavljanje habitatnih struktur (npr. velikih drevesnih ostankov) pa bi bilo primerno število od 60 do 100 SVP na objekt.

Za pomembno zmanjšanje vzorčne napake je pomembna dobra predhodna stratifikacija na podlagi rastišča, razvojne faze ali zgradbe gozdov. Za to pa potrebujemo dobre vhodne informacije (npr. natančna karta gozdnih združb, sestojna karta).

Ob analizi vzorčne napake ocene količine velikih drevesnih ostankov se je pokazalo, da je vzorčna napaka tega parametra veliko večja in je za korektno oceno tega parametra pogojno zadovoljiva v le štirih objektih. Zaradi premajhnega števila vzorčnih ploskev in

velikega koeficienta variacije ocene tega parametra, je ob uporabljeni gostoti SVP, dosedanja metoda za ugotavljanje tega parametra na tako majhnih površinah neprimerna.

Zavedati se moramo tudi omejitev takšnih interpretacij podatkov vzorčnih mrež, ki so namenjene za ugotavljanje VDO na nacionalni ali regionalni ravni oziroma v našem primeru na nivoju GGE. Na lokalni ravni in v površinsko majhnih objektih raziskovalca Fridman in Walheim (2000) predlagata nekatere dopolnitve vzorčne metode (večje ploskve) ali meritve v transektih.

Opozoriti moramo tudi na to, da je za potrebe konsistentnega spremljanja stanja in razvoja gozdnih rezervatov primernejše, da posameznih samostojnih gozdnih rezervatov ne ločimo z mejami gozdnogospodarskih enot ali celo z mejami GGO, kar se danes pogosto dogaja.

6.2.2 Poraba časa in stroški meritev

Analiza porabe časa meritev v pragozdu Krokar s polno izmero in stalnimi vzorčnimi ploskvami kaže, da je v tem velikostnem razredu objekta z vidika stroškov primernejše zgoščevanje vzorčne mreže, kot celotna meritev vseh dreves v pragozdu. Zaradi pomena meritev je prav, da za to delo izberemo najizkušenejšo ekipo popisovalcev, ki je predana svojemu delu. Poleg tega je za učinkovito izvajanje inventure in primerno kakovost dela pomemben tudi ustrezen nadzor.

Popis vzorčne ploskve velikosti 5 arov je zaradi večjega števila merjenih parametrov, primerjano na hektar vzorčene površine glede na enako površino izmerjeno s polno izmero sicer več kot 5 krat dražji, vendar pa smo pri tej gostoti vzorčnih ploskev popisali le 1/32 površine pragozda, zato je bilo razmerje v stroških med meritvami na stalnih vzorčnih ploskvah in polno izmero 1:5,9 v korist SVP. To razmerje je seveda odvisno od gostote vzorčne mreže, terenskih in sestojnih razmer in se lahko spreminja v prid ene oziroma druge metode v kolikor ocenjujemo zgolj vrstno sestavo in parametre, ki so povezani s premerom dreves. To pa za večino resnih ekofizioloških in interdisciplinarnih študij ni dovolj (primer NAT-MAN (2005)).

Streit s sodelavci (2007) je podobno analiziral porabo časa vzorčnih meritev na primeru dveh gozdnih rezervatov. Ugotovili so, da je poraba časa za postavitev vzorčnih ploskev v

gozdnem rezervatu in njihovo izmero 3 krat večja, kot enako opravilo na lahkem terenu v gospodarskem gozdu.

6.2.3 Oblikovanje predloga monitoringa gozdnih rezervatov

Ob oblikovanju metodologije dela moramo imeti pred seboj več ciljev. Na prvem mestu mora biti metodologija oblikovana tako, da nam omogoča spremljanje stanja in razvoja gozdnih rezervatov. Popisi se bodo izvajali več desetletij, zato moramo predvideti, katere informacije nas bodo zanimale tudi v prihodnosti. Metodologija mora biti prilagodljiva in omogočati spremembe in popravke, ob spremembah pa moramo ohranjati povezljivost s podatki, ki bi jih zbrali ob preteklih meritvah. Poleg tega moramo imeti pred očmi tudi ekonomsko komponento. Zbirati moramo tiste podatke, ki jih enostavno pridobimo in nam hkrati daje veliko informacij.

Na podlagi mednarodnih priporočil, obstoječih inventurnih metod in naših ugotovitev za osnovo spremljanje stanja in razvoja gozdnih rezervatov v Sloveniji predlagamo obstoječo metodo, ki se že izvaja v gospodarskem gozdu, polna izmera pa je lahko primerna metoda le v najmanjših, raziskovalno manj pomembnih objektih z dobro označenimi mejami, kjer nas zanimajo le osnovni dendrometrijski kazalci.

Vsekakor nam mora biti vodilo, da primerno metodo in/ali gostoto mreže vzorčnih ploskev izberemo glede na pomen in velikost gozdnega rezervata oziroma pragozda. V kolikor se odločimo za vzorčno metodo, je v vseh primerih, razen v največjih gozdnih rezervatih, priporočena gostota mreže večja od trenutno obstoječe v mnogonamenskem gozdu.

Priporočamo, da je postavitve mreže SVP načrtovana tako, da je usklajena z mrežo v gospodarskem gozdu (primer: če je mreža v gospodarskem gozdu 250×250 m je primerno zgostiti mrežo v gozdnem rezervatu na 125×125 m, oziroma glede na njen primeren mnogokratnik). V kolikor celotno mrežo v obravnavanem območju postavljamo na novo, pa primerno zgostimo kilometrsko UTM mrežo.

Hkrati priporočamo, da naj število vzorčnih ploskev v posameznem gozdnem rezervatu ne preseže 70 do 90. To pomeni, da tudi v večjih gozdnih rezervatih, ki merijo nekaj 100 ha, ploskovna vrednost vzorčne ploskve ne preseže 6,25 ha. Ob tem moramo paziti, da število

vzorčnih ploskev ni manjše kot 30, saj je le s tem zagotovljena dovolj majhna vzorčna napaka za oceno lesne zaloge.

Priporočamo, da se na nivoju gozdnogospodarskega območja določijo gozdni rezervati, ki so pomembni z vidika primerljivosti s sosednjimi mnogonamenskimi gozdovi. V teh GR bi lahko načrtovali večjo intenziteto meritev (večji nabor merjenih znakov, gostejša mreža SVP). V gozdnih rezervatih, ki so z vidika primerljivosti manj pomembni, hkrati pa tudi po Uredbi o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom (Uredba ..., 2005; Sprememba ..., 2007; Sprememba ..., 2009). nimajo določenega najpomembnejšega režima, je lahko intenziteta meritev manjša.

V naši analizi, ki je upoštevala tudi stroške in največjo vzorčno napako, smo ugotovili, da so vsi objekti manjši od 10 ha premajhni, da bi bilo v njih priporočljivo vzorčenje, v kolikor jih želimo obravnavati kot samostojen objekt. V njih je še vedno najbolj priporočljiva polna izmera v kolikor so to raziskovalno manj pomembni objekti, kjer nas zanimajo le osnovni dendrometrijski kazalci. V majhnih, a raziskovalno pomembnih objektih so najprimernejše večje trajne raziskovalne ploskve. Seveda pa meritve lahko dopolnimo z vzorčnimi ploskvami v kolikor bo rezultat te meritve del širšega gozdnega prostora, ki ga proučujemo.

V razredu objektov s površino med 10 in 20 ha se lahko o izbiri metode odločamo samostojno, glede na izkušnje s preteklimi meritvami v posameznih objektih in raziskovalne zahteve glede vrste in kakovosti zahtevanih podatkov. V velikostnem razredu nad 20 ha pa je zagotovo najprimernejša metoda meritev na stalnih vzorčnih ploskvah. V obeh primerih je v raziskovalno pomembnejših objektih primerna izločitev ali ohranjanje že obstoječih (primernih) trajnih vzorčnih ploskev v osrednjem delu rezervata.

Ob analizi vzorčne napake je do podobnih zaključkov prišel tudi Streit s sodelavci (2007), ki v gozdnih rezervatih, manjših od 20 ha namesto vzorčne metode prav tako predlaga polno izmero s celovitim popisom velikih drevesnih ostankov glede na lego in stopnjo razgradnje.

Pomembnejše dopolnitve, ki jih predlagamo v okviru izboljšav metodologije spremljanja stanja gozdnih rezervatov, so naslednje dodatne oziroma spremenjene meritve in popisi na stalni vzorčni ploskvi:

1. Premere velikih drevesnih ostankov merimo na centimeter natančno in jih šele kasneje v okviru analiz uvrščamo v pripadajoče debelinske stopnje.
2. Popisujemo tudi stopnjo razgradnje velikih drevesnih ostankov na podlagi prisotnosti skorje in texture lesa.
3. Ob popisu velikih drevesnih ostankov, evidentirana drevesa z uporabnim lesom ne uvrščamo med popis živih dreves (PloskDV.dbf), ali pa mora vsaj program za izračun količine VDO na ploskvi ta drevesa uvrščati v analizo velikih drevesnih ostankov.
4. Opustitev meritev na koncentričnih krogih. Z vidika omogočanja analiz razmestitev dreves bi bilo primernejša meritev vseh dreves na 5 arski ploskvi. Hkrati na ta način zajamemo tudi tanjša drevesa na celotni ploskvi, s čimer lahko bolje ocenimo njihovo število v malopovršinsko raznomernih sestojih.
5. Izločanje ali ohranjanje že obstoječih (primernih) trajnih raziskovalnih ploskev v osrednjem delu rezervata.
6. Detajlnejše kartiranje sestojev.

S stalnimi vzorčnimi ploskvami lahko spremljamo razvoj sestojnih parametrov, težja pa je analiza odvisnosti med parametri sestoja in ekološkimi dejavniki ali proučevanje sobivanja, sosedskih odnosov in tekmovanja med drevesi. Kljub izpolnitvi priporočila pod točko 4 je potrebno izločanje večjih trajnih raziskovalnih ploskev v osrednjem delu rezervata. Njihova najmanjša velikost mora biti vsaj 1 ha, v večjih gozdnih rezervatih ali drugih rezervatih izjemnega pomena (npr. pragozdni ostanki) pa so primernejše ploskve velikosti nad 2 ha. Zaradi čim manjšega robnega vpliva je zelena kvadratna oblika ploskev. V kolikor je rezervat rastiščno in strukturno zelo heterogen je priporočljivo izločiti več trajnih raziskovalnih ploskev, ki to heterogenost najprimerneje zajamejo. Na ploskvi morajo biti vsa drevesa trajno označena. Meritve, ki jih izvajamo na 1, 5 ali 10 let morajo vključevati premer in mortaliteto. Novo vraščena drevesa najmanjšega velikostnega razreda označimo in zabeležimo. Podobno spremljamo tudi velike drevesne ostanke, kjer

nas zanimajo mrtva stoječa, izruvana in ležeča drevesa ali deli dreves. Na manjših ploskvah (znotraj ploskve) v enoletnih intervalih spremljamo pomladek. Tu nas zanima predvsem njegovo višinsko priraščanje in umrljivosti po drevesnih vrstah.

Dodatno moramo težiti k detajlnejšem kartiranju gozdnih sestojev, pri katerem si pomagamo z visokoločljivimi aeroposnetki in uporabo satelitske navigacije na terenu.

Ob upoštevanju zgoraj navedenih predlogov menimo, da bi z nekaterimi dopolnitvami, obstoječa metodologija meritev na stalnih vzorčnih ploskvah v gospodarskem gozdu ustrezala za spremljanje stanja v gozdnih rezervatih. Trdimo, da bi bila takšna metodologija najustreznejša z vidika uspešnosti pridobivanja informacij in racionalnosti, hkrati pa bi bila zaradi kontinuitete že poznanih postopkov primerna tudi za uveljavitev v praksi.

7 POVZETEK

Redke so krajine v Evropi, še posebej pa v Sloveniji, v katerih gozd nima pomembnejše vloge in to kljub temu, da se je v zadnjih stoletjih v Evropi močno zmanjšal delež gozdov v katere človek s svojo dejavnostjo še ni posegel. Danes so naravni gozdovi in izjemno redki pragozdni ostanki večinoma vključeni v mreže gozdnih rezervatov. V Sloveniji imamo 172 gozdnih rezervatov na skupno 9.619 ha površine. So referenčni objekti za gospodarjenje z gozdom. Kažejo nam pot po kateri se razvijajo naravi prepuščeni gozdovi, zato je pomembno, da ta razvoj spremljamo s periodičnimi opazovanji in meritvami, ter s pomočjo sinteze pridobljena spoznanja in izsledke prenesemo v naše delo z gospodarskimi gozdovi.

V Sloveniji imamo dolgo zgodovino meritev v strogih gozdnih rezervatih. Nove smernice v raziskovanju pospešujejo primerjalne raziskave med pragozdovi oziroma gozdnimi rezervati in gospodarskim gozdom, tem pa se pridružujejo zahteve po ekonomičnem in učinkovitem monitoringu gozdnih rezervatov.

Ob pregledu pomembnejše raziskav, priporočil in obstoječih metodologij za spremljanje stanja dinamike gozdnih rezervatov smo ugotovili, da ima že kar nekaj držav razvite primerne koncepte monitoringa gozdnih rezervatov (npr. Švica, Nemčija, Belgija, Nizozemska, Danska, Avstrija in Francija), nekatere izmed njih pa ga izvajajo tudi že v praksi.

Namen našega dela je bil na podlagi obstoječe metodologije v gospodarskem gozdu in mednarodnih priporočil, na realnem objektu poiskati najboljše rešitve in prilagoditve te metodologije, ter podati smernice za oblikovanje enotne metodologije meritev v gozdnih rezervatih Slovenije s katero želimo doseči stalen in učinkovit prenos raziskovalnih izsledkov v prakso. Zato smo raziskavo razdelili v dva dela. V prvem delu naloge smo raziskali razlike v sestojnih parametrih med različnimi režimi gospodarjenja, v drugem delu pa smo proučevali njihov vpliv na izbor primerne metode monitoringa gozdnih rezervatov.

Za objekt raziskave smo si izbrali gozdove dveh gozdnogospodarskih enot Kočevskega gozdnogospodarskega območja, Rog in Ravne, kjer smo se osredotočili na pragozdova

Rajhenavski Rog (prvič omenjen v prvem ureditvenem elaboratu za te gozdove iz leta 1894) in Krokar, ki je bil iz gospodarjenja izločen že davnega leta 1892. Ti gozdovi so del obsežnih, visokokraških gozdov v jugozahodnem delu Slovenije.

V teh dveh objektih smo v letu 2004, oziroma 2006 in 2007 izvedli meritve na prilagojeni mreži stalnih vzorčnih ploskev. Meritvam na vzorčnih ploskvah je sledila polna izmera vseh dreves. Izmerjena so bila tudi vsa odmrla drevesa (veliki drevesni ostanki), ki smo jih ločili v dve kategoriji (stoječa in ležeča). Tu nismo določali drevesnih vrst, temveč smo le določili ali ostanek pripada iglavcu ali listavcu. Glede na inventurno metodo smo ločeno beležili tudi porabo časa za posamezna opravila.

Rezultate meritev smo analizirali na nivoju pragozdnega objekta (Krokar in Rajhenavski Rog), ob tem pa smo prikazali vzporedne rezultate polne izmere obeh pragozdov. Pragozdova smo primerjali tudi z gozdni rezervati in mnogonamenskimi gozdovi. Vse primerjave so bile narejene le za primerljive gozdne sestoje glede na razvojno fazo oziroma zgradbo sestoja ter gozdno združbo. Na podlagi teh analiz stanja in razvoja obravnavanih objektov od preteklih desetletij do danes smo sklepali na nekatera njihova prihodnja razvojna gibanja.

Analiza nekaterih pomembnejših sestojnih parametrov je pokazala, da je med temi število dreves sestojni parameter, ki ima zelo veliko variabilnost v vseh proučevanih kategorijah, na to pa najbolj vpliva sedanje in preteklo gospodarjenje. Posebej v manjših debelinskih stopnjah se v pragozdu število dreves zadnjih nekaj desetletij stalno zmanjšuje. Tako danes pragozdova izstopata z majhnim deležem tanjših dreves in nadpovprečnim deležem zelo debelih dreves.

Ugotovili smo, da je značilno največja lesna zaloga v obeh pragozdovih. Razlike med pragozdovi in ostalimi, mnogonamenskimi gozdovi so kar 1,6 (Krokar) oziroma 2,1 kratne (Rajhenavski Rog). Ugotovili smo, da je ob dani gostoti vzorčne mreže na nivoju skupne lesne zaloge ta parameter ocenjen zelo dobro, vse nadaljnje podrobnejše ocene (npr. po skupinah drevesnih vrst) pa so že precej manj zanesljive. Največjo pestrost zgradb sestojev z vidika lesne zaloge imajo gozdni rezervati, najmanjšo pa oba pragozdova. V nadaljevanju smo ugotovili, da je kljub relativno dolgi zgodovini zbiranja podatkov o gibanju lesne

zaloge, prikazanih nekaj desetletij le kratek čas v življenju posameznega pragozdnega drevesa in še krajši v razvoju določenega sestoja, zato na ta način težko podamo kakršnekoli trdne ugotovitve o razvoju raziskovanega parametra. Kljub temu lahko trdimo, da se v pragozdu Krokar v zadnjih desetletjih neprestano zmanjšuje delež jelke.

Veliki drevesni ostanki so pomembna komponenta raznovrstnosti gozdnih ekosistemov. V nalogi smo potrdili, da je količina velikih drevesnih ostankov tisti sestojni parameter, ki se med pragozdom in ostalimi gozdovi najbolj razlikuje. Z metodo polne izmere smo ugotovili, da je v pragozdu Krokar $153,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ VDO (nad 3 debelinsko stopnjo), kar je 47 % več kot kažejo podatki iz stalnih vzorčnih ploskev. V pragozdu Rajhenavski Rog pa je prisotno $247 \text{ m}^3/\text{ha}$ VDO, kar je le 2 % več kot kažejo podatki iz stalnih vzorčnih ploskev. Poljanšek (2008) navaja, da je v slovenskih gozdovih povprečno $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ velikih drevesnih ostankov, kar predstavlja 3,6 % celotne lesne zaloge gozdnih sestojev. Ugotovljene količine VDO, ugotovljene z metodo stalnih vzorčnih ploskev so bile skoraj v vseh proučevanih razredih manjše kot ugotovljene s polno izmero. Pokazalo se je, da ima beleženje stopnje razgradnje dreves in drevesnih ostankov izjemno velik pomen.

Preverili smo tudi pomen določitve inventurnega praga in ugotovili, da je to ena izmed najpomembnejših odločitev pri načrtovanju inventure. Njegovo zmanjšanje pomeni pomembno povečanje porabe časa za terensko delo. V kolikor se za to dodatno delo odločimo, moramo svojo odločitev presojati z vidika pričakovanega izboljšanja poznavanja določenega problema, ki se pojavlja v proučevanem objektu.

Z vidika drevesne sestave, oziroma ugotovljene prisotnosti drevesnih vrst je bil pragozd Krokar izjemno pester, vendar pa smo na vzorčnih ploskvah zabeležili le 39 % vseh drevesnih vrst odkritih s polno izmero. Pragozd Rajhenavski Rog je bil vrstno precej manj pester, kar je posledica drugačnih rastiščnih razmer.

V nalogi smo prikazali tudi horizontalne značilnosti sestojev in zastopanost gozdnih združb. Ugotovili smo, da obstoječa sestojna karta, ki je primerna za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja, za analize horizontalnih značilnosti sestojev v obravnavanih objektih ne zadošča.

V drugem delu naše naloge smo v okviru iskanja najprimernejše metode monitoringa analizirali vzorčno napako in koeficient variacije glede na velikost in značilnosti proučevanega objekta, ter stroške obeh načinov meritve.

Analiza vzorčne napake ocene lesne zaloge in velikih drevesnih ostankov je bila izvedena na sedmih izbranih objektih. Pokazalo se je, da je lesna zaloga v večini objektov ocenjena s primerno vzorčno napako, za zanesljivo oceno tega parametra pa potrebujemo vsaj 30 ploskev. Vzorčna napaka ocene količine velikih drevesnih ostankov je veliko večja zaradi velike spremenljivosti pojavljanja proučevanega parametra. Z vidika porabe časa za izvedbo posamezne inventurne metode je polna izmera primerna le v objektih velikosti do največ 15 ha. V kolikor upoštevamo tudi raziskovalni pomen objekta, pa je to primerna metoda le v manj pomembnih objektih, kjer nas zanimajo le osnovni dendrometrijski kazalci.

Po pregledu obstoječih raziskav, priporočil in številnih metodologij smo v povezavi z našimi rezultati in ugotovitvami pokazali, da bi z nekaterimi dopolnitvami, obstoječa metodologija meritev na stalnih vzorčnih ploskvah v mnogonamenskem gozdu ustrezala za spremljanje stanja v gozdnih rezervatih. Predlagali pa smo tudi nekatere pomembnejše dopolnitve: število vzorčnih ploskev v posameznem gozdnem rezervatu ne sme biti manjše od 30, hkrati pa naj ne preseže števila 70 do 90, meritev velikih drevesnih ostankov mora biti izvedena na cm natančno, ob tem pa moramo zabeležiti stopnjo razgradnje VDO. V pomembnejših GR je primerno izločiti (ali uporabiti primerno, že obstoječo) vsaj eno trajno raziskovalno ploskev v osrednjem delu rezervata. Hkrati moramo v gozdnih rezervatih in pragozdovih izvesti detajlnejše kartiranje sestojev. Inventuro moramo izvesti na način, da bomo tako z vidika stroškov kot tudi kakovosti pridobljenih informacij zadovoljili vse zahteve, ki so pred nami za učinkovito spremljanje razvoja proučevanih objektov.

Trdimo, da bo predlagana metodologija najustreznejša z vidika uspešnosti pridobivanja informacij in racionalnosti, hkrati pa bi bila zaradi kontinuitete že poznanih postopkov primerna tudi za uveljavitev v praksi. Izsledki takšnih raziskav in dolgoročnega spremljanja stanja pragozdov in gozdnih rezervatov pa bodo pripomogli k še učinkovitejšemu in sonaravnemu gospodarjenju v mnogonamenskih gozdovih.

8 SUMMARY

There are only a few landscapes in Europe, especially in Slovenia, where the forest plays only a minor role, and this is true despite the fact that the proportion of undisturbed forests in recent centuries in Europe has been significantly reduced. Today, natural forests and extremely rare old-growth forest remnants are mainly included in a network of forest reserves. In Slovenia there are 172 forest reserves covering a total of 9,619 hectares. They are reference objects for forest management, and they provide insight into the development of undisturbed forests. This is why it is important to monitor this development by making periodic observations and measurements. The lessons we learn from long-term monitoring in forest reserves need to be incorporated into the management of multipurpose forests. In Slovenia, there is a very long tradition of monitoring in strict forest reserves. New trends in research promote comparative research between old-growth forests or forest reserves and multipurpose forest. There are also new requirements regarding the economics and effectiveness of monitoring forest reserves. When reviewing the major research recommendations and the existing methodologies for monitoring the dynamics of forest reserves, we found that some countries have already developed suitable concepts for monitoring forest reserves (e.g. Switzerland, Germany, Belgium, the Netherlands, Denmark, Austria and France). Some of them are already performing this monitoring in practice.

The purpose of our study was based on existing methodologies in multipurpose forests and international recommendations. We wanted to find the best solutions, identify possible adaptations of the existing methodology, and provide guidelines for the creation of a common methodology for monitoring in the forest reserves in Slovenia. With this new methodology we want to achieve a stable and effective transfer of research results to practice. Therefore, we divided the survey into two parts. In the first part of the research we studied differences in stand parameters between the different management regimes, and in the second part, we studied their impact on the selection of appropriate methods of monitoring forest reserves.

For the research object we chose two forest management units (Rog and Ravne) in the regional forest management unit Kočevska, where we focus on the old-growth forests

Rajhenavski Rog (first mentioned in the first forest management plan for these forests in 1894) and Krokár, which was already excluded from management in 1892. These forests are part of the larger, high-karst forests in the southwestern part of Slovenia.

Measurements on an adjusted network of permanent sample plots were carried out in Krokár and Rajhenavski Rog in 2004 and 2006, respectively. Additionally, a full callipering was done in the entire Rajhenavski Rog reserve in 2007. Measurements on sample plots included a full callipering of all trees. All dead trees (large tree debris), which were separated into two categories (standing and lying), were also measured. We recorded the species for live trees, and noted whether woody debris belonged to coniferous or broadleaved trees. Given the inventory method, we separately recorded the consumption of time for individual tasks.

The results of the measurements were analyzed at the level old-growth forests Krokár and Rajhenavski Rog. Results from permanent sample plots were also compared to results from full callipering and to comparable stands in forest reserves and multipurpose forests. All comparisons were made only for comparable forest stands in relation to developmental stage or stand structure and forest association. Based on the analysis of the situation and development of selected objects from the past decades to the present, we forecast some of their future development trends.

Analysis of some of the major stand parameters showed that the number of trees was the stand parameter that had the largest variability in all studied categories and was most affected by current and previous management. The number of trees, especially in the lower diameter classes, steadily declined in the old-growth forests in the last few decades. Today, both old-growth forests have a very small proportion of small trees ($\text{dbh} < 30 \text{ cm}$) and an above-average share of large trees.

We found that the growing stock was significantly higher in both old-growth forests. The growing stock in old-growth forests was 1.6 (Krokár) and 2.1 times (Rajhenavski Rog) greater than in multipurpose forests. We found that the current density of the permanent sample network at the level of total growing stock provided a good estimation of this parameter, but any further detailed assessment (e.g. by tree species) was much less reliable.

Forest reserves had the highest diversity of stand structures in terms of growing stock and both old-growth forests had the lowest diversity. We found that, despite the relatively long history of collecting data on growing stock, several decades is too short a time span in the life of each old-growth forest tree, and even shorter in the development of a specific stand. Thus, it is difficult to obtain any firm conclusions about the development of the studied parameters. However, on the basis of our data we still can state that in the old-growth forest Krokar the proportion of fir in recent decades is constantly declining.

Large tree debris is also an important component of the diversity of forest ecosystems. In our research we confirmed that a quantity of large tree debris (LTD) was the most different between old-growth and other forests.

With the full callipering method, we found that in the old-growth forest Krokar there was 153.8 m³/ha of LTD (over 3rd diameter class), which was 47 % more than calculated from permanent sample plots data. In the old-growth forest Rajhenavski Rog 247 m³/ha of LTD was present, which is only 2 % more than calculated from permanent sample plots data. Poljanšek (2008) states that Slovenian forests have an average of 10 m³/ha of LTD. This represents 3.6 % of the total growing stock of forest stands. LTD quantities observed by the permanent sample plots have been in almost all classes lower than that observed with full callipering. It is clear that the recording degree of decay of trees and tree remains is extremely important.

We also checked the importance of setting a diameter threshold and found that this is one of the most important decisions in planning inventory. A decrease in the diameter threshold represents a significant increase in consumption of time for fieldwork. When we opt for this additional work, we have to assess our decision in terms of expected improvements in the knowledge of a specific problem in the research object.

The old-growth forest Krokar was extremely diverse in terms of tree species composition (number of present tree species). But on the permanent sample plots, we recorded only 39 % of all tree species detected by the full callipering. The old-growth forest Rajhenavski Rog has much less tree species. This is a reflection of different site conditions.

In our research we also showed horizontal characteristics of forest stands and representation of forest associations. We found that the existing stand map that is suitable for the needs of forest management planning is not sufficient for analysis of horizontal stand characteristics in our research objects.

In the second part of our research, we looked for the most appropriate monitoring methods, so we analyzed the sample error and coefficient of variation in size and characteristics of each study object. We also analyzed the costs of both methods of measurement.

Analysis of sampling error estimates of growing stock and tree-sized residue was carried out in seven selected forest reserves (5) and old-growth forests (2). It appeared that the growing stock was assessed by an appropriate sample error in most objects, but to reliably estimate this parameter we need at least 30 sample plots. The sample error of large tree debris estimation was much higher because of the high variability of occurrence of the parameter in our study. In terms of time consumption, the full callipering method is only suitable in objects up to 15 ha for the individual inventory method. But when we take into consideration the importance of the research object, this method is the appropriate method in only less scientifically important objects, where we are interested in only basic dendrometric indicators.

Using a review of existing studies, methodologies, and recommendations, and in conjunction with our results and findings, we have shown that with certain modifications the existing methodology of measurements on permanent sample plots in multipurpose forest should be appropriate to use also in forest reserves. We propose some important additions: the number of sample plots in each forest reserve shall not be less than 30, but also should not exceed 70 to 90 sample plots. Measurements of large tree debris must be made accurately to centimetre and degree of decay of trees and tree remains must be recorded. In more important forest reserves it is appropriate to place (or use the appropriate pre-existing) at least one permanent research plot in the central part of the reserve. At the same time we have to carry out more detailed mapping of forest stands in forest reserves and old-growth forests. The proposed methodology must be carried out in such a way that both cost and quality of information obtained meet all the necessary requirements to monitor the development of the studied objects.

We conclude that the proposed methodology is the most appropriate in terms of rationality and success of obtaining information. Due to the continuity of already used processes in our work it is also suitable for implementation in practice.

9 VIRI

9.1 CITIRANI VIRI

- Ahačič P. U. 2002. Gozdni rezervati na gozdnogospodarskem območju Bled: seminarska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Katedra za gojenje gozdov). Ljubljana, samozaložba: 17 str.
- Anko B. 1975. Gozdni rezervati – naša biološka dediščina. *Gozdarski vestnik*, 33: 1-7.
- Belak D. 1998. Gozdni rezervat Babji Ložič pri Ljutomeru: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 101 str.
- Böhl J., Brändli U. B. 2007. Deadwood volume assessment in the third Swiss National Forest Inventory: methods and first results. *European journal of forest research*, 126: 449-457.
- Bončina A. 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije v sonaravnem gospodarjenju z gozdom: doktorska disertacija. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 210 str.
- Bončina A. 1999. Stand dynamics of the virgin forest Rajhenavski Rog (Slovenia) during the past century. V: COST Action E4: forest reserves research network: proceedings of the invited lecturers' reports. Diaci J. (ur.): Ljubljana, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical Faculty: 95-110.
- Bončina A. 2000. Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. *Global ecology & biogeography*, 9: 201-211.
- Božič L. 2002. Primerjava združb in nekaterih populacijskih parametrov ptic v izbranih tipih nižinskih gozdov: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo). Ljubljana, samozaložba: 86 str.
-

- Brang P., Commarmot B., Rohrer L., Bugmann H. 2008. Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz. Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Professur für Waldökologie: 58 str.
- Brang P., Rohrer L., Temperli C., Stalder A., Streit K., Bugmann H. 2008. Selektion von Kernflächen in Naturwaldreservaten für das Schweizer Monitoringprogramm. Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Professur für Waldökologie: 47 str.
- Bretz Guby N. A., Dobberty M. 1996. Quantitative estimates of coarse woody debris and standing dead trees in selected Swiss forests. *Global ecology & biogeography*, 5: 327-341.
- Bricker P. O., Ruggiero A. M. 1998. Toward a national Program for monitoring environmental resources. *Ecological applications*, ecological society of america, 8, 2: 326-329.
- Chojnacky C. D., Mickler R. A., Heath S. L., Woodall W. C. 2004. Estimates of down woody materials in Eastern US forests. *Environmental management*, 33, Supplement 1: 44-55.
- COST Action E4, 2000. Forest reserves research network: final report. Belgium, European Communities: 377 str.
- Cvenkel J. 1988. Smrekov gozd v Triglavskem narodnem parku. (Strokovna in znanstvena dela, 100). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 45 str.
- Diaci J. (ur.) 1999. Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries: history, present status and future development: proceedings of the invited lecturers' reports presented at the COST E4 management committee and working groups meeting in Ljubljana, Slovenia, Ljubljana, 25 - 28 April 1998. Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources: 172 str.
-

- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja: univerzitetni učbenik, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Diaci J., Pisek R., Hladnik D. 2006. Izpopolnitev metodologije spremljanja razvoja gozdov v rezervatih. V: Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Hladnik D. (ur.) (Strokovna in znanstvena dela, 127), Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 125-144.
- Ferretti M., Chiarucci A. 2003. Design concepts adopted in long-term forest monitoring programs in Europe - problems for the future? *The science of the total environment* 310: 171-178.
- Forrester A. J., Yorks T. E., Leopold J. D. 2005. Arboreal vegetation, coarse woody debris, and disturbance history of mature and old-growth stands in a coniferous forested wetland. *Journal of the Torrey botanical Society*, 132, 2: 252-261.
- Fridman J., Walheim M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest ecology and management*, 131: 23-36.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ravne (2005-2014). 2007. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 172 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Rog (2007-2016). 2008. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 212 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kočevje (2001-2010). 2003. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje: 253 str.
- Großer K. H. 1961. Waldschutzgebiete als Objekte ökologischer Freilandforschung, *Forschau und Fortschritt*, 35, 12: 356 - 358.
- Györek N. 2008. Struktura in funkcija odmrlih dreves v različnih režimih gospodarjenja z gozdovi: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerzitetni podiplomski študij Varstva okolja). Ljubljana, samozaložba: 109 str.
-

Habitatna direktiva. 1992. Council directive 95/43 EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/Lex](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:HTML)

[uriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:HTML)

Hartman T. 1987. Gozdni rezervati Slovenije: pragozd Rajhenavski Rog KO 03. (Strokovna in znanstvena dela 89). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 80 str.

Hartman T. 1999. Hundred years of virgin forest conservation in Slovenia. V: COST Action E4: forest reserves research network, proceedings of the invited lecturers' reports. Diaci J. (Ur.). Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of forestry and renewable forest resources: 111-120.

Hartman T. 2005. »Pragozd Krokar: število in lesna masa dreves po letih (polne izmere)«. (osebni vir, maj 2005)

Hartman T. 2007. »Monitoring pragozda«. (osebni vir, oktober 2007)

Higgins M., Ruokolainen K. 2004. Rapid tropical forest inventory: a comparison of techniques based on inventory data from western Anazonia. Conservation biology, 18, 3: 799-811.

Hočevar M. 1995. Dendrometrija – gozdna inventura: nelektorirano študijsko gradivo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 274 str.

Hočevar M., Batič F., Piskernik M., Martinčič M. 1995. Glive v pragozdovih Slovenije: III. Dinarski gorski pragozdovi na Kočevskem in v Trnovskem gozdu. (Strokovna in znanstvena dela 117). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 320 str.

Hočevar M., Brinovec M., Beguš J., Hladnik D., Košir J., Matijašić D., Zagorc D. 1990. Ugotavljanje stanja in razvoja gozdov s kontrolno vzorčno metodo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 54 str.

- Hočevar, S., Batič, F., Martinčič, A., Piskernik, M., 1980. Panonska pragozdova Donačka gora in Belinovec (Mikoflora, vegetacija in ekologija). Zbornik gozdarstva in lesararstva, 18: 253-354.
- Johannsen V. K. 2000. Designing a sample-based national forest inventory for Denmark - data handling and analysis. Danish national forest inventory, Report, 4: 49 str.
- Klančar R. 1998. Trstje - ohranjen gorski gozd: višješolsko diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire), Ljubljana, samozaložba: 65 str.
- Kleemola S., Forsius M. (Ur.) 16th annual report 2007. ICP integrated monitoring. The Finnish environment, 26: 100 str.
- Konečnik K., Zaplotnik V. 2001. Pragozdni rezervat Strmec - raziskave zgradbe naravnega gozda in primerjava izbranih metod: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 107 str.
- Koop H. 1989. Forest dynamics. SILVISTAR: a comprehensive monitoring system. Berlin, Springer: 229 str.
- Kovač M., Batič F., Japelj A., Kušar G., Polanšek B., Skudnik M., Krma P., Fajon Š., Kastelec D. 2007. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov: priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 73 str.
- Kutnar L., Matijašič D., Pisek R. 2009. Kazalniki ugodnega ohranitvenega stanja gozdnih habitatnih tipov v Sloveniji. V: Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Humar M. (Ur.), Kraigher H. (Ur.), (Strokovna in znanstvena dela 135). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 11-18
- Leibundgut H. 1982. Europäische Urwälder der Bergstufe. Zuerich, Paul Haupt Berne: 308 str.
-

- Leibundgut, H., 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 110: 111-124.
- Lilja S., Kuuluvainen T. 2005. Structure of old *Pinus sylvestris* dominated forest stands along a geographic and human impact gradient in mid-boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 39, 3: 407-428.
- Luppold W. 2004. Avoiding spurious conclusions from Forest Service estimates of timber volume, growth, removal, and mortality. *North american journal of application forestry* 21, 4: 194-199.
- Magajna B. 1999. Gozdni rezervat Veliki Bršljanovec: diplomska naloga. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 103 str.
- Marage D., Lemperiere G. 2005. The management of snags: A comparison in managed and unmanaged ancient forests of the Southern French Alps. *Annals of forest science*, 62: 135-142.
- Marinček L., Čarni A. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400.000. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti: 79 str.
- Matijašić D., Pisek R. 2004. Debelinska struktura slovenskih gozdov. V: Staro in debelo drevje v gozdu. V: Zbornik referatov XXII. Gozdarskih študijskih dni. Brus R. (Ur.), Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 33-46
- Mayer H. 1984. Wälder Europas. Stuttgart, Gustav Fischer: 691 str.
- Meyer P. 2005. Network of Strict Forest Reserves as reference system for close to nature forestry in Lower Saxony, Germany. *Forest, Snow and Landscape Research*, 79, 1/2: 33-44.
-

- Meyer P., Ackermann J., Balcar P. 2001. Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten in Naturwaldreservaten - Metodische Empfehlungen. Eching, IHW Verlag: 107 str.
- Mlinšek D. 1967. Pomlajevanje in nekatere razvojne značilnosti bukovega in jelovega mladja v pragozdu na Rogu. Zbornik Biotehniške fakultete, 15: 7-32.
- Mlinšek D. 1972. Ein Beitrag zur Entdeckung der Postojna Kontrollmethode in Slowenien. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 91, 1: 291-296.
- Mlinšek D. 1985. Gozdni rezervati Slovenije. Naraven gozd v Sloveniji. (Strokovna in znanstvena dela, 84), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 48 str.
- Mlinšek D., Accetto M., Anko B., Piskernik M., Robič D., Smolej I., Zupančič M. 1980. Gozdni rezervati v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 414 str.
- Mlinšek, D., Zupančič, M. 1974. Enoletne rast vršnih mladik v bukovi gošči jelovo-bukovega pragozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva 12: 67-86.
- Müller S., Bartsch N. 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. European journal of forest research, 128: 287-296.
- NAT-MAN 2005. Nature-based management of beech in Europe. Spletna stran projekta. <http://www.flec.kvl.dk/natman/> (10. 3. 2006)
- Območja NATURA 2000. 2009. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: CD ROM.
- Papež J., Perušek M., Kos I. 1997. Biotska raznolikost gozdnate krajine z osnovami ekologije in delovanja ekosistema. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarska založba: 161 str.
-

- Parviainen J., Little D., Doyle M., O'Sullivan A., Kettunen M., and Korhonen M. (Ur.)
Research in forest reserves and natural forests in European countries – country reports
for the COST action E4: forest reserves research network. 1999. Joensuu, European
forest institute proceedings, 16: 304 str.
- Perušek M. 1991. Ptice pragozdnih ostankov Rajhenavski Rog in Pečka. *Acrocephalus*, 49,
12: 124-136.
- Podatkovna zbirka monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov iz popisa v letu 2007.
2009. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, (neobjavljeno, baza podatkov)
- Poljanec A. 2000. Razvoj alpskega smrekovega gozda v dolini Lopusnice: diplomsko delo.
(Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana,
samozaložba: 83 str.
- Poljanšek S. 2008. Količina in struktura odmrlega drevja v gozdovih Slovenije: diplomsko
delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive
gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 44 str.
- Povprečna letna višina korigiranih padavin 1961-1990. 2009. Ljubljana, MOP, Agencija
RS za okolje, januar 2009: elektronski vir
- Povprečne letne temperature 1971-2000. 2008. Ljubljana, MOP, Agencija RS za okolje:
elektronski vir
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur. l. RS št. 5/1998: 256-
282.
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o gozdnogospodarskih in
gozdnogojitvenih načrtih, Ur. l. RS št 70/2006: 7293-7298.
- Pravilnik o varstvu gozdov. Ur. l. RS št. 92/2000: 10233- 10246.
- Pregledna karta merila 1 : 250.000 (Pk 250). 2009. Ljubljana GURS: baza podatkov
-

- Prostorski in opisni podatki Zavoda za gozdove Slovenije. 2009. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota: baza podatkov.
- Puhek V. 1998. Procjena strukturnih elemenata sastojine na osnovi prostornog rasporeda stabala: doktorska disertacija. (Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet). Zagreb, samozaložba: 194 str.
- Puncer I. 1980. Dinarski jelovo-bukovi gozdovi na Kočevskem = Die Dinarischen Tannen-Buchenwälder im Gebiete von Kočevje. Razprave (Slovenska akademija znanosti in umetnosti. Razred za prirodoslovne vede). Ljubljana, 22, 6: 161 str.
- Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (ReNGP). Ur. l. RS št. 111/07: 15252-15323.
- Robič D. 2001. Pregled novih poimenovanj gozdnih združb v računalniški bazi CE ZGS po skupinah in podskupinah rastišč, interno gradivo ZGS: 8 str.
- Runkle J. R. 1981. Gap regeneration in some old-growth forests of the eastern United States. Ecology, 62: 1041-1051.
- Shorohova E., Kuuluvainen T., Kangur A., Jõgiste K. 2009. Natural stand structures, disturbance regimes and successional dynamics in the Eurasian boreal forests: a review with special reference to Russian studies. Annals of forest science, 66: 201-221.
- Skoberne P. 2004. Evropsko ekološko omrežje NATURA 2000 - priložnost ali breme za Slovenijo? Delo, priloga Znanost, 19. 4. 2004: 7.
- Statgraphics Plus for Windows 4.0. 1999. Programsko orodje, Statistical Graphics Corporation.
- Streit K., Commarmot B., Brang P., Rohrer L. 2007. Auswertung von Testaufnahmen der Stichprobeninventur in den Naturwaldreservaten Josen- und Seeliwald. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zürich, ETH Zürich, Professur für Waldökologie: 36 str.
-

Temeljni topografski načrti merila 1 : 5.000 in 1 : 10.000 (TTN 5/10). 2009. Ljubljana
GURS: baza podatkov

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Ur. l. RS 56/2007: 7595-7618.

Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Ur. l. RS 29/2009: 4078.

Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. Ur. l. RS 88/2005: 8997-9001.

Van Den Meersschaut D., De Cuyper B., Vandekerkhove K., Lust N. 1998. Required sample size for monitoring stand dynamics in strict forest reserves: a case study. Boise, Idaho, Integrated tools Proceedings: 185-191

Vandekerkhove K. 1998. Criteria voor de selectie van bosreservaten in functie van een betere kandering van de Vlaamse bosreservaten in een Europees netwerk. Mededelingen, Institut voor Bosbouw en Wildbeheer: 113 str.

Virgin forest Slovenia '93: international camp in Borovec near Kočevska reka, from 17.07 to 28.07.1993. 1993. Ljubljana: 44 str.

Vries de W., Reinds G. J., Posch M., Sanz M. J., Krause G. H. M., Calatayud V., Renaud J. P., Dupouey J. L., Sterba H., Vel E. M., Dobbertin M., Gundersen P., Voogd J. C. H. 2003. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, Technical Report. Brussels, Geneva, European Commission, United nations economic commission for Europe: 163 str.

Watt A. S. 1947. Pattern and process in the plant community. Journal of ecology, 35: 1-17.

9.2 OSTALI VIRI

A Review of Approaches to Forestry Research on Structure, Succession and Biodiversity of Undisturbed and Semi-Natural Forests and Woodlands in Europe. 1994. Joensuu, Finland, European forest institute working paper 3: 64 str.

Brang P. 2005. Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth? *Forest, Snow and Landscape Research*, 79, 1/2: 19-32

Foster R. J. 2001. Statistical power in forest monitoring. *Forest ecology and management*, 151: 211-222

Hladnik D. 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 38: 55-96.

Hladnik D. 2004. Ocenjevanje prostorske zgradbe jelovo-bukovih sestojev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 165-186.

Hufnagel L. 2002. Splošni del gospodarskih načrtov za kočevsko gospostvo 1894. (Viri za zgodovino gozda in gozdarstva na Slovenskem, 9), (prev. Bončina, A., Zupančič, M.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 47 str.

Košmelj K. 2001. Uporabna statistika: učbenik za študente BF, Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 249 str.

Kovač M., Simončič P., Bogataj, N., Batič F., Dušan J., Hočevár M. 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov: priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 57 str.

Parviainen J. (ur.), Tammi M. (ur.), Karvinen L. (ur.). 2004. Forest reserves research network in Europe - mission, goals, outputs, linkages, recommendations and partners: final report 2000. Joensuu, The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research

Station

<http://www.metla.fi/jo/coste4.pdf> (10. feb. 2004)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Juriju Diaciju za vso pomoč in spodbudo za nadaljnje delo v trenutkih, ko so bile moje misli usmerjene v druge naloge.

Hvala somentorju doc. dr. Davidu Hladniku za usmerjanje pri nastajanju tega dela in iskanju najprimernejših poti pri prikazu rezultatov.

Resnično hvala Tomažu Hartmanu in sodelavcem iz OE Kočevje za veliko pomoč pri zbiranju podatkov in za vsa priporočila in opozorila na težave, ki se pojavljajo pri delu na terenu in v pisarni.

Ne bom pozabil tudi pomoči Dragana Matijašića, ki je vedno našel razumevanje za moje delo.

Prav posebna zahvala pa gre Jerci, ki je skrbela za to, da mi nikoli ni zmanjkalo energije.

Seveda pa se zahvaljujem tudi vsem ostalim, ki ste mi kakorkoli pomagali na moji poti izdelave te naloge.

Hvala!

10 PRILOGE

Priloga A: Priporočeni podatki, ki naj se zbirajo na vzorčnih ploskvah v naravnih gozdnih rezervatih (COST ..., 2000)

Annex A: Recommended data, which should be collected on sample plots in natural forest reserves (COST ..., 2000)

I. Značilnosti rastišča:

1. Lega
2. Nagib, ekspozicija, relief
3. Tip tal, gozdna združba

II. Značilnosti sestoja:

1. Stojeca živa drevesa – prsni premer ≥ 5 cm
 - Vrsta
 - Prsni premer
 - Višina
 - X,Y – lega na ploskvi *
 - Višina do žive krošnje *
2. Stojeci veliki drevesni ostanki – prsni premer ≥ 5 cm
 - Vrsta
 - Prsni premer
 - Višina
 - Stopnja razgradnje
 - X,Y – lega na ploskvi *
3. Grmovni sloj – prsni premer < 5 cm, višina > 130 cm
 - Vrsta
 - Število debel (razredi)
 - Višina (razredi)
4. Pomladek – prsni premer < 5 cm, višina < 130 cm
 - Vrsta
 - Število debel (razredi)
 - Višina (razredi)
 - Poškodovanost zaradi rastlinojede divjadi
5. Ležeči veliki drevesni ostanki (samo debla $d \geq 10$ cm)
 - Vrsta
 - Komponenta (celo drevo, panj, deblo, veja)
 - Premer
 - Višina
 - Stopnja razgradnje
6. Pritalna vegetacija
 - Vrsta
 - Pokrovnost/razširjenost

*Opomba: * ta podatek ni vedno potreben – glede na okoliščine raziskave*

Priloga B: Priporočeni podatki, ki naj se zbirajo na večjih izbranih površinah v naravnih gozdnih rezervatih (COST ..., 2000)

Annex B: Recommended data, which should be collected on bigger sample areas in natural forest reserves (COST ..., 2000)

I. Značilnosti rastišča:

1. Lega
2. Nagib, ekspozicija, relief
3. Tip tal, gozdna združba

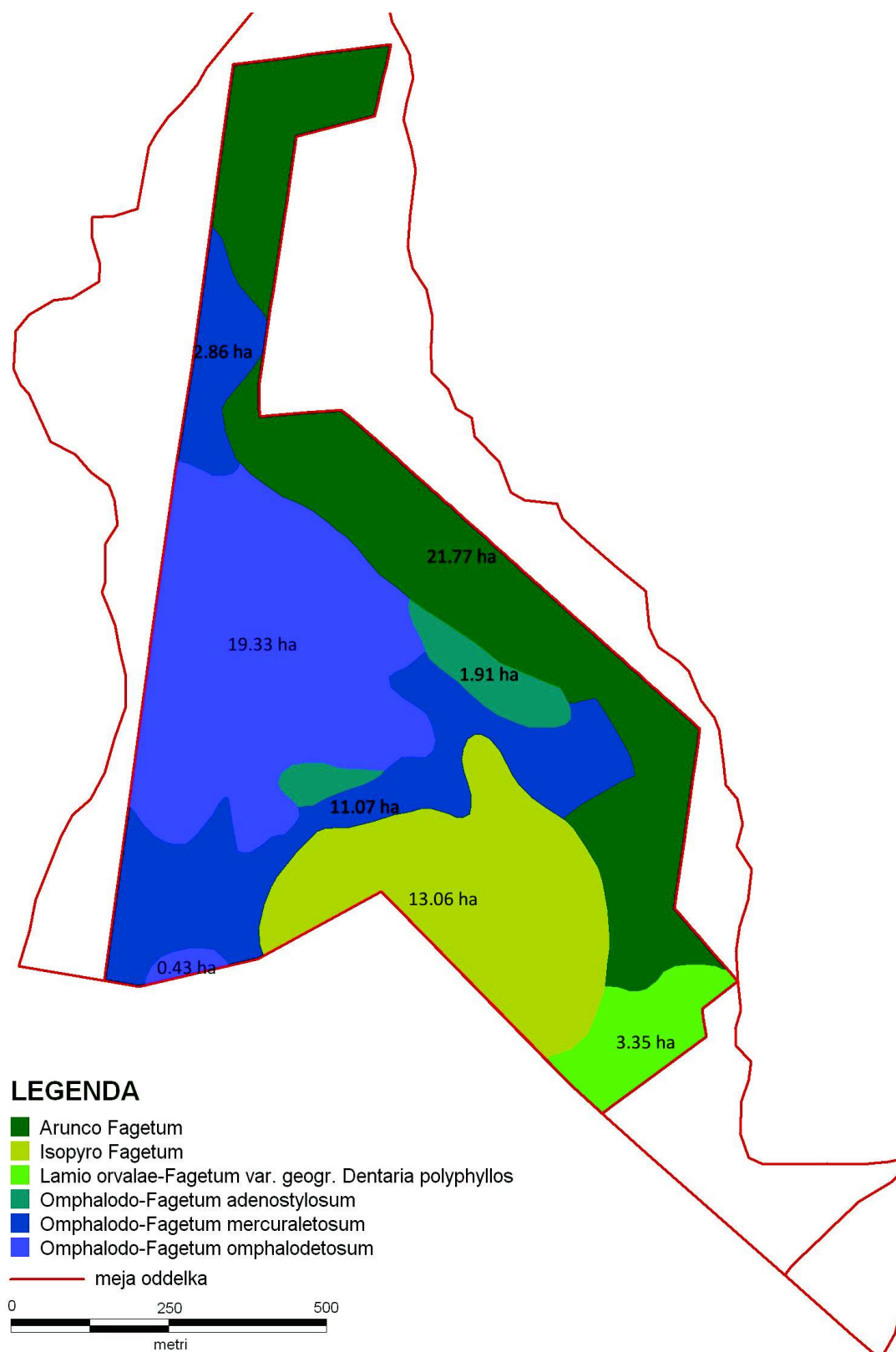
II. Značilnosti sestoja:

1. Stoječa živa drevesa – prsni premer ≥ 5 cm
 - Vrsta
 - Prsni premer
 - Višina
 - X,Y – lega na ploskvi
 - Višina do žive krošnje
 - Projekcija krošnje
 - Kakovost debla *
 - Vitalnost *
2. Stoječi veliki drevesni ostanki – prsni premer ≥ 5 cm
 - Vrsta
 - Prsni premer
 - Višina
 - X,Y – lega na ploskvi
 - Stopnja razgradnje
3. Grmovni sloj – prsni premer < 5 cm, višina > 130 cm
 - Vrsta
 - Število debel (razredi)
 - Višina (razredi)
4. Pomladek – prsni premer < 5 cm, višina < 130 cm
 - Vrsta
 - Število debel (razredi)
 - Višina (razredi)
 - Poškodovanost zaradi rastlinojede divjadi
5. Ležeča veliki drevesni ostanki (samo debla $d \geq 10$ cm)
 - Vrsta
 - Komponenta (celo drevo, panj, deblo, veja)
 - Premer
 - Višina
 - X,Y – lega na ploskvi
 - Stopnja razgradnje
6. Pritalna vegetacija
 - Vrsta
 - Pokrovnost/razširjenost

Opomba: * ta podatek ni vedno potreben – glede na okoliščine raziskave

Priloga C: Karta gozdnih združb v pragozdu Krokar (delno po Virgin forest ..., 1993)

Annex C: Map of forest associations in old-growth forest Krokar (partly after Virgin forest ..., 1993)



Priloga D: Podatki o obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdovih v evidenci odsekov Zavoda za gozdove Slovenije (Prostorski ..., 2009)

Annex D: Data on examined forest reserves and old-growth forests in SFS forest departments database (Prostorski ..., 2009)

IME	GGO	ODSEK	KE	KO	REVIR	POVPARC	POV DIG	NVOD	NVDO	POLPOKR	RELIEF	LEGA	NAGIB	KAMNINA	KAMNIT	SKALNAT	OHRAJENJEN	POZAR	GZD	POV_GZD	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Borovec	06	54066A	0610	1589	1005	2,48	2,48	1010	1150	3	1	2	35	16	20	10	1	4	16101	2,49	34	14	32	14	32	34	30	30
Borovec	06	54077A	0610	1589	1005	8,96	8,96	1080	1190	3	1	6	15	16	20	45	1	4	16104	7,17	34	16	32	16	32	34	30	30
Borovec	06	54079A	0610	1588	1005	6,21	6,21	1050	1160	3	1	7	10	16	20	40	1	4	16101	5,59	34	16	32	16	32	34	30	30
Borovec	06	54080A	0610	1589	1005	13,52	13,55	850	1020	3	1	2	40	18	5	0	1	4	12100	13,52	34	16	32	16	32	34	30	30
Borovec	06	54082A	0610	1589	1005	7,20	7,20	910	990	3	1	2	30	18	5	0	1	4	12100	7,19	34	34	32	34	32	34	28	28
Borovec	06	54083A	0610	1589	1005	10,74	9,71	810	1070	3	1	3	40	18	0	0	1	4	12100	10,74	34	34	32	34	32	34	28	30
Fršov rep	06	54074	0610	1588	1005	15,35	15,35	650	1000	4	1	5	45	16	45	80	2	3	27100	8,59	28	28	26	30	26	28	28	28
Goleniški Srežnik	06	54001A	0610	1589	1005	11,62	11,62	1200	1289	3	1	6	20	16	35	10	1	4	16101	6,97	34	14	32	14	32	34	30	30
Goleniški Srežnik	06	54010A	0610	1589	1005	8,33	8,33	1230	1289	3	1	4	15	16	30	25	1	4	16116	7,50	34	14	32	14	32	34	30	30
Jezero	06	54032A	0610	1590	1005	9,50	9,50	515	580	3	1	5	20	19	0	5	3	4	07200	9,51	36	34	32	34	32	34	28	30
Jezero	06	54035A	0610	1590	1005	15,05	15,07	515	550	3	1	3	10	19	0	5	4	4	07200	15,06	36	34	32	34	32	34	28	30
Jezero	06	54036A	0610	1590	1005	7,69	7,69	515	550	3	1	3	15	19	0	0	4	4	15100	4,54	36	34	32	34	32	34	28	30
Jezero	06	54038A	0610	1590	1005	18,29	18,30	508	550	3	1	3	20	19	0	0	3	4	07200	9,69	36	34	32	34	32	34	28	30
Kopa	06	11072B	0604	1597	0402	10,83	10,59	1020	1070	4	3	6	3	18	10	10	1	4	16102	6,35	34	34	34	34	30	34	30	30
Krcmpa	06	54083C	0610	1589	1005	3,20	3,20	810	890	3	1	2	30	18	0	0	3	3	11100	3,20	34	34	32	34	32	34	28	30
PG Krokcar	06	54081	0610	1589	1005	73,47	74,49	880	1120	3	1	2	15	18	15	10	1	4	12200	29,39	12	12	12	14	14	14	14	14
PG Rajhenavski Rog	06	11031	0604	1572	0401	51,14	51,10	870	920	4	4	7	5	16	35	30	1	4	16101	30,69	36	36	36	38	30	38	30	30
Rog	06	11030	0604	1572	0401	8,99	8,99	870	920	4	4	7	5	16	40	20	1	4	16101	5,39	34	34	16	30	30	34	30	30
Rog	06	11032	0604	1572	0401	34,39	34,39	800	930	4	4	6	10	16	35	20	1	4	16101	25,79	34	34	16	30	30	34	30	30
Rog	06	11028B	0604	1572	0401	4,47	4,47	845	915	3	1	8	15	16	40	30	1	4	16102	3,13	14	14	14	14	30	14	30	30
Rog	06	11029A	0604	1572	0401	22,35	22,35	860	890	4	4	8	8	16	35	30	1	4	16102	12,29	34	34	16	30	30	34	30	30
Rog	06	11054A	0604	1579	0402	26,63	26,73	800	870	4	4	6	8	16	40	15	1	4	16101	16,04	34	34	16	30	30	34	30	30
Vrh Roga	06	11018D	0604	1572	0401	0,99	1,07	1060	1100	4	1	6	10	16	25	25	1	4	26300	0,64	32	14	32	34	28	34	28	28

Priloga E: Podatki o obravnavanih gozdnih rezervatih in pragozdovih v evidenci gozdnih rezervatov Zavoda za gozdove Slovenije (Prostorski ..., 2009)
Annex E: Data on examined forest reserves and old-growth forests in SFS forest reserves database (Prostorski ..., 2009)

GGO	Št.	NAZIV	Režim	Površina	Fitogeografska regija	Nadmorska višina (m)	PSCI	SPA	X	Y
06	0601	Pragozd Krokav	1	74,49	dinarska	832	1	1	482.382	44.401
06	0604	Pragozd Rajhenavski Rog	1	51,10	predinarska	860	1	1	500.906	57.641
06	0605	Goteniški Snežnik	2	53,55	dinarska	1048	1	1	479.686	49.843
06	0607	Krempa	2	3,21	dinarska	610	1	1	483.060	43.318
06	0608	Borovec	2	48,12	dinarska	832	1	1	481.911	44.604
06	0609	Jezero	2	50,48	dinarska	618	1	1	483.773	47.926
06	0612	Firšov rep	2	15,35	dinarska	663	1	1	480.633	43.248
06	0624	Rog	2	96,94	predinarska	860	1	1	500.535	57.662
06	0630	Kopa	2	10,58	dinarska	886	1	1	503.046	53.697
06	0623	Vrh Roga	2	1,07	dinarska	853	1	1	499.905	60.157