

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Boris RANTAŠA

**KAKOVOST BUKVE V GOZDNOGOSPODARSKI
ENOTI PRESERJE - RAKITNA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Boris RANTAŠA

**KAKOVOST BUKVE V GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI
PRESERJE-RAKITNA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**BEECH TREE QUALITY IN FOREST MANAGEMENT UNIT
PRESERJE-RAKITNA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo v Skupini za urejanje gozdov in biometrijo Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Vse meritve so bile opravljene v gozdnogospodarski enoti Preserje-Rakitna.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 26. 2. 2013 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Andreja Bončino, za somentorja doc. dr. Aleša Kadunca, za recenzenta pa doc. dr. David Hladnika

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko 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.

Boris Rantaša

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 851+52:176.1Fagus sylvatica L.(497.4Preserje)(497.4Rakitna) (043.2)=163.6
KG	ocenjevanje kakovosti/bukev/Fagus sylvatica L./ Preserje/Rakitna/sortimentacija/velikost krošnje/premer debla
KK	
AV	RANTAŠA, Boris
SA	BONČINA, Andrej (mentor)/ KADUNC, Aleš (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2013
IN	KAKOVOST BUKVE V GOZDNOGOSPODARSKI ENOTI PRESERJE- RAKITNA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VII, 50 str., 22 pregl., 14 sl., 0 pril., 45 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
A	

V gozdnogospodarski enoti Preserje-Rakitna so na stalnih vzorčnih ploskvah ($n = 194$) analizirali kakovost bukovega drevja ($n = 661$). Uporabili so dva načina ocenjevanja kakovosti bukovega drevja: 1) standardni način, kot ga uporablja Zavod za gozdove Slovenije pri gozdnih inventurah, in 2) dopolnjeni način, pri katerem smo ocenjevali sortimentno strukturo v 1. in 2. četrtini debel. Kakovost bukovih dreves je bila relativno ugodna, saj je bilo v celotni lesni zalogi bukve kar 18 % furnirja in luščenca. Z modeliranjem so potrdili raziskovalno hipotezo, da na količino najkakovostnejših sortimentov najznačilneje vpliva premer dreves. Med 15 preučevanimi drevesnimi, sestojnimi in rastiščnimi znaki so bili v pojasnjevalni model kakovosti bukve vključeni še delež bukve v temeljnici sestoja, velikost krošnje, razsohllost, sestojna temeljnica, socialni položaj in razvojna faza (debeljak). Rezultati nakazujejo, da je standardni način ocenjevanja kakovosti bukve pomanjkljiv. Odkrili so tudi pomanjkljivosti pri terenskem ocenjevanju kakovosti drevja. Predlagane so izboljšave in predlog za transformacije ocen kakovosti ZGS v volumen sortimentov v 1. in 2. četrtini bukovih dreves.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 851+52:176.1Fagus sylvatica L.(497.4Preserje)(497.4Rakitna) (043.2)=163.6
CX	Quality assesment/beechn/ Fagus sylvatica L./Preserje/Rakitna/assortment structure/crown size/ breast height diameter
CC	
AU	RANTAŠA, Boris
AA	BONČINA, Andrej (supervisor)/KADUNC, Aleš (co-supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2013
TI	BEECH TREE QUALITY IN FOREST MANAGEMENT UNIT PRESERJE-RAKITNA
DT	Diplomsko delo (University studies)
NO	VII, 50 p., 22 tab., 14 fig., 0 ann., 45 ref.
LA	Sl
AL	sl/en
AB	

In the Preserje-Rakitna forest management unit, beech tree (n=661) quality was analyzed on permanent sample plots (n=194). Two methods of tree quality evaluation were used: 1) the standard method as used by the Slovenian Forest Service (SFS) during forest inventory, and 2) the supplemented method for evaluating timber assortment structure in the first and second quarters of tree trunks. Beech tree quality was relatively high; the share of peeled and sliced veneer was 18% of the total growing stock. The research hypothesis that the most significant indicator of the quantity of high-quality assortment is the tree diameter at breast height has been confirmed through the use of statistical modeling. In addition to the 15 tree, stand and site variables examined, the beech quality explanatory model also included the following stand and habitat characteristics: share of beech in stand basal area, total basal area, crown size, tree forking, social status, and development stage. Results have shown that the standard method of beech tree quality evaluation is inadequate. Flaws in the carrying out of field quality evaluation have been found. Improvements in quality evaluation and ideas for the transformation of the SFS quality grades into assortment volumes in the first and second quarters of beech tree trunks have been proposed.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
1 UVOD.....	1
1.1 Splošno o navadni bukvi in gospodarjenju z bukovimi gozdovi.....	1
1.2 Drevesni znaki in kakovost drevesa	1
1.3 Problematika in vzroki za raziskavo.....	3
1.4 Namen in cilji diplomske naloge	4
2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV	5
2.1 Kakovost bukve in bukovih sestojev ter njeni dejavniki.....	5
2.2 Gospodarjenje z bukovimi gozdovi in sečna zrelost	7
2.3 Napake srca, rdeče srce	8
3 OBJEKT RAZISKAVE.....	10
4 METODE DELA	16
4.1 Metode zbiranja podatkov	16
4.1.1 Ocenjevanje kakovosti drevja.....	16
4.1.2 Dopolnjeno ocenjevanje kakovosti drevja za našo raziskavo	17
4.2 Analiza podatkov.....	20
5 REZULTATI	24
5.1 Analiza kakovostne strukture bukve v GGE Preserje-Rakitna.....	24
5.2 Primerjava sortimentne strukture z ocenami kakovosti Zavoda za gozdove Slovenije	27
5.3 Multipla regresija vplivnih dejavnikov kakovosti drevja	33
5.4 Posplošeni multivariatni linearni model	35
5.5 Pregled rezultatov modelov	37
6 RAZPRAVA.....	38
6.1 Presoja uporabljenih metod	38
6.2 Vplivni dejavniki kakovosti bukve.....	39
6.3 Ugotovljena sortimentacija in primerjava s sorodnimi raziskavami	40
6.4 Primerjava z ocenami Zavoda za gozdove Slovenije	41
6.4.1 Kakovostna lestvica.....	41
6.4.2 Predlog izboljšave ocenjevanja kakovosti na stalnih vzorčnih ploskvah	42
6.4.3 Predlog transformacije ocen ZGS v razširjene kakovostne razrede	43
6.4.4 Lesna zaloga	44
7 ZAKLJUČKI	45
8 VIRI.....	46
ZAHVALA.....	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 2. Primerjava števila dreves in odstotkov bukve in jelke v lesni zalogi gozdov (povzeto po Gozdnogospodarskem načrtu ..., 2005)	14
Preglednica 3. Razpon zveznih spremenljivk v vzorcu (N=661)	22
Preglednica 4. Frekvenčne porazdelitve binarnih in kategorialnih spremenljivk v vzorcu (N=661)	22
Preglednica 5. Neodvisne spremenljivke, uporabljene pri linearni regresiji	23
Preglednica 6. Transformacije kategorialnih spremenljivk v binarne	23
Preglednica 7. Volumen po četrtinah debla, izračunan iz podatkov za našo raziskavo (N=661)	24
Preglednica 8. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda F+L (furnir in luščenc) v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah	24
Preglednica 9. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Ž1+Ž2 (žagovec 1 in 2) v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah	25
Preglednica 10. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Ž3+Ost. (Žagovec 3 in ostalo) v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah	26
Preglednica 10. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Drva v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah	26
Preglednica 11. Primerjava pričakovanih sortimentov in dejanske sortimentacije v posameznih kakovostnih razredih	32
Preglednica 12. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla	33
Preglednica 13. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla	33
Preglednica 14. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla	34
Preglednica 15. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na delež furnirja in luščenca v spodnji polovici debla	34
Preglednica 16. Posplošeni linearni model za delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla	35
Preglednica 17. Posplošeni linearni model za delež furnirja in luščenca v spodnji polovici debla	36
Preglednica 18. Posplošeni linearni model za volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla	36
Preglednica 19. Posplošeni linearni model za volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla	36
Preglednica 20. Pogostost pojavnosti posameznih faktorjev v posameznih modelih in skupaj brez ozira na odvisne spremenljivke	37
Preglednica 21. Predlagane transformacije ocen kakovosti ZGS v sortimente razrede za 1. četrtino debla	43
Preglednica 22. Predlagane transformacije ocen kakovosti ZGS v sortimente razrede za 2. četrtino debla	43

KAZALO SLIK

Slika 1. Meje gozdnogospodarske enote in prometnice v GGE Preserje-Rakitna	10
Slika 2. Odstotek števila in volumna dreves v GGE glede na debelinske stopnje (vir: podatkovna zbirka ZGS, 2013).....	13
Slika 3. Razmerje razvojnih faz v GGE Preserje-Rakitna (vir: Podatkovna zbirka ZGS..., 2013).....	14
Slika 4. Število dreves v vzorcu glede na velikost krošnje	15
Slika 5. Slikovni ključ za ocenjevanje kakovosti dreves Zavoda za gozdove Slovenije.....	17
Slika 6. Primer dodatnega ocenjevalnega lista	19
Slika 7. Pomožni list za ocenjevalce	19
Slika 8. Frekvenčna porazdelitev ocen kakovosti Zavoda za gozdove Slovenije	27
Slika 9. Skupni volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v 1. četrtini debla	28
Slika 10. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v 1. četrtini debla	28
Slika 11. Skupni volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v 2. četrtini debla	29
Slika 12. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v 2. četrtini debla	30
Slika 13. Volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v spodnji polovici debla	31
Slika 14. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v spodnji polovici debla	31

1 UVOD

1.1 SPLOŠNO O NAVADNI BUKVI IN GOSPODARJENJU Z BUKOVIMI GOZDOVI

Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) je do 40 m visoko listopadno drevo, ki doseže do 1 (izjemoma 2) m debeline (Brus, 2005). Ima veliko, zaobljeno krošnjo in srčast oziroma šopast koreninski sistem. Je enodomna in vetrocvetna vrsta, ki cveti maja, hkrati z olistanjem ali takoj po njem. Njen plod je žir skupaj z bukenco. Uspeva na različnih tipih tal in ne izbira med kislimi in bazičnimi tlemi. Je sencozažna in hitro rastoča drevesna vrsta. V sestoji rastejo bukova drevesa bolje kot na prostem; poleg jelke in tise je ena izmed redkih drevesnih vrst, ki se zelo dobro pomlajuje pod zastorom (Brus, 2012). Naravno je razširjena v večini srednje, zahodne in jugovzhodne Evrope.

Navadna bukev je najpogostejša drevesna vrsta v Sloveniji. Leta 2011 je zavzemala 31,8 % celotne lesne zaloge, kar jo uvršča na prvo mesto med vsemi drevesnimi (Poročilo Zavoda ..., 2012). V Sloveniji je delež bukovih rastišč med največjimi v Evropi (Perko, 2004); več kot 70 % gozdov raste namreč na bukovih, jelovo-bukovih in bukovo-hrastovih rastiščih (Dakskobler, 2012).

V Sloveniji v večini bukovih gozdov gospodarimo skupinsko postopno z elementi zastornega gospodarjenja (Poljanec in Bončina, 2012). Zaradi takega načina gospodarjenja prevladujejo enomerne sestojne zgradbe, predvsem drogovnjaki in debeljaki. Pomemben problem gospodarjenja z bukovimi gozdovi v Sloveniji je zmanjšanje intenzivnosti ali celo opustitev gospodarjenja v nekaterih zasebnih gozdovih. To vodi v nižji posek bukve na državni ravni, slabšo stabilnost in znižanje kakovosti bukve v teh sestojih.

1.2 DREVESNI ZNAKI IN KAKOVOST DREVESNA

Drevo je osnovni element gozdnega sestoja (Hočevar, 1993). Da bi natančneje spoznali gozdne sestoje, drevesom merimo ali ocenjujemo znake. Kvalitativne in kvantitativne znake posameznih dreves lahko jemljemo kot elemente statistične populacije, s katero razumemo in spremljamo dogajanje v določenem gozdnem prostoru. Znake, s katerimi

opisujemo gozdove, lahko razvrstimo na sestojne, drevesne in rastiščne. Drevesni znaki so na primer premer, višina, drevesna vrsta, kakovost drevesa, vrednost drevesa. Primer sestojnega znaka je temeljnica sestoja, rastiščni znaki pa so na primer nadmorska višina, skalovitost in naklon.

Definicije kakovosti drevesa se razlikujejo, saj so različne glede na funkcijo drevesa v gozdu. Pri ocenjevanju kakovosti drevja v gošči, mladju in letvenjaku upoštevamo druge vidike kot pri ocenjevanju kakovosti drevja v starejših razvojnih fazah sestojev. Najpogosteje gledamo nanjo z vidika izkoriščanja lesa za lesno proizvodnjo. Če želimo razumeti kakovost drevesa, je pomembno poznati pojem kakovosti lesa, saj sta pojma neločljivo povezana. Ena izmed definicij (Mitchell, 1961) pravi, da je kakovost lesa rezultanta fizikalnih in kemičnih lastnosti drevesa ali dela drevesa, ki mu omogočajo, da zadosti pogojem za različne končne produkte.

Kakovost drevesa z vidika lesne proizvodnje najbolje izraža povprečna vrednost kubičnega metra njegovega lesa. Ta vrednost je rezultat razmerja sortimentov, ki jih je iz drevesa mogoče izdelati in cen teh sortimentov. Cene sortimentov so zaradi tržnih razmer spreminjajo, vendar pa se razmerja med sortimenti bistveno ne spreminjajo (Hočevar, 1993; Rebula in Kotar, 2004). Za ocenjevanje kakovosti dreves in sortimentov so izdelani različni standardi, ki jih uporabljamo v gozdarski praksi.

Poznamo različne načine ocenjevanja kakovosti. Kakovost dreves oziroma sortimentov najlažje ocenimo, ko je drevo posekano, do določene natančnosti pa jo lahko ocenimo tudi okularno na stoječem drevju. Poleg različnih variant standardnega ocenjevanja kakovosti lesa se pojavljajo tudi drugi, na primer ocenjevanje z akustičnimi metodami (Acoustic methods as a nondestructive ..., 2006). Pri trgovanju z lesom je v slovenskem prostoru v uporabi predvsem jugoslovanski standard za klasiranje sortimentov (JUS, 1979). Poznamo tudi druge standarde, npr. slovenski standard SIST-EN (2003), ki pa se v praksi še ni uveljavil. Kakovost dreves na stalnih vzorčnih ploskvah ocenjujemo z ocenami od 1 do 5 glede na oceno sortimentne strukture dreves (Navodila za ..., 2010). V raziskovalnem delu se uporabljajo metode, prilagojene potrebam raziskave. Pogosto je uporabljana metoda

ocenjevanja kakovosti drevja po četrtinah debla (Rogelj, 2012; Kadunc in Kotar, 2006; Kadunc, 2006).

Kakovost dreves je pomembna za ocenjevanje vrednosti gozda (Krajčič s sod., 2013). Z oceno kakovosti oziroma sortimentne strukture drevesa lahko ocenimo njegovo vrednost tako, da volumne sortimentov pomnožimo s pripadajočimi cenami lesa za kubični meter. Ta podatek je ključen pri cenitvah gozdov in gozdnih parcel ob prodajah ali krčitvah gozda zaradi spremembe namembnosti zemljišča.

Kakovost drevja je zelo pomembna tudi pri kontroli in presoji uspešnosti gospodarjenja z gozdom. Pri gozdnogospodarskem načrtovanju je kakovost drevja pogosto eden izmed elementov gojitvenega cilja; »ciljni sortiment« je vodilni sortiment v vrednostni produkciji, ki ga želimo z gospodarjenjem dosegati. Glede na ciljni sortiment načrtujemo negovalne ukrepe in pozneje preverjamo njihovo uspešnost. Večja kakovost posekanih dreves poveča končni ekonomski izkupiček, ki je eden od najpomembnejših razlogov za gospodarjenje z gozdom.

1.3 PROBLEMATIKA IN VZROKI ZA RAZISKAVO

Raziskave kakovosti bukovega drevja postajajo pomembnejše zaradi povečevanja deleža bukve v lesni zalogi gozdnih sestojev v Sloveniji. Večina raziskovalnega dela do sedaj je bila narejena v državnih gozdovih, kjer je pričakovana kakovost bukovega drevja višja kot v zasebnih. V gozdnogospodarski enoti Preserje-Rakitna prevladujejo gozdovi rastiščnega tipa *Omphalodo-Fagetum* (*Abieti-Fagetum dinaricum*), gozdna posest pa je skoraj v celoti v zasebni lasti. Bukovina, ki prihaja iz takšnih in podobnih gozdov, se večinoma uporabi kot energetske les. Z raziskavo želimo ugotoviti, kakšna je dejanska kakovost bukovine v zasebnih kraških jelovo-bukovih gozdovih. Zanimalo nas je, ali je v teh gozdovih mogoče vzgajati kakovostnejše sortimente bukve in tako zagotavljati zadovoljivo vrednostno produkcijo.

Z raziskavo smo želeli preveriti, ali je mogoče dopolniti postopke za ocenjevanje kakovosti bukve. Zanimala nas je možnost transformacije ocen kakovosti na stalnih vzorčnih

ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije v ocene volumna razredov kakovostnih sortimentov. Te ocene so lahko pomemben vir informacij za gozdnogospodarsko načrtovanje. Predvidevamo, da bodo izsledki naše raziskave koristni za izdelavo novega gozdnogospodarskega načrta za to enoto pa tudi druge gozdnogospodarske enote.

Med gozdarskimi strokovnjaki se pogosto zastavlja vprašanje, ali je kakovostna lestvica Zavoda za gozdove Slovenije ustrezna, predvsem pa, ali na terenu pridobljene ocene odražajo dejansko kakovost (bukovih) dreves.

1.4 NAMEN IN CILJI DIPLOMSKE NALOGE

Cilji raziskave so:

- raziskati kakovost bukve v zasebnih dinarskih jelovo-bukovih gozdovih na primeru gozdnogospodarske enote Preserje-Rakitna;
- ugotoviti rastiščne, sestojne in drevesne znake, ki značilno vplivajo na kakovost bukve;
- preveriti ocenjevanje kakovosti bukve na stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije ter predlagati izboljšave ocenjevanja kakovosti dreves na stalnih vzorčnih ploskvah.

Pri tem smo postavili naslednje hipoteze:

H1: Kakovost bukve je odvisna od rastiščnih, sestojnih in drevesnih dejavnikov.

H2: Premer dreves je najpomembnejši prediktor kakovosti bukovega drevja.

H3: Med drevesnimi znaki razsohllost in poškodovanost drevja pomembno vplivata na kakovost bukve.

H4: Ocenjevanje kakovosti drevja na stalnih vzorčnih ploskvah, ki jih pridobiva Zavoda za gozdove Slovenije, je pomanjkljivo.

2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV

Raziskave na področju kakovosti bukve kot glavni faktor izpostavljajo premer drevesa. Najboljša kakovost bukovega drevja se pojavlja pri debelem, vendar ne predebelem drevju, navedeni optimalni premeri so pogosto med 45 in 60 cm. Omejujoči dejavnik povečevanja kakovosti s premerom je rdeče srce. Med drugimi vplivnimi dejavniki je pogosto omenjen socialni položaj drevesa. Večina raziskovalcev meni, da ima starost sestoja ključen vpliv na kakovost bukovih sestojev.

2.1 KAKOVOST BUKVE IN BUKOVIH SESTOJEV TER NJENI DEJAVNIKI

V monografiji o bukovih gozdovih v Sloveniji (Bončina, 2012) je navedeno, da je najboljši pokazatelj kakovosti bukve premer drevesa. Največji delež rezanega furnirja je pri drevju 10. ali 11. debelinske stopnje, pri premerih nad 60 cm pa je ta praviloma že zelo nizek (Kadunc, 2012). V močnejše redčenih sestojih lahko dosežemo večje deleže, vendar le pri drevju, ki ni debelejša od 60 centimetrov. Pri dominantnih bukvah je delež luščenega furnirja precej večji od deleža rezanega. Z debelino delež luščenca praviloma stalno narašča. Ugotovljena je bila velika variabilnost količine rezanega furnirja glede na debelino drevja; pri luščenem furnirju je variabilnost znatno manjša.

V visokokakovostnih bukovih sestojih v Sloveniji sta Kadunc in Kotar (2006) ugotovila, da drevje, ki oblikuje streho sestoja, pomeni več kot 90 % lesne zaloge, kolektiv 100 najdebelejših dreves na hektar pa zavzema okoli polovico lesne zaloge sestojev. Večina vrednostnega prirastka producirajo drevesa iz strehe sestoja, potrdila pa sta tudi pozitivno povezavo med vrednostnim prirastkom in produktivnostjo rastišč. Maksimalna vrednost vrednostnega prirastka se je približala 1200 €/ha letno. Delež dreves s furnirsko kakovostjo je bil v visokokakovostnih bukovih sestojih izjemno nizek (nekaj odstotkov preseže le izjemoma). Hlodev luščenca je bilo štirikrat več kot hlodev furnirske kakovosti.

Kadunc (2006) je na vzorcu 5.058 bukovih dreves s 27 lokacij ugotovil, da na verjetnost pojava rdečega srca oziroma njegov manjši obseg lahko pomembno vplivamo z redčenji v debeljaki. Meni, da je za čim večjo pridelavo lesa furnirske kakovosti treba

najkvalitetnejše drevje posekati v 10. debelinski stopnji. Z redčenji je mogoče povečati obseg sortimentov furnirske kakovosti in delež hlodov za žago I. in II. razreda.

Poljanec in Kadunc (2013) sta na območju Karavank za bukev ugotovila zelo nizek delež visokokakovostnih sortimentov; rezan furnir in luščenec sta skupaj predstavljala pod 1 % skupne lesne zaloge, žagovci pa skupaj 1,6 %. Najvišja kakovost je bila v debelinskem razredu 50-55 cm prsnega premera.

Analiza kakovostne strukture v podgorskih in kisloljubnih bukovjih novomeškega gozdnogospodarskega območja (Rogelj, 2012) je pokazala, da na kakovost bukovih dreves pozitivno vplivajo prsni premer, socialni položaj (boljšo kakovost imajo drevesa v zgornjem socialnem položaju), pripadnost razvojni fazi debeljaka, temeljnica sestoja in prisotnost javorja v sestoji. Na kakovost bukovega drevja so negativno vplivali poškodovanost debla in večji naklon zemljišč. Najboljšo kakovost so ugotovili v sestojih, kjer ima bukev več kot 75 % delež v lesni zalogi.

Na območju Karavank so bili ugotovljeni naslednji vplivni dejavniki kakovosti bukovih dreves: deleži bukve, smreke in jelke v sestoji, nadmorska višina, naklon in temeljnica sestoja. Kot priporočilo za doseganje čim boljše kakovosti bukve avtorja priporočata gojenje bukovega drevja v sestojih ali skupinah, kjer prevladuje bukev. Pomembno je pravočasno redčenje (Poljanec in Kadunc, 2013).

Z ekonomskimi modeli, izdelanimi za področje Bavarske (Beinhofer, 2009), so preučevali kakovost bukovih sortimentov glede na kriterije kupcev. Značilno so k nakupnim odločitvam prispevali naslednji dejavniki: rdeče srce (najmočnejše), ukrivljenost debla, zavrtost debla, rastni stresi in grobost lubja. Raziskava je ugotovila bistvene razlike med kriteriji evropskih in azijskih kupcev; razumevanje kakovosti bukovega lesa je torej do neke mere subjektivno.

V raziskavi prostorske razširjenosti bukve v gozdovih Sloveniji so Ficko in sod. (2008) ugotovili, da jo pojasnjujejo okoljske (matična podlaga, nagib, povprečna letna temperatura, produktivnost rastišča, skalovitost in kamnitost) in sestojne spremenljivke

(sestojni tip). Bukev je najpogostejša na območjih s povprečno letno temperaturo 5 do 10 °C. Bukovi sestoji pri nas imajo visoke gostote, opazno pa je tudi povečevanje deleža bukve v skupni lesni zalogi in prostorsko širjenje bukve. Prav zato so tudi raziskave njene kakovosti vse pomembnejše.

2.2 GOSPODARJENJE Z BUKOVIMI GOZDOVI IN SEČNA ZRELOST

Sečna zrelost sestoja je starost, pri kateri je sestoj zrel za posek. Njena dolžina je odvisna od gozdnogospodarskih ciljev, drevesne vrste, rastišča ter stanja sestoja (Kotar, 2005). V času hitre rasti drevja so vrednostni prirastki visoki, z njeno upočasnitvijo pa upadejo. Relativno debelejša drevja v mlajših razvojnih fazah ima najvišje vrednostne prirastke. Na rastiščih z nižjo boniteto je časovno obdobje za izrabo vrednostnega prirastka izredno široko. Na produktivnejših rastiščih (še posebej, kjer je matična podlaga apnenec) pa prezgodnja ali prepozna sečnja glede na kulminacijo vrednostnega prirastka sestoja lahko pomeni večje vrednostne izgube (Kadunc, 2006).

V prispevku, ki obravnava sečno zrelost bukovih sestojev na Slovaškem Petráš in sod. 2010 navajajo, da je ta odvisna od volumenske produkcije, sortimentne strukture pri različnih starostih sestoja in stroškov gozdnih del. Prevladujoči kriterij za določitev zrelosti sestojev je bila neto vrednostna produkcija (čisti donos). Bruto vrednostni prirastek kulminira v povprečju 15 let kasneje od volumenskega, neto vrednostni prirastek pa pri starosti med 105 in 150 leti, v povprečju 28 let kasneje od volumenskega prirastka.

S pomočjo simulatorja rasti SILVA so Zell in sod. (2004) raziskovali možnost uporabe ciljnega premera kot kazalnika sečne zrelosti bukovih sestojev. Ugotovili so, da je zaradi specifične rdečega srca ciljni premer bukovih sestojev nemogoče določiti, saj ima vsak sestoj ali celo vsako posamezno drevo »svoj« ciljni premer. Kot zanimivost so navedli, da je Holm leta 1974 kot ciljni premer bukovih sestojev navedel 68 cm, kar je bilo pozneje ovrženo.

V podobni raziskavi je Beinhofer (2009) s pomočjo kombinacije simulatorja SILVA in poskusnih ploskev analiziral, ali imajo sestoji slabše kakovosti z več prostora med

posameznimi drevesi finančne prednosti pred sestoji, v katerih se po nemških merilih »normalno« ukrepa (sajenje visokega števila sadik na hektar). Ugotovil je, da je gojenje visoko kakovostnih bukovih in hrastovih sestojev, pri katerih so potrebna močna vlaganja v nego, manj ekonomsko upravičeno od večine manj intenzivnih oblik gojenja. Ekonomsko najučinkovitejši so bili sestoji, v katerih je bil izveden majhen obseg negovalnih ukrepov.

Raziskava z južne Švedske (Liziniewicz, 2009) je pokazala, da ima mešanje bukve s hitrorastočimi vrstami pozitiven vpliv na vzgojo kakovostne bukovine, še posebej na obliko drevesa in komercialno kakovost. Zaradi zastora niso ugotovili značilnega zmanjšanja volumenskega prirastka bukve. Ugotovili so tudi, da so zmesi bukve s hitrorastočimi vrstami najboljše za umetno obnovo bukve.

V okviru raziskave v severni Nemčiji so Nord-Larsen in sod. (2003) ugotovili, da sonaravno gospodarjenje z bukovimi sestoji lahko ponudi ekonomsko upravičeno alternativo ostalim, bolj uveljavljenim režimom gospodarjenja za investitorje, ki od gozda pričakujejo povprečne donose za ta sektor.

2.3 NAPAKE SRCA, RDEČE SRCE

Navadna bukev ima v mlajšem obdobju les bele barve, v višji starosti pa lahko fakultativno tvori obarvano srce. Barva srca je močno variabilna, najpogosteje dominira rdeča barva, včasih pa je lahko srce tudi rjavo, sivo, zeleno ali celo vijolično. Prisotnost rdečega srca v bukovem lesu zmanjša njegovo uporabnost, predvsem zaradi estetskih lastnosti, kar znatno zniža tudi vrednost sortimentov. Prisotnost rdečega srca ne more biti ugotovljena do poseka drevesa (Knoke, 2003). Najpogostejša klasifikacija rdečega srca (Sachsee, 1991) razlikuje normalno, abnormalno, zvezdasto in ranitveno rdeče srce. Poleg teh tipov se kot napaka srca pojavlja tudi trohnoba. Prevladuje normalno srce, ki se največkrat pojavlja zlasti v delu debla brez živih vej (Kadunc, 2012).

Knoke (2003) je ugotovil, da sta za pojavnost rdečega srca pri bukvi najpomembnejša dejavnika starost drevesa in povprečni prirastek. Pomemben dejavnik so bile tudi napake

sortimentov in poškodbe debla (slepice, zdrave grče in mehanske poškodbe, skozi katere lahko kisik prodre v deblo). Za statistično značilno se je izkazala tudi razsohlость drevja (kadar ima drevo več razvitih vrhov oziroma »hlače« pod določenim višinskim pragom).

Odločilni dejavnik za nastanek rdečega srca pri bukvi je po uveljavljenih prepričanjih vdor kisika v deblo skozi poškodovano skorjo. Raziskava Sorza in Hietza (2007) je postavila to trditev pod vprašaj, saj bi moral zaradi hitre širitve kisika v aksialni smeri s pomočjo difuzije postopek nastanka rdečega srca trajati nekaj dni, ne pa nekaj let, kot traja v naravi. V razpravi sta avtorja postavila domnevo, da je kisik pomemben predvsem kot katalizator aktivnosti mikroorganizmov, ki povzročajo obarvanje lesa.

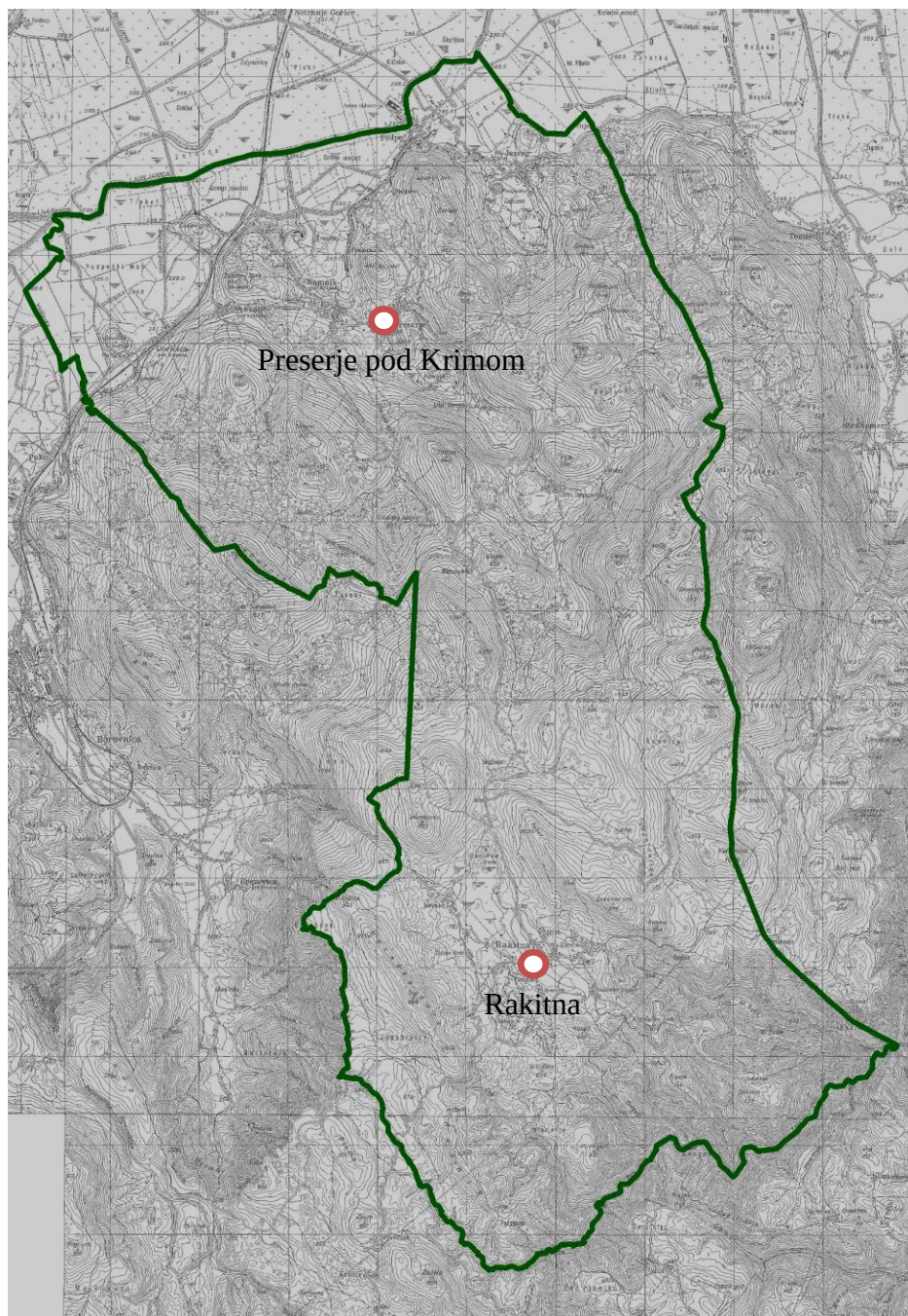
Raziskava diskoloracij v lesu gorskega javorja je pokazala nekatere vzporednice z značilnostmi rdečega srca bukve. Na pojavnost diskoloracije pri gorskem javorju je pozitivno vplivala starost, relativna dolžina krošnje in povprečni letni prirastek (Kadunc, 2007). Pri drevesih, katerih prsni premer je dosegel 45 cm, je bil pojav diskoloracije zelo verjeten. Podobno kot pri bukvi se diskoloracija srca pri gorskem javorju povečuje ob osi debla do višine 6-8 m, nato pa se zmanjšuje proti višjim delom drevesa. Zanimivo je, da se je možnost formiranja diskoloracije zmanjšala s povečanjem prirastka v zadnjih dvajsetih letih.

Do podobnih ugotovitev kot v ostalih raziskavah so prišli tudi na Hrvaškem. V redčenjih od 60. do 90. leta starosti sestoja nepravo srce ni predstavljalo velikega problema (prisotno je bilo pri manj kot 15 % vseh dreves). Pred končno sečnjo sestoja pa se je ta delež močno povečal, in sicer je bilo rdeče srce prisotno pri več kot 50 % vseh dreves (Prka, 2003).

Za boljše razumevanje rasti bukovega drevja je zanimiva študija variabilnosti branik, nastanka lesa in fenologije bukve v Sloveniji (Čufar s sod., 2008). Proučevali so dolgotrajne in kratkotrajne (znotraj posameznega leta) variacije v kambialni aktivnosti in branikah navadne bukve. Na širino branik so negativno vplivale minimalne marčevske in maksimalne avgustovske temperature ter majske in junijske padavine. Padavine v prejšnjem avgustu in prejšnjem novembru so prav tako imele pozitiven učinek.

3 OBJEKT RAZISKAVE

Objekt raziskave so gozdovi gozdnogospodarske enote Preserje–Rakitna. Opis objekta je prirejen po gozdnogospodarskem načrtu (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005) in podatkovne zbirke Zavoda za gozdove (2013).



Slika 1. Meje gozdnogospodarske enote GGE Preserje-Rakitna (Podatkovne zbirke..., 2013)

Mreža stalnih vzorčnih ploskev v GGE Preserje – Rakitna ima gostoto 250 x 500 m. Meritve na začetku analiziranega obdobja so bile izvedene v juliju 2002, ponovitvene meritve in dodatne ocene za diplomsko delo pa smo izvedli 10 let kasneje, julija 2012.

GGE Preserje-Rakitna leži na južnem delu Gozdnogospodarskega območja Ljubljana. Večina GGE se razprostira na hribovitem predelu Krmsko–Rakitniške planote, le na skrajnem severu sega na Ljubljansko barje. Matično podlago sestavljajo triadni dolomiti in jurski apnenci. Zanj je značilen velik višinski razpon, ki sega od 290 m n.m.v. na Ljubljanskem barju do nad 1000 m nad Rakitniško planoto (Kamnica – 1046 m). Celotna površina GGE Preserje-Rakitna znaša 6,232 ha. V celoti leži v občini Brezovica.

V GGE Preserje-Rakitna so načrtovalci Zavoda za gozdove Slovenije izločili 6 gospodarskih razredov: Predgorsko bukovje (5,2 % površine GGE), Dinarski jelovo - bukovski gozdovi (omph, clem., hacq.) (73,9 %), Spremenjeni dinarski jelovo - bukovski gozdovi (omph, clem., hacq.) (5,4 %), Dinarski jelovo - bukovski gozdovi (mer.,den.,til.,na.) (8,1 %), Termofilno bukovje (4,9 %) in Varovalni gozdovi (2,5 %) (Gozdnogospodarski načrt..., 2005). Večino površine zasedajo različne oblike dinarskih jelovo-bukovskih gozdov, skupno ti razredi predstavljajo kar 87,4 % površine gozdnogospodarske enote.

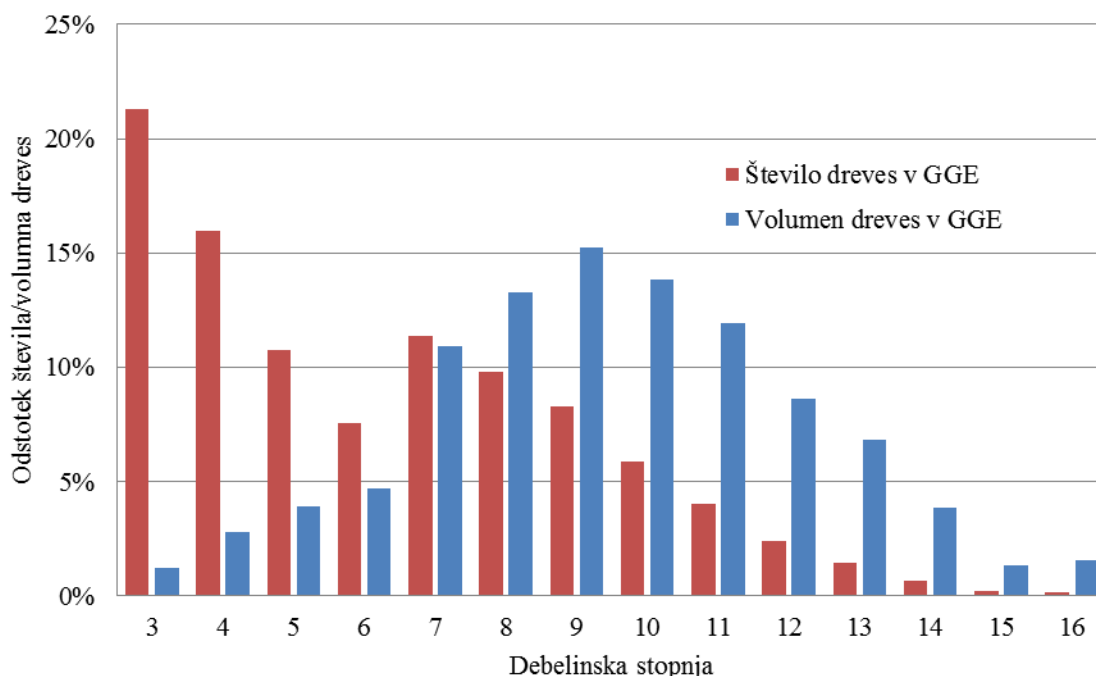
Med gozdnimi združbami (Preglednica 1) po površini prevladujejo dinarske gozdne združbe jelke in bukve (*Omphalodo–Fagetum*), katerih različice pokrivajo kar 79,1 % gozdne površine; največji delež zavzemata subasociaciji s srobotom (*clematidetosum*) 31,7 % in s pomladansko torilnico (*omphalodetosum*) 19,2 %, površinski deleži drugih gozdnih združb pa so precej manjši (Gozdnogospodarski načrt..., 2005).

Preglednica 1. Gozdne združbe in njihove površine v GGE Preserje – Rakitna (vir: Gozdnogospodarski načrt ..., 2005)

Gozdna združba		Površina	%
Staro latinsko ime, slovensko ime	Novo latinsko ime		
<i>Abieti-Fagetum dinaricum clematidetosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve s srobotom)		1.431,64	31,7
<i>Abieti-Fagetum dinaricum omphalodetosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve s pomladansko torilnico)		867,37	19,2
<i>Abieti-Fagetum dinaricum dentarietosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve s peterolistno mlajo)		503,53	11,2
<i>Abieti-Fagetum dinaricum mercurialetosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve z golščcem)	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	498,12	11,0
<i>Abieti-Fagetum dinaricum homogynetosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve z gozdnim planinščkom)		219,91	4,9
<i>Abieti-Fagetum dinaricum hacquetietosum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve s tevjem)		38,91	0,9
<i>Abieti-Fagetum dinaricum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve)		7,49	0,2
Skupaj <i>Abieti-Fagetum dinaricum</i> (dinarska gozdna združba jelke in bukve)		3.566,97	79,1
<i>Carici albae-Fagetum</i> (gozdna združba bukve z naglavlkami)	<i>Ostryo-Fagetum</i>	251,68	5,6
<i>Hacquetio-Fagetum</i> (gozdna združba bukve s tevjem)	<i>Hacquetio-Fagetum</i> var. geogr. <i>Ruscus hypoglossum</i>	230,21	5,1
<i>Quercu-Ostryetum</i> (gozdna združba puhastega hrasta in črnega gabra)	<i>Quercu-Ostryetum carpinifoliae</i>	207,83	4,6
<i>Dryopterido-Abietetum</i> (gozdna združba jelke z Borerjevo glistovnico)	<i>Galio rotundifolii-Abietetum</i>	120,23	2,6
<i>Ostryo-Fagetum</i> (termofilni gozd bukve in gabrovca)	<i>Ostryo-Fagetum</i>	73,18	1,6
<i>Quercu-Carpinetum typicum</i> (gozdna združba gradna in belega gabra, osnovna oblika)	<i>Epimedio-Carpinetum</i>	61,03	1,4
<i>Ulmo-Aceretum</i> (gozdna združba gorskega javorja in bresta)	<i>Ulmo-Aceretum pseudoplatani</i>	1,73	0,0
Skupaj		4.512,86	100,0

Površina gozdov v gozdnogospodarski enoti Preserje-Rakitna je 4.513 ha. V lastniški strukturi prevladujejo zasebni gozdovi (97,4 %), državni gozdovi so v manjšini (2,6 %). Večina gozdov je kategoriziranih kot večnamenskih (97,9 %). V njih prevladuje skupinsko postopno gospodarjenje. Na začetku načrtovalnega obdobja (leta 2003) je povprečna lesna

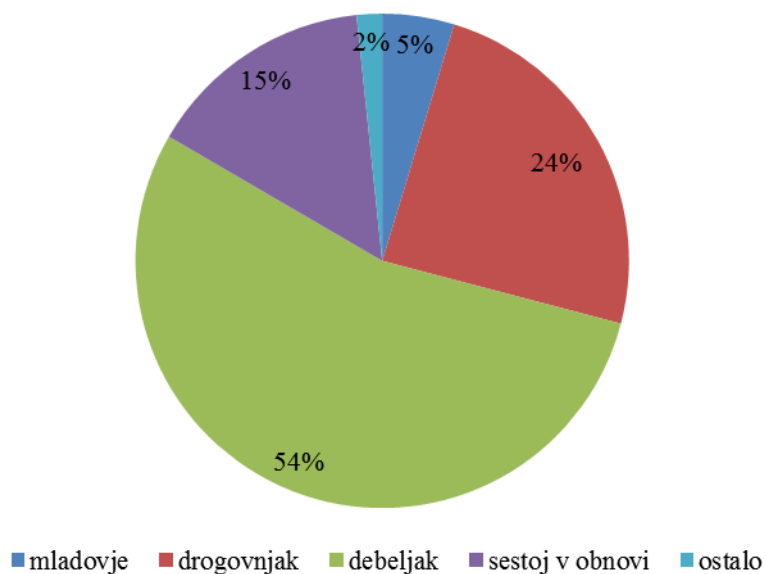
zaloga na hektar znašala 261,2 m³/ha, v obdobju 2003-2013 se je povečala na 278,8 m³/ha (Podatkovne zbirke..., 2013).



Slika 2. Odstotek števila in volumna dreves v GGE glede na debelinske stopnje (vir: podatkovna zbirka ZGS, 2013)

Iglavci so predstavljali 56,6 %, listavci pa 43,4 % lesne zaloge. Najpogostejše drevesne vrste glede na lesno zalogo so bile jelka (33,5 %), bukev (29,5 %) in smreka (22,0 %), manj pa je gorskega javorja (3,2 %), gradna (3,2 %), črnega gabra (2,7 %), belega gabra (1,3 %), rdečega bora (1,2 %) in ostalih drevesnih vrst (3,1 %). Razvrstitev drevesnih vrst glede na delež v lesni zalogi se na začetku novega načrtovalnega obdobja ni spremenila, nekoliko so se spremenila le količinska razmerja v izračunanem volumnu, saj sta se deleža bukve in smreka nekoliko povečala na račun deleža jelke) (Podatkovne zbirke, ... 2013).

V GGE Preserje-Rakitna od razvojnih faz prevladujejo debeljaki, drogovnjaki in sestoji v obnovi (Slika 3) Razmerje razvojnih faz se razlikuje od modelnega, ki predvideva manjšo površino debeljakov in sestojev v obnovi ter večjo površino drogovnjakov in mlajših razvojnih faz.



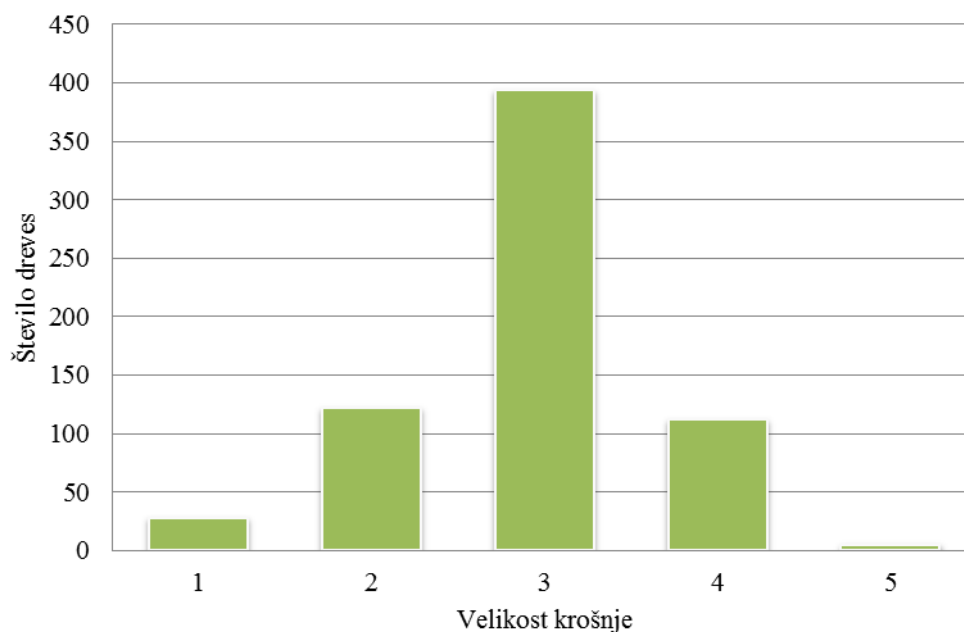
Slika 3. Razmerje razvojnih faz v GGE Preserje-Rakitna (vir: Podatkovne zbirke ZGS ..., 2013)

Bukev ima v GGE Preserje-Rakitna ugodno porazdelitev po razširjenih debelinskih razredih (Preglednica 2). Iz števila in skupnega volumna osebkov lahko sklepamo, da se bo delež bukve in drugih drevesnih vrst v prihodnosti povečeval na račun zmanjševanje deleža jelke. Delež bukve v gozdnogospodarski enoti se bo verjetno še dodatno povečeval zaradi okoljskih vplivov, ki bodo po naših predvidevanjih povzročili zmanjšanje deleža smreke, še posebej na nižjih nadmorskih višinah.

Preglednica 2. Primerjava števila dreves in odstotkov bukve in jelke v lesni zalogi gozdov (povzeto po Gozdnogospodarskem načrtu ..., 2005)

Razširjeni debelinski razred		Število	Delež LZ
Bukev:			
pod 30 cm		1125	28,9%
30-50 cm		620	52,1%
nad 50 cm		96	19,0%
Jelka:			
pod 30 cm		530	11,4%
30-50 cm		475	47,1%
nad 50 cm		181	41,5%

Analiza drevesnih znakov bukve kaže nekaj značilnosti: razsohljiv je približno ena petina analiziranih dreves (20,3 %), 394 dreves od 661 analiziranih ima normalno veliko, vendar asimetrično krošnjo (ocena 3 po Assmanu). Porazdelitev števila dreves po petih razredih velikosti krošenj je podobna normalni – večina bukev s premerom nad 30 cm ima velikost krošnje v tretjem razredu (Slika 4).



Slika 4. Število dreves v vzorcu glede na velikost krošnje

4 METODE DELA

4.1 METODE ZBIRANJA PODATKOV

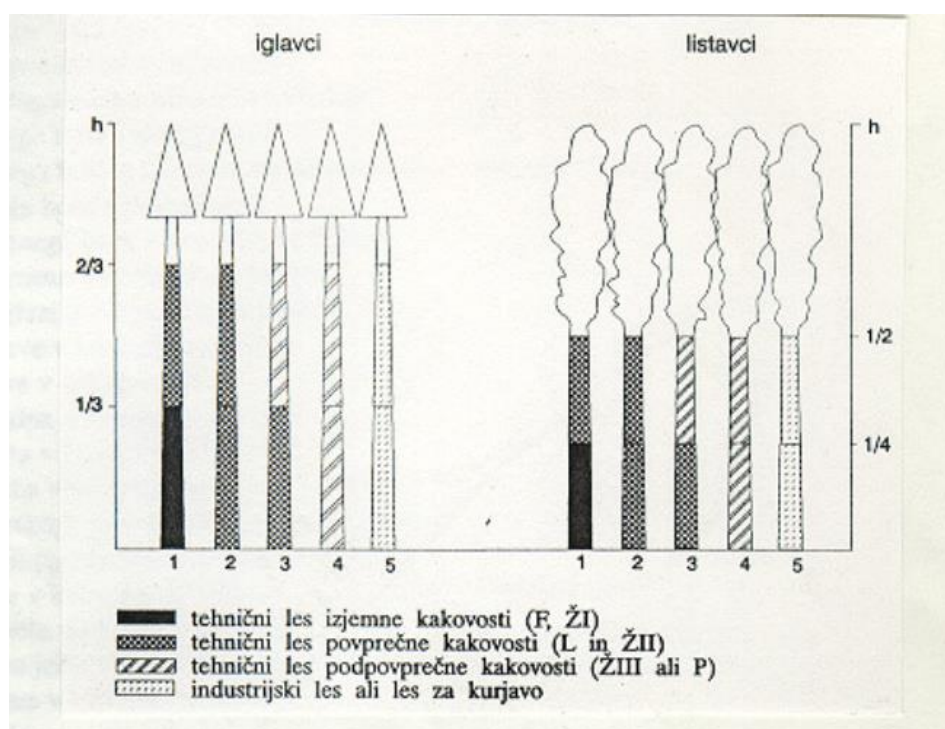
Podatke o kakovosti drevja in ostale podatke smo zbirali v okviru meritev Zavoda za gozdove Slovenije na stalnih vzorčnih ploskvah v gozdnogospodarski enoti Preserje-Rakitna julija 2012.

4.1.1 Ocenjevanje kakovosti drevja

Zavod za gozdove uporablja za ocenjevanje kakovosti 5-stopenjsko lestvico (Navodila za ... , 2010). Kakovost lesa se ocenjujejo drevesom s premerom, ki je enak ali večji od 30 cm s pomočjo slikovnega ključa (Slika 5).

Opis ocen kakovosti drevja (Navodila za ... , 2010):

1. odlična (odl): v prvem segmentu drevesa les kakovosti F (furnir), L (luščenec) ali ŽI (žagovec 1), v drugem segmentu pa vsaj ŽII.
2. prav dobra (pd): v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽII (žagovec 2) (oziroma je ob boljši kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment).
3. dobra (db): v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽII, v drugem segmentu pa les kakovosti ŽIII (žagovec 3) ali P (prostorninski les).
4. zadovoljiva (zd): v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII ali P (oziroma je ob boljši kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment).
5. slaba (nzd): v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII, P ali slabši, v drugem segmentu pa industrijski les ali les za kurjavo.



Slika 5. Slikovni ključ za ocenjevanje kakovosti dreves Zavoda za gozdove Slovenije

4.1.2 Dopolnjeno ocenjevanje kakovosti drevja za našo raziskavo

Standardnemu obrazcu za stalne vzorčne ploskve smo dodali dodatni ocenjevalni list (Slika 7), s katerim smo podrobno ocenili kakovost 1. in 2. četrtine debla bukev (od dna drevesa navzgor) s prsnim premerom ≥ 30 cm. Ocenjevalci so bili vodje skupin za meritve na stalnih vzorčnih ploskvah, zaposleni na Zavodu za gozdove, avtor te raziskave in drugi absolventi študija gozdarstva.

Dodatni ocenjevalni list je vseboval naslednje podatke (Slika 6):

1. Zaporedna številka drevesa: prepisana iz obrazca za SVP – omogoča identifikacijo drevesa;
2. Sortimentacija debla:

Sortimentacija debla je najpomembnejši podatek za našo raziskavo. Ocenjevali smo jo za 1. in 2. četrtino debla bukev. Vsaki izmed četrtin smo določili sortimentno sestavo (po standardu JUS) na deset odstotkov volumna dane četrtine natančno. Upoštevali smo minimalno dolžino sortimentov (2 m). Sortimente smo združili v naslednje skupine:

- F+L: furnir in luščenec;
 - Ž1+Ž2: žagovec 1 in žagovec 2;
 - Ž3+ost.: žagovec 3 in ostali sortimenti;
 - Drva (D).
3. Velikost krošnje: velikost krošnje smo ocenjevali po petstopenjski lestvici (Assmann, 1961):
 1. krošnja je prevelika;
 2. krošnja je normalno velika in simetrična;
 3. krošnja je normalno velika vendar asimetrična;
 4. krošnja je majhna;
 5. krošnja je izredno majhna.
 4. Razsohllost: če je drevo imelo razvitih več vrhov (»hlače«) pod $\frac{1}{2}$ svoje višine, je bila vrednost 1, v nasprotnem primeru 0.

Ocenjevanje bukev nad 30 cm									
Št. Ploskve									
Zaporedna številka	Sortimentacija debla								Velikost
#	1. četrtina				2. četrtina				Razsohllost
	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+Ost.	Drva	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+Ost.	Drva	
13		80		20				100	3
14	70		30			100			3
15		40	30	30			30	70	3
2		100				40		60	
4	100				50	50			

Slika 6. Primer dodatnega ocenjevalnega lista

Postopek ocenjevanja:

1. Drevo identificiramo in prepišemo zaporedno številko iz glavnega manuala.
2. Vizualno ga razdelimo na polovici in nato na četrtine.
3. Ogledamo si ga iz vseh strani in preštejemo napake (najpomembnejše so: **slepice, krivost, ovalna oblika, žlebatost**).
4. Miselno skrojimo drevo in s pomočjo standardov ocenimo sortimentacijo 1. četrtine (spodnja) in 2. četrtine drevesa v %. Zaokrožujemo na 10% (izjemoma na 5%). Pazimo na **dimenzijski prag sortimentov**!
5. Na koncu ocenimo še **velikost krošnje** (lestvica od 1 do 5) in **razsohllost** (1—je prisotna, 0—ni prisotna).

Listavci	Premerni na 1/4	Premerni na 2/4	Slepice	Zdrave grče
F+L	43	49	0/glob.	nesk<10/20
I	33	39	1/2 m	nesk<20
II	28	34	1/1 m	nesk<40
III+emb.I.	28	34	2/1 m	nesk<40
Drva	-	-	-	-

Razsohllost: ali ima ocenjevano drevo »hlače« pod 1/2 drevesne višine? (NAPAKA NA OBRAZCIH! V tabeli piše do 3/4, **OČENJUJEMO ZA 1/2!**)

Zaporedna številka	Sortimentacija debla								Velikost	Razsohllost
#	1. četrtina				2. četrtina				Krošnje	Razsohllost
	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+Ost.	Drva	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+Ost.	Drva		

V primeru vprašanj ali nejasnosti pokličite na **051/402-365** (Boris).

Slika 7. Pomožni list za ocenjevalce

4.2 ANALIZA PODATKOV

Baza podatkov, uporabljena za raziskavo, je sestavljena iz naslednjih podatkov:

- podatki o stalnih vzorčnih ploskvah (plosk_dv) Zavoda za gozdove Slovenije;
- podatki o drevesih (drev_dv) Zavoda za gozdove Slovenije;
- podatki, ki smo jih pridobili z dodatnim ocenjevanjem dreves na stalnih vzorčnih ploskvah.

Analize podatkov smo izvajali s pomočjo programov IBM SPSS Statistics 20 in orodjem za razpredelnice Microsoft Excel 2010.

V skupni bazi podatkov (N = 5693 dreves na 352 stalnih vzorčnih ploskvah) smo s tarifami, ki se sicer uporabljajo za obračun lesnih zalog v tej enoti, izračunali hektarske vrednosti za lesno zalogo (drevesa s prsnim premerom $d \geq 30$ cm smo množili s faktorjem 50, drevesa z $d < 29$ cm pa s faktorjem 30). S preprostimi frekvenčnimi analizami smo analizirali osnovne podatke o gozdnih sestojih v GGE Preserje-Rakitna, ki smo jih prikazali že v opisu objekta raziskave.

Nato smo iz celotne baze podatkov za GGE Preserje-Rakitna izločili samo bukve. Na podlagi izmerjenih višin (N = 227) smo izračunali regresijsko odvisnost med višino drevja in njihovim prsnim premerom. Podatkom se je najbolje prilegala prilagojena Chapman-Richardsova funkcija:

$$Y = 1,30 + \left(1 - e^{(-b)*premer}\right)^c ; R^2=0,54 \quad (\text{Enačba 1})$$

S to regresijo smo izračunali višine vseh bukev v vzorcu. Potem smo iz baze izločili drevesa s premerom, manjšim od 30 cm. Dobili smo vzorec 716 dreves na 210 SVP. Nato smo iz baze izločili še drevesa, ki niso imela ocenjene kakovosti po naši metodi. Končna velikost vzorca za analizo kakovosti je bila 661 dreves na 194 SVP. Iz višin in premerov smo z enačbo za porazdelitev volumna znotraj debla izračunali volumen posameznih sekcij

debla. Za izračun volumna dreves smo uporabili Puhkove dvovhodne deblovnice (Kotar, 2003: 46):

Povprečno nepravo oblikovno število dreves v našem vzorcu znaša 0,51. Na podlagi tega števila smo uporabili enačbo a iz Gozdarskega priročnika (2003), ki predpostavlja naslednjo porazdelitev volumna po četrtinah debla: 43,75 % v prvi, 31,25 % v drugi, 18,75 % v tretji in 6,25 % v četrti četrtini debla.

Primerjavo ocen sortimentacij drevja za našo raziskavo z ocenami Zavoda za gozdove Slovenije smo izvedli s stolpčnimi in naloženimi grafikoni. Metodi prikaza omogočata hitro spoznavanje razporeditve sortimentacije po posameznih kakovostnih razredih ZGS.

V analizo vplivnih dejavnikov kakovosti bukve smo vključili 15 neodvisnih spremenljivk (Preglednica 5). V preglednicah 3 in 4 so prikazani razponi (minimum, maksimum, aritmetična sredina in standardni odklon) pri zveznih spremenljivkah in porazdelitve binarnih in kategorialnih. Za potrebe statističnih analiz v programu SPSS smo kategorialne spremenljivke transformirali v binarne (Preglednica 6). To odločitev smo sprejeli na podlagi analize metodologij, uporabljenih v podobnih raziskavah (Poljanec in Kadunc, 2013; Rogelj, 2012) in našega preizkušanja.

Analize smo opravili za štiri odvisne spremenljivke:

- 1) delež furnirja in luščenca (F+L) v spodnji četrtini debla;
- 2) delež furnirja in luščenca (F+L) v spodnji polovici debla;
- 3) absolutna vrednost (m^3) volumna furnirja in luščenca v spodnji četrtini debla;
- 4) absolutna vrednost (m^3) volumna furnirja in luščenca v spodnji polovici debla.

Pri analizah smo uporabili regresijsko analizo z algoritmom »stepwise«. Neodvisne spremenljivke so bile vključene v model pri tveganju $p < 0,05$.

Preglednica 3. Razpon zveznih spremenljivk v vzorcu (N=661)

	Minimum	Maksimum	Aritmetična sredina	Standardni odklon
prsni premer (cm)	30,00	75,00	40,41	8,16
nagib (°)	1,41	8,84	2,67	1,15
nadmorska višina (m)	0,00	40,00	17,58	9,49
temeljnica na hektar	296,00	975,00	697,22	161,61
delež temeljnice bukve	0,04	1,00	0,63	0,26
delež temeljnice jelke	0,00	0,89	0,20	0,23
delež temeljnice smreke	0,00	0,83	0,07	0,14

Preglednica 4. Frekvenčne porazdelitve binarnih in kategorialnih spremenljivk v vzorcu (N=661)

Vrednost	Poškodovanost	Socialni položaj	Razvojna faza	Velikost krošnje	Lega (smer neba)	Razsohllost	Položaj v pokrajini
0	628				71	527	80
1	22	97		28	42	134	24
2	11	552	72	122	171		537
3		12	539	394	74		20
4			47	112	21		
5				5	16		
6					87		
7			2		80		
8					99		
9							
10			1				

Preglednica 5. Neodvisne spremenljivke, uporabljene pri linearni regresiji

Št.	Spremenljivka	Raven	Tip spremenljivke
1	prsni premer (cm)	drevo	zvezna
2	socialni položaj	drevo	binarna
3	poškodovanost	drevo	binarna
4	velikost krošnje	drevo	binarna
5	razsohlost	drevo	binarna
6	položaj v pokrajini	rastišče	binarna
7	osojna lega	rastišče	binarna
8	nagib (°)	rastišče	zvezna
9	nadmorska višina (m)	rastišče	zvezna
10	razvojna faza debeljak	sestoj	binarna
11	razvojna faza drogovnjak	sestoj	binarna
12	temeljnica sestoja	sestoj	zvezna
13	delež temeljnice bukve	sestoj	zvezna
14	delež temeljnice jelke	sestoj	zvezna
15	delež temeljnice smreke	sestoj	zvezna

Preglednica 6. Transformacije kategorialnih spremenljivk v binarne

Št.	Spremenljivka	Pretvorba
2	socialni položaj	1 = socialni položaj 1 (drevo je nadraslo), 0 = ostali
3	poškodovanost	1 = je poškodovano, 0 = ni poškodovano
4	velikost krošnje	1 = velikost 1, 2, 3 po Assmanu, 0 = velikost 4, 5
5	razsohlost	1 = drevo je razsohlo, 0 = ni razsohlo
6	položaj v pokrajini	1 = greben, 0 = ostali položaji
7	osojna lega	1 = SV, S, SZ lega, 0 = ostale lege
10	razvojna faza debeljak	1 = razvojna faza debeljak, 0 = ostale
11	razvojna faza drogovnjak	1 = razvojna faza drogovnjak, 0 = ostale

Na koncu smo izdelali še posplošeni linearni model. Uporabili smo enake neodvisne spremenljivke kot pri linearni regresiji. Vse analizirane odvisne spremenljivke so zvezne, zato smo uporabili model »Scale response« z linearno povezovalno funkcijo. Neodvisne spremenljivke so bile vključene v model pri tveganju $p < 0,05$, izključene iz njega pa pri $p > 0,10$. Posplošeni linearni model za binarne spremenljivke pri izračunu vrednosti β (koeficienti regresijske enačbe oziroma vrednosti regresijske enačbe za napovedovanje odvisne spremenljivke s pomočjo neodvisnih) predpostavi vrednost 0.

5 REZULTATI

5.1 ANALIZA KAKOVOSTNE STRUKTURE BUKVE V GGE PRESERJE-RAKITNA

S pomočjo ocen odstotnih deležev posameznih sortimetnih razredov smo izračunali skupne volumne teh razredov po četrtinah debla. V 1. četrtini debel bukovega drevja nad 30 cm premera prevladujeta razreda F+L in Ž1+Ž2 (Preglednica 7). V 2. četrtini je poleg drv, ki v tem segmentu debel prevladujejo, močno zastopan razred Ž1+Ž2. Za 3. in 4. četrtino smo zaradi nizkih premerov predpostavili, da njun volumen v celoti sestavljajo drva.

Preglednica 7. Volumen po četrtinah debla, izračunan iz podatkov za našo raziskavo (N=661)

Kategorija	Skupni volumen (m ³)			Skupni podatki	
	1. četrtina	2. četrtina	3. in 4. četrtina	m ³	%
F+L	195,01	28,10	/	223,11	18%
Ž1+Ž2	173,20	90,82	/	264,02	21%
Ž3+ost.	72,38	70,6	/	142,98	12%
Drva	99,99	196,59	308,88	605,46	49%
Skupaj	540,58	386,11	308,88	1235,57	100%

Največja količina visokokakovostnega lesa (razred F+L) v našem vzorcu je v 10. debelinski stopnji. Količini sta relativno visoki še v sosednjih debelinskih stopnjah, nato pa količina naglo pade (Preglednica 8). Povprečno najvišji odstotek kakovostnega razreda F+L imajo drevesa 11. in 12. debelinske stopnje. Visoka deleža v 14. in 16. debelinski stopnji nista reprezentativna zaradi nizkega števila dreves (3 in 1).

Preglednica 8. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda F+L (furnir in luščenec) v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah

Debelinska stopnja	N	1. četrtina		2. četrtina	
		Delež (M)	Skupni volumen	Delež (M)	Skupni volumen
7	183	0,05	3,76	0,01	0,31
8	162	0,21	21,50	0,02	1,37
9	133	0,38	42,55	0,04	3,28
10	94	0,46	46,79	0,07	5,35
11	48	0,57	37,45	0,17	7,86
12	19	0,59	19,24	0,19	4,52
13	16	0,46	15,12	0,12	2,71
14	3	0,77	5,41	0,27	1,33
15	2	0,00	0,00	0,00	0,00

16	1	1,00	3,19	0,60	1,37
Skupaj	661	0,46	195,01	0,15	28,10

V kakovostnem razredu žagovcev (Ž1+Ž2) je slika nekoliko spremenjena (Preglednica 9). Delež žagovcev je v 1. četrtini najvišji v najnižji debelinski stopnji, nato pa postopoma pada. Podobno je s skupnim volumenom, le da je slika zamaknjena za eno debelinsko stopnjo. V 2. četrtini so deleži relativno enakomerno porazdeljeni, maksimum volumna žagovcev pa nastopi v 9. debelinski stopnji.

Preglednica 9. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Ž1+Ž2 (žagovec 1 in 2) v 1. četrtini in 2. četrtini debela po debelinskih stopnjah

Debelinska stopnja	N	1. četrtina		2. četrtina	
		Delež (M)	Skupni volumen	Delež (M)	Skupni volumen
7	183	0,47	37,96	0,10	5,94
8	162	0,41	41,34	0,25	18,16
9	133	0,37	40,32	0,29	23,44
10	94	0,28	28,37	0,25	18,09
11	48	0,17	11,39	0,28	13,01
12	19	0,15	4,70	0,26	6,08
13	16	0,19	6,30	0,17	4,01
14	3	0,20	1,41	0,23	1,18
15	2	0,25	1,41	0,00	0,00
16	1	0,00	0,00	0,40	0,91
Skupaj	661	0,36	173,20	0,25	90,82

Pri žagovcu 3 in ostalih sortimentih v 1. četrtini pri deležih aritmetičnih sredin trend ni zaznaven, skupni volumen pa pada od najnižje proti višjim debelinskim stopnjam (Preglednica 10). V 2. četrtini sta deleža najvišja v 10. in 13. debelinski stopnji, skupni volumen sortimentnega razreda pa je največji v 9. in 10. debelinski stopnji.

Preglednica 10. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Ž3+Ost. (Žagovec 3 in ostalo) v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah

Debelinska stopnja	N	1. četrtina		2. četrtina	
		Delež (M)	Skupni volumen	Delež (M)	Skupni volumen
7	183	0,21	16,83	0,12	6,93
8	162	0,16	15,78	0,18	12,31
9	133	0,11	12,39	0,20	15,60
10	94	0,07	7,56	0,22	16,01
11	48	0,10	6,79	0,18	8,34
12	19	0,13	4,29	0,16	3,68
13	16	0,16	5,54	0,22	5,30
14	3	0,03	0,23	0,40	2,03
15	2	0,50	2,97	0,10	0,40
16	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Skupaj	661	0,16	72,38	0,19	70,60

V 1. četrtini imajo drva največji relativni in absolutni delež v 7. debelinski stopnji (Preglednica 10). Podobno je tudi v drugi četrtini. Edino v tem razredu je skupni volumen sortimentnega razreda večji v 2. kot v 1. četrtini.

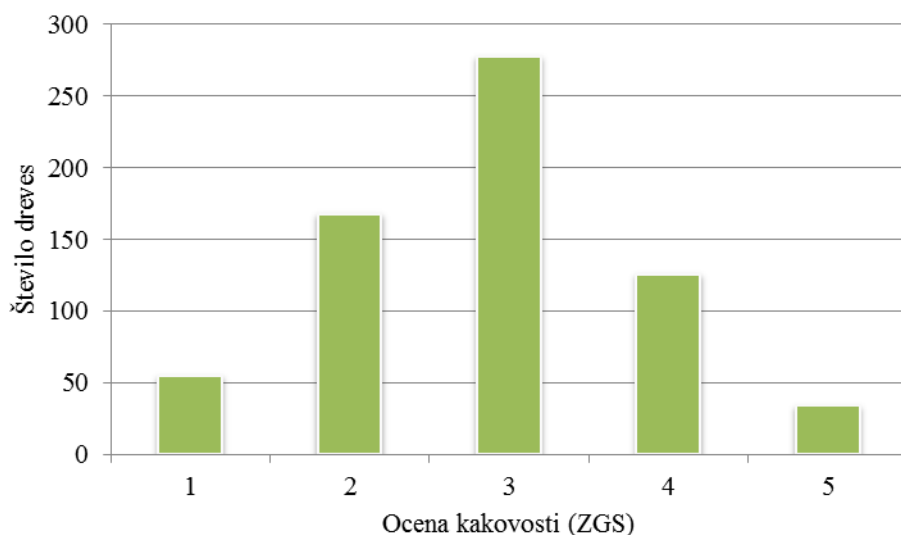
Preglednica 10. Aritmetična sredina (M) deležev in skupni volumen kakovostnega razreda Drva v 1. četrtini in 2. četrtini debla po debelinskih stopnjah

Debelinska stopnja	N	1. četrtina		2. četrtina	
		Delež (M)	Skupni volumen	Delež (M)	Skupni volumen
7	183	0,27	21,37	0,77	43,91
8	162	0,21	20,85	0,55	39,20
9	133	0,14	15,44	0,46	36,73
10	94	0,19	19,19	0,46	33,35
11	48	0,16	10,93	0,38	18,33
12	19	0,13	4,33	0,38	8,98
13	16	0,19	6,43	0,49	11,83
14	3	0,00	0,00	0,10	0,50
15	2	0,25	1,45	0,90	3,76
16	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Skupaj	661	0,20	99,99	0,55	196,59

5.2 PRIMERJAVA SORTIMENTNE STRUKTURE Z OCENAMI KAKOVOSTI ZAVODA ZA GOZDOVE SLOVENIJE

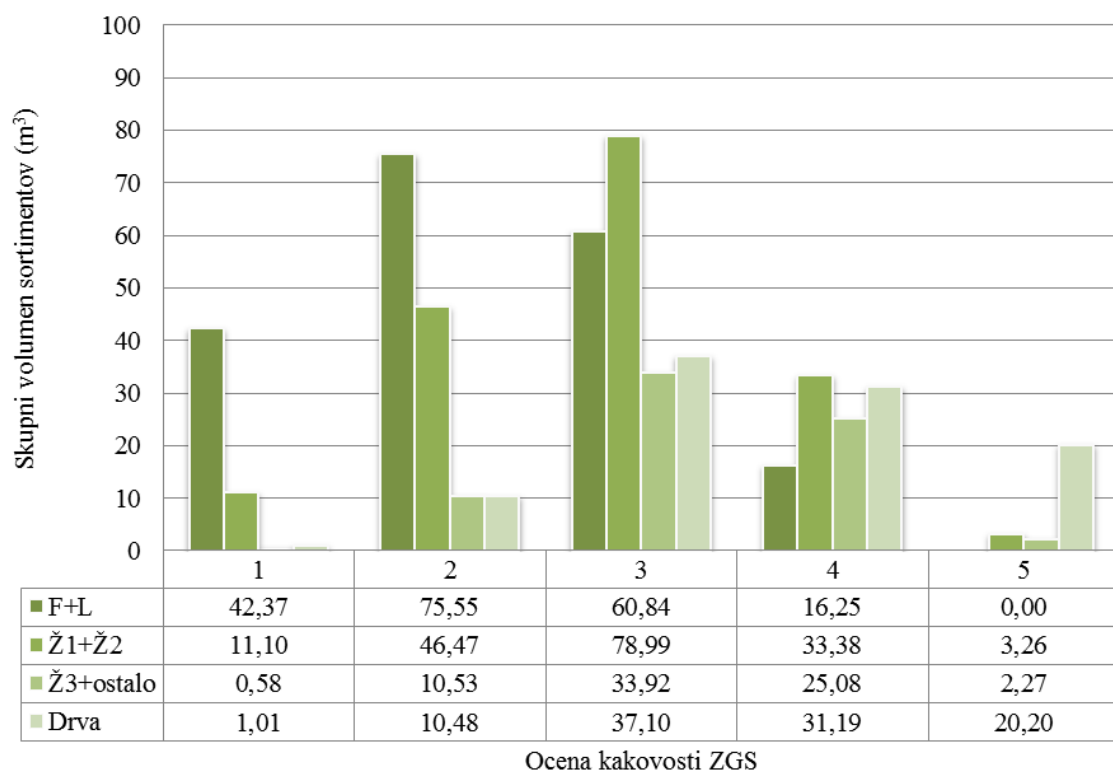
Primerjali smo kakovostno strukturo bukve, ki je bila ocenjena po lestvici ZGS, ter kakovostno strukturo bukve ocenjeno z dopolnjenim ocenjevanjem, prikazano z volumnom štirih razredov sortimentov, ločeno za 1. četrtno debel, 2. četrtno debel in celotno spodnjo polovico (seštevek 1. in 2. četrtnine) bukovih debel.

Porazdelitev ocen kakovosti po lestvici ZGS je podobna normalni (Slika 8); največ dreves se nahaja v tretjem, srednjem kakovostnem razredu, najmanj pa v petem.

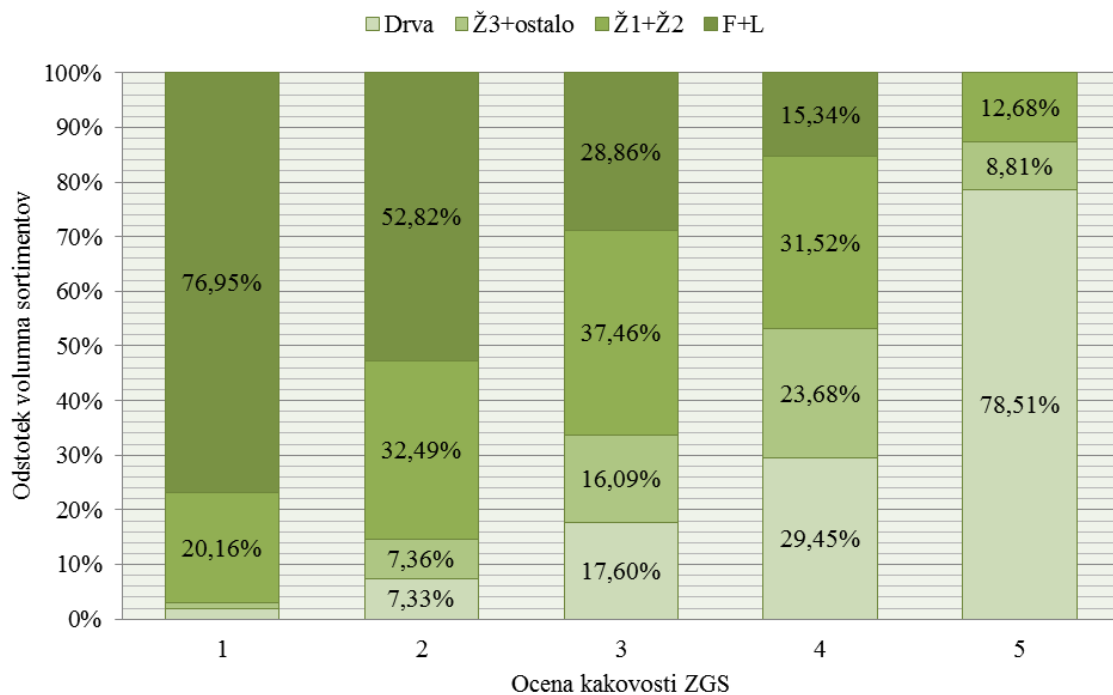


Slika 8. Frekvenčna porazdelitev ocen kakovosti Zavoda za gozdove Slovenije

V 1. četrtini debla pri najkakovostnejših drevesih prevladujeta furnir in luščenec (Slika 9). Največje količine visokokakovostnega lesa so v 2. in 3. razredu. V 3. in 4. kakovostnem razredu se pojavljajo sortimenti slabše kakovosti. V 5. kakovostnem razredu prevladujejo drva, ki jih je količinsko malo. V 1. četrtini debel je delež visokokakovostnih sortimentov zelo visok; prevladujejo furnir, luščenec, žagovec 1 in žagovec 2 (Slika 10). Delež furnirja in luščenca pade pod 50 % šele v 3. kakovostnem razredu, v katerem pa še vedno prevladujejo sortimenti visoke kakovosti. Drva imajo velik delež le v najslabšem, petem kakovostnem razredu.

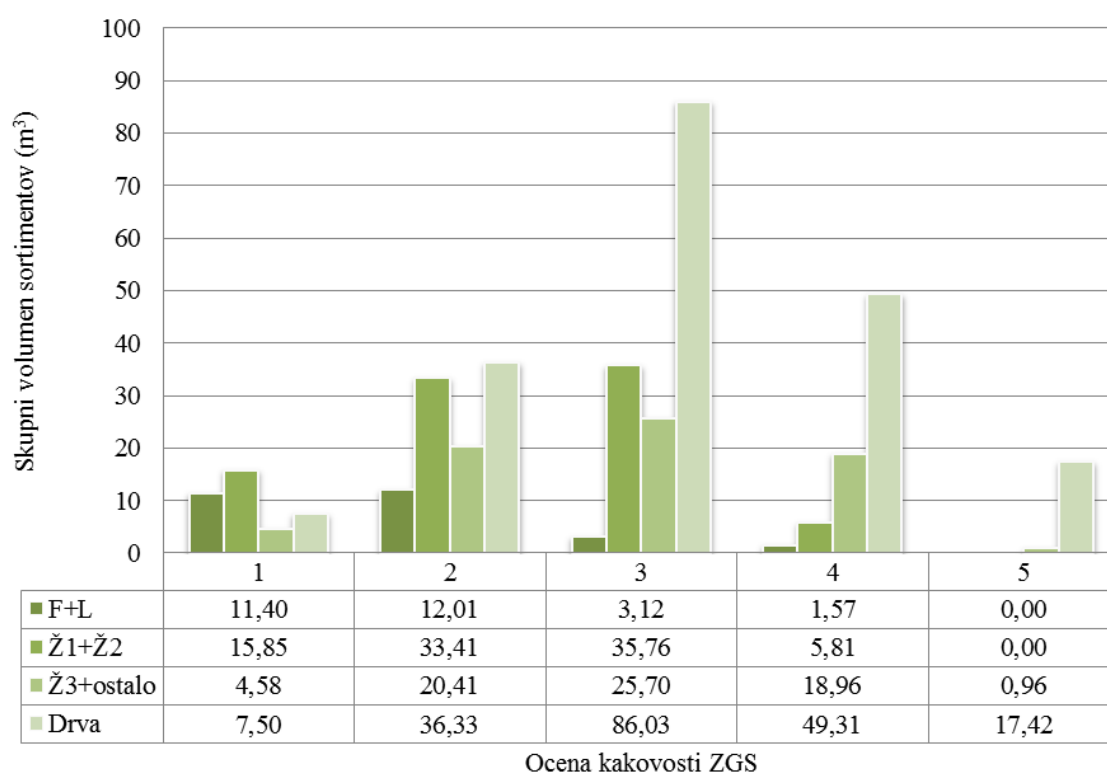


Slika 9. Skupni volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v 1. četrtini debla

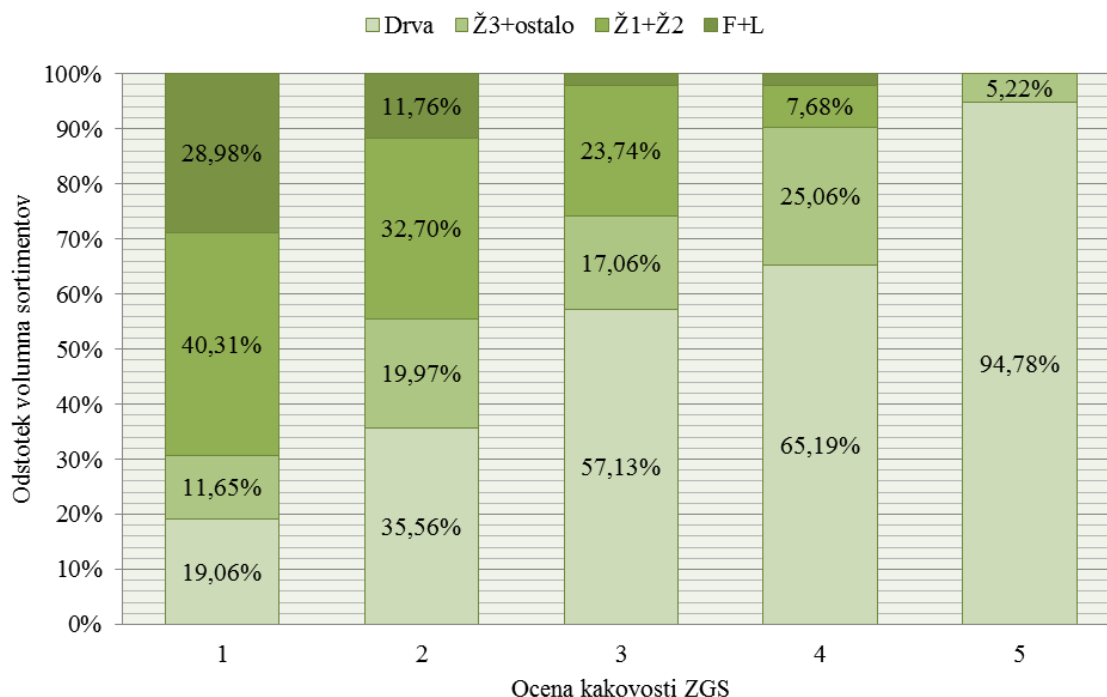


Slika 10. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v 1. četrtini debla

V 2. četrtini debel je kakovostna struktura bukve pričakovano drugačna. V večini razredov, razen v 1. razredu, količinsko prevladujejo drva (Slika 11). Nekoliko večja količina žagovcev (Ž1+Ž2) je po naših ocenah v 1., 2. in 3. kakovostnem razredu. Deleži sortimentnih razredov po posameznih kakovostnih razredih kažejo šibko prevladovanje žagovca 1 in žagovca 2 v višjih kakovostnih razredih (Slika 12). V srednjem in nižjih kakovostnih razredih popolnoma prevladujejo drva.

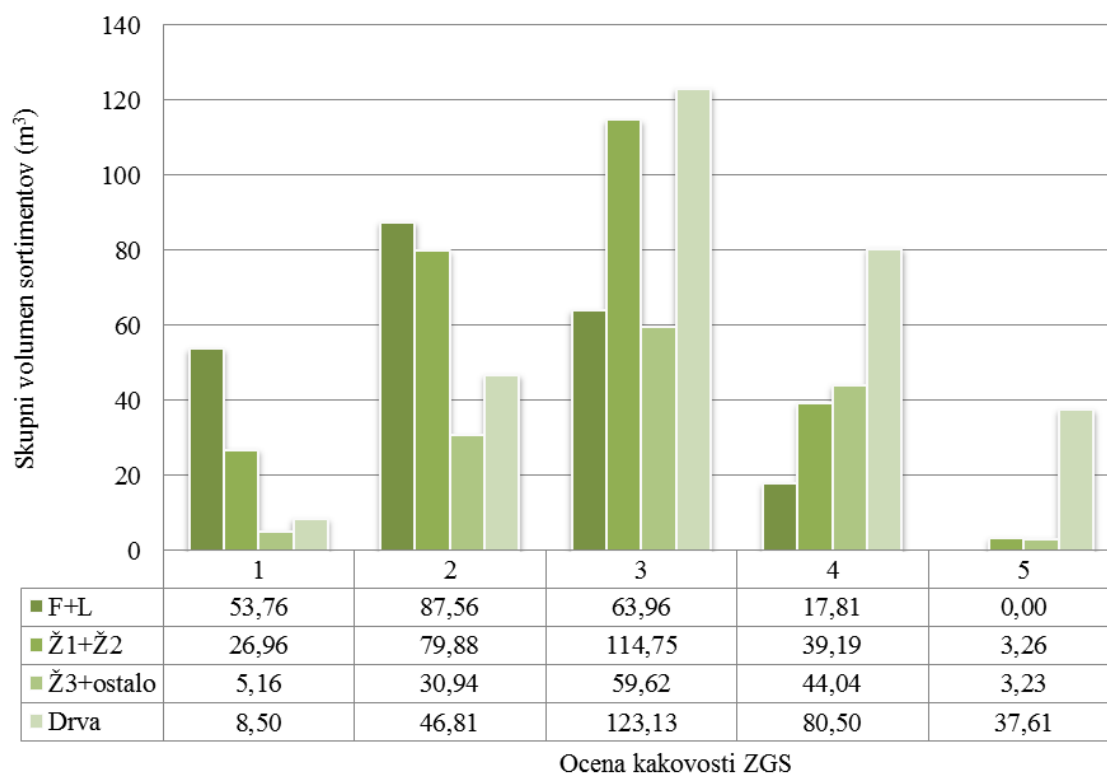


Slika 11. Skupni volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v 2. četrtini debla

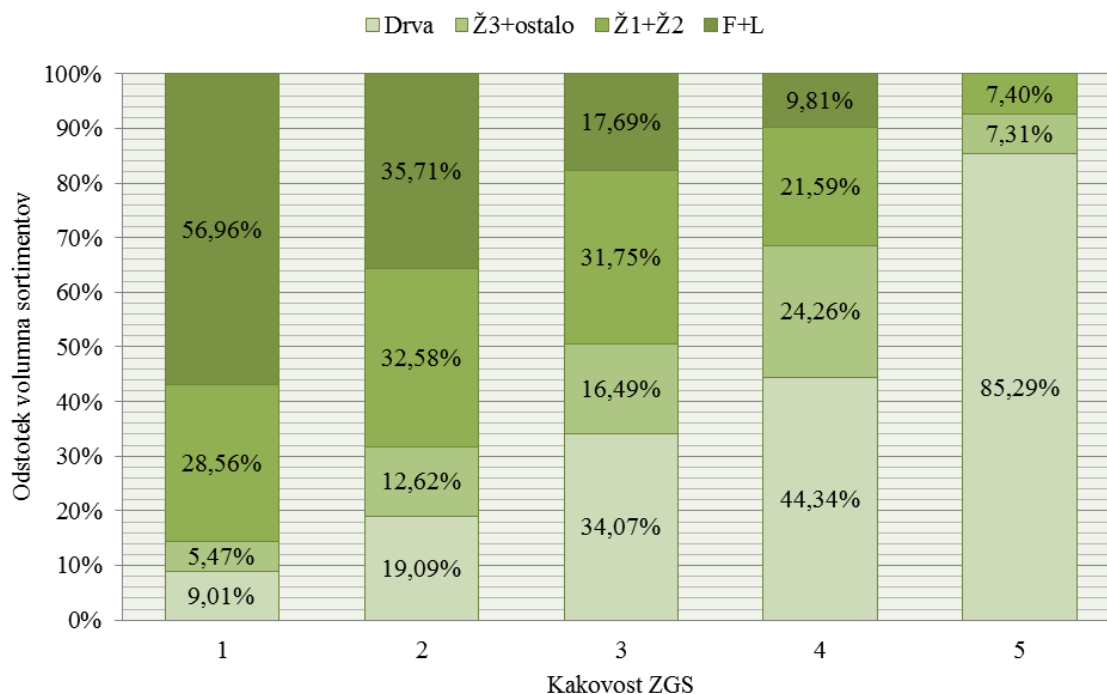


Slika 12. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v 2. četrtini debla

Ko smo analizirali celotno zbirko podatkov (za 1. in 2. četrtino skupaj), smo dobili dokaj enakomerno porazdelitev sortimentov (Slika 13). V najvišjih dveh kakovostnih razredih prevladujeta furnir in luščenec. V 2. in 3. kakovostnem razredu je velika količina žagovcev (Ž1+Ž2). V 3. kakovostnem razredu je količino drv absolutno največja. Relativni delež furnirja in luščenca je največji v 1. kakovostnem razredu (Slika 14). V 2. kakovostnem razredu je delež tega sortimentnega razreda še visok, v drugih razredih pa je bistveno manjši. Deleži žagovcev 1 in 2 so relativno konstantni v vseh razredih z izjemo 5. razreda, podobno je tudi z deleži žagovcev 3 in ostalih sortimentov. Delež drv je najvišji v nižjih kakovostnih razredih, v primerjavi z drugim razredi sortimentov je njihov delež večji v 3., 4. in 5. razredu.



Slika 13. Volumen sortimentov po razredih glede na ocene kakovosti ZGS v spodnji polovici debla



Slika 14. Odstotek volumna razredov sortimentov glede na ocene kakovosti ZGS v spodnji polovici debla

Ob primerjavi rezultatov naše raziskave in pričakovanih sortimentov po ocenjevalni lestvici Zavoda za gozdove Slovenije (Navodila za ..., 2010) smo ugotovili, da se sortimentna struktura po kakovostnih razredih, ocenjena za našo raziskavo bistveno razlikuje od pričakovanih prevladujočih sortimentov (Preglednica 11; največje razlike so označene z oranžno barvo).

Za kakovost 1. četrtnine debla smo ugotovili razhajanja v 2., 3. in 4. kakovostnem razredu. V 2. razredu je dejanska kakovostna struktura bistveno boljša od pričakovane po lestvici ZGS; pričakovan prevladujoč sortiment je žagovec II, v tem razredu pa najdemo predvsem furnir in luščenec. V 3. razredu je pričakovan prevladujoč sortiment žagovec II, naše ocene sortimentacije pa so veliko ugodnejše. V 4. razredu lestvica ZGS predvideva prevladovanje žagovca III in prostorninskega lesa, ocene naše raziskave pa kažejo delež žagovcev I in II, večji od polovice.

Pri kakovosti 2. četrtnine debla je prišlo do opaznih razhajanj v 1. in 2. kakovostnem razredu. V 1. kakovostnem razredu je predviden sortiment vsaj žagovec II, mi pa smo ocenili približno 70 % visokokakovostnih sortimentov. V 2. kakovostnem razredu je predviden prevladujoči sortiment žagovec II, mi pa smo ponovno zaznali nekoliko boljšo kakovost. V nižjih kakovostnih razredih je nad 50 % drv, kar se sklada z lestvico ZGS.

Preglednica 11. Primerjava pričakovanih sortimentov in dejanske sortimentacije v posameznih kakovostnih razredih

Kakovostni razred	1. četrtnina		2. četrtnina	
	ZGS	Raziskava	ZGS	Raziskava
1	Furnir, luščenec ali žagovec I	$F+L > 50 \%$	Vsaj žagovec II	$F+L+\check{Z}1+\check{Z}2 \approx 70 \%$
2	Žagovec II	$F+L > 50 \%$	Žagovec II	$\check{Z}1+\check{Z}2 > 50 \%$
3	Žagovec II	$F+L+\check{Z}1+\check{Z}2 > 50 \%$	Žagovec III ali prostorninski les	Drva $> 50 \%$
4	Žagovec III ali prostorninski les	$\check{Z}1+\check{Z}2 > 50 \%$	Žagovec III ali prostorninski les	Drva $> 65 \%$
5	Žagovec III ali prostorninski les	Drva $> 75 \%$	Industrijski les ali les za kurjavo	Drva $> 90 \%$

5.3 MULTIPLA REGRESIJA VPLIVNIH DEJAVNIKOV KAKOVOSTI DREVJA

Z uporabo linearne regresije smo analizirali vplivne dejavnike (Preglednica 5) za štiri odvisne spremenljivke: 1) volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla, 2) volumen furnirja in luščenca v prvi polovici debla, 3) delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla in 4) delež furnirja in luščenca v prvi polovici debla.

Na volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla najmočnejše vpliva premer, s katerim pojasnimo večino variance v modelu (Preglednica 12). Na drugem mestu je delež temeljnice bukve v sestoju. Pozitivno vplivata tudi sestojna temeljnica in socialni položaj drevesa.

Preglednica 12. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla

Značilne spremenljivke	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>R</i>²
Premer	0,000	0,034	0,393
Delež temeljnice bukve v sestoju	0,000	0,227	0,016
Sestojna temeljnica	0,015	0,003	0,004
Socialni položaj (drevo je nadraslo)	0,033	0,087	0,004

Ko smo za neodvisno spremenljivko izbrali volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla, se je model nekoliko spremenil (Preglednica 13). Še vedno daleč največ variance pojasni premer. Prvič se pojavi razsohlost, ki ima na volumen furnirja in luščenca v prvi polovici debla negativen vpliv.

Preglednica 13. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla

Značilne spremenljivke	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>R</i>²
Premer	0,000	0,043	0,368
Delež temeljnice bukve v sestoju	0,000	0,245	0,012
Razsohlost (drevo ni razsohlo)	0,029	-0,097	0,004

Na delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla najznačilneje vpliva premer (Preglednica 14), vendar pa je ta vpliv manjši pri preučevanju vpliva odvisnih spremenljivk na volumen. Močan vpliv ima delež temeljnice bukve v sestoji, velikost krošnje in razvojna faza debeljakov imata prav tako pozitiven vpliv. Model je pokazal negativen vpliv razsohlosti na delež furnirja in luščenca.

Preglednica 14. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla

Značilne spremenljivke	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>R</i>²
Premer	0,000	0,019	0,186
Delež temeljnice bukve v sestoji	0,000	0,236	0,030
Velikost krošnje (1, 2 ali 3)	0,005	0,099	0,009
Razvojna faza debeljak	0,008	0,091	0,008
Razsohlost (drevo ni razsohlo)	0,027	-0,072	0,006

V zadnjem modelu (Preglednica 15) je največji delež variance ponovno pojasnil premer. Pomembno vlogo igrata delež temeljnice bukve v sestoji in razvojna faza. Na delež furnirja in luščenca v prvi četrtini debla negativno vpliva razsohlost. Model je pokazal tudi majhen pozitiven vpliv velikosti krošnje.

Preglednica 15. Značilen vpliv neodvisnih spremenljivk na delež furnirja in luščenca v spodnji polovici debla

Značilne spremenljivke	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>R</i>²
Premer	0,000	0,014	0,195
Delež temeljnice bukve v sestoji	0,000	0,141	0,024
Razvojna faza debeljak	0,004	0,067	0,010
Razsohlost (drevo ni razsohlo)	0,009	-0,059	0,008
Velikost krošnje (1, 2 ali 3)	0,009	0,063	0,008

5.4 POSPLOŠENI MULTIVARIATNI LINEARNI MODEL

Za razumevanje dejavnikov kakovosti drevja je primernejši splošeni linearni model, saj dovoljuje linearne transformacije in kombinacije več neodvisnih spremenljivk (SPSS Anno ..., 2013).

Statistično značilno na delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla vplivajo premer, delež temeljnice bukve, velikost krošnje, sestojna temeljnica in razsohlost (Preglednica 16). Premer, delež temeljnice bukve, velikost krošnje in sestojna temeljnica na delež furnirja v 1. četrtini vplivajo pozitivno, razsohlost pa negativno.

Preglednica 16. Posplošeni linearni model za delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla

Značilna spremenljivka	<i>B</i>	χ^2	<i>P</i>
Premer	0,019	127,575	0,000
Delež temeljnice bukve	0,256	25,989	0,000
Velikost krošnje (4 ali 5 – majhna)	-0,106	9,079	0,003
Sestojna temeljnica	0,003	5,272	0,022
Razsohlost (0 – drevo ni razsohlo)	0,071	4,739	0,029

Pri splošenem linearnem modelu za vse binarne spremenljivke program vrednost *B* računa pri vrednosti spremenljivke 0. Primer: v splošenem linearnem modelu smo za velikost krošnje dobili vrednost *B* = -0,106. Izračun vrednosti *B* je narejen glede na vrednost velikosti krošnje = 0, kar pomeni, da velikost krošnje 4 ali 5 po Assmanovi lestvici na delež furnirja v 1. četrtini debla vpliva negativno. Iz tega lahko sklepamo, da ima velikost krošnje 1, 2 ali 3 pozitiven vpliv na delež furnirja in luščenca v 1. četrtini debla. Če vzamemo v ozir tudi ostale transformacije kategorialnih spremenljivk v binarne (Preglednica 6), ugotovimo, da večja velikost krošnje vpliva pozitivno, prisotnost razsohlosti pa negativno (Statsoft ..., 2013).

Za delež furnirja in luščenca v spodnji polovici debla sta ponovno najznačilnejša premer in delež temeljnice bukve v sestoji (Preglednica 17). Podobno kot v spodnji četrtini sta vplivna faktorja tudi velikost krošnje in razsohlost. Zanimivo je, da se je tukaj kot negativen vplivni faktor pokazala razvojna faza debeljaka.

Preglednica 17. Posplošeni linearni model za delež furnirja in luščenca v spodnji polovici debla

Značilna spremenljivka	<i>B</i>	χ^2	<i>p</i>
Premier	0,012	142,214	0,000
Delež temeljnice bukve	0,123	14,312	0,000
Razvojna faza debeljak	-0,062	8,273	0,004
Razsohlost (0 – drevo ni razsohlo)	0,056	7,442	0,006
Velikost krošnje (4 ali 5 – majhna)	-0,057	6,470	0,011

Ko smo za odvisno spremenljivko izbrali volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla, smo ponovno ugotovili, da najznačilneje pozitivno vplivata premier in delež temeljnice bukve v sestoji (Preglednica 18). Pozitiven vpliv imajo tudi večja sestojna temeljnica, nadrasli socialni položaj drevesa ter velikost krošnje 1, 2 ali 3 po lestvici ZGS. Model je pokazal tudi negativen vpliv osojne lege na volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla.

Preglednica 18. Posplošeni linearni model za volumen furnirja in luščenca v 1. četrtini debla

Značilna spremenljivka	<i>B</i>	χ^2	<i>p</i>
Premier	0,033	344,359	0,000
Delež temeljnice bukve	0,230	18,570	0,000
Sestojna temeljnica	0,003	6,762	0,009
Socialni položaj (soraslo ali podraslo)	-0,085	4,428	0,035
Velikost krošnje (4 ali 5 – majhna)	-0,071	3,660	0,056

Pri analizi iste odvisne spremenljive za celotno spodnjo polovico debla je značilnih veliko manj spremenljivk kot samo za 1. četrtino (Preglednica 19). Kot značilna se je izkazala tudi razsohlost, katere odsotnost pozitivno vpliva na volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla.

Preglednica 19. Posplošeni linearni model za volumen furnirja in luščenca v spodnji polovici debla

Značilna spremenljivka	<i>B</i>	χ^2	<i>p</i>
Premier	0,043	387,283	0,000
Delež temeljnice bukve	0,245	12,749	0,000
Razsohlost (0 – drevo ni razsohlo)	0,097	4,794	0,029

5.5 PREGLED REZULTATOV MODELOV

Pregled rezultatov kaže, da sta premer drevesa in delež temeljnice bukve v sestoji ključna faktorja za kakovost bukve v GGE Preserje-Rakitna (Preglednica 20). Zelo pogosto sta se v modelih pojavila tudi razsohlost in velikost krošnje. Manj pogosti značilni faktorji so sestojna temeljnica, razvojna faza (debeljak) in socialni položaj drevesa.

Preglednica 20. Pogostost pojavnosti posameznih faktorjev v posameznih modelih in skupaj brez ozira na odvisne spremenljivke

Faktor	Multipla regresija		Posplošeni linearni model		Skupaj	
	N	%	N	%	N	%
Premjer	4	100%	4	100%	8	100%
Delež temeljnice bukve	4	100%	4	100%	8	100%
Razsohlost	2	50%	3	75%	5	63%
Velikost krošnje	2	50%	3	75%	5	63%
Sestojna temeljnica	1	25%	2	50%	3	38%
Razvojna faza - debeljak	2	50%	1	25%	3	38%
Socialni položaj	1	25%	1	25%	2	25%

6 RAZPRAVA

6.1 PRESOJA UPORABLJENIH METOD

Metodologijo ocenjevanja smo razvili po nasvetih mentorja in somentorja diplomskega dela ter glede na podobne raziskave, ki so bile izvedene v preteklosti (Kadunc, 2006; Kadunc in Kotar, 2006; Rogelj, 2012). Z razdelitvijo v razširjene sortimentne razrede po standardu JUS smo poenostavili ocenjevanje. Po našem mnenju je takšna razdelitev zmanjšala napake ocenjevalcev. Z uporabo ocene na podlagi standarda JUS smo za prihodnjo uporabo omogočili transformacije ocen v novejši slovenski standard SIST-EN in druge standarde. Zaradi širših ocenjevalnih razredov smo izgubili nekaj možnosti pri interpretaciji rezultatov, saj so razlike v cenah med rezanim furnirjem in luščencem pomembne. Zanimivo bi bilo oceniti, kakšen delež v lesni zalogi v GGE Preserje–Rakitna predstavlja rezan furnir, vendar pa deleža zaradi specifičnosti naše metodologije ni mogoče natančno določiti.

Volumen drevja smo izračunali z regresijo premera na višino. Regresijsko enačbo smo dobili iz višin, izmerjenih na stalnih vzorčnih ploskvah. Pri tolmačenju podatkov o volumnu sortimentov se je potrebo zavedati, da so lahko izmere višin drevja na stalnih vzorčnih ploskvah obremenjene z napako, determinacijski koeficient regresijske krivulje pa znaša 0,54.

V okviru raziskave nismo ocenjevali oziroma merili prisotnosti rdečega srca. To je resna pomanjkljivost, saj je rdeče srce ključni dejavnik kakovosti bukovega lesa (Knoke, 2003). Na stoječem drevju je prisotnost rdečega srca nemogoče oceniti, so pa možne korekcije modelov glede na primerjave s podobnimi raziskavami. V prihodnosti bi bilo smiselno na podlagi vzorca posekanih dreves v GGE Preserje-Rakitna oceniti prisotnost rdečega srca in s tem izboljšati rezultate naše raziskave. Korekcija rezultatov bi bila možna tudi s pomočjo podatkov gozdnih izvajalskih podjetij in odkupovalcev lesa, ob dveh pogojih: 1) da so njihovi podatki verodostojni ter 2) da se struktura sestojev in struktura poseka ujemata.

Pri analizi rezultatov nismo upoštevali različnih rastiščnih tipov. Za takšen način analize smo se odločili, ker subasociacije *Omphalodo-Fagetum* v GGE predstavljajo skoraj štiri petine površine območja raziskave. Korektnjšo sliko za ta tip rastišča bi lahko dobili z izločanjem ploskev, ki niso v tej združbi, vendar pa smo se zaradi prevelike potencialne izgube podatkov odločili, da to ni smotno in smo se rajši naslonili na okvir GGE kot celoto. S tem smo pridobili na razponu preučevanih vplivnih dejavnikov, saj rastiščna omejenost ta razpon zmanjša. Obstaja tudi nevarnost, da ploskve, ki ležijo na območjih, ki so kartirana kot *Omphalodo-Fagetum*, lahko pripadajo drugim združbam

Zanimivo bi bilo tudi primerjati sortimentno strukturo, ugotovljeno z našimi ocenami, s tisto, ki so jo izračunali na Zavodu za gozdove pred 10 leti, vendar pa do teh podatkov nismo imeli dostopa.

6.2 VPLIVNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI BUKVE

Vplivne dejavnike na kakovost bukve smo raziskovali z multivariatno analizo različnih neodvisnih spremenljivk na volumen in delež furnirja v 1. četrtini in spodnji polovici debla.

Potrdili smo raziskovalno hipotezo: »Premer najznačilneje vpliva na kakovost bukovega drevja« za 1. četrtino in za celotno spodnjo polovico debla (Preglednice 12-19). Premer se je kot najznačilnejši faktor pokazal v vseh modelih. Podobne ugotovitve najdemo v večini strokovne literature (Kadunc, 2006, Kadunc in Kotar, 2006, Rogelj, 2012). Verjetno k statistični značilnosti premera prispeva tudi dejstvo, da v sklopu raziskave nismo ocenjevali prisotnosti rdečega srca ter izredno nizko število debelega drevja v vzorcu (v vzorcu je le 21 dreves z $d_{1.3} > 60$ cm).

Razsohlость in velikost krošnje sta se izkazali kot značilna faktorja za prisotnost lesa furnirske kakovosti pri bukovem drevju. Njun prispevek k variabilnosti odvisnih spremenljivk pri različnih testih se spreminja, sta pa obe neodvisni spremenljivki statistično značilni v 5 od skupno 8 modelov. Po pričakovanjih normalno ali dobro razvita krošnja bukve vpliva pozitivno, razsohlость pa ima na kakovost bukovih dreves negativen

vpliv. Značilnost teh dveh faktorjev opozarja na pomen nege sestojev. Z ustrezno in pravočasno nego v mlajših razvojnih fazah se lahko izognemo slabo razvitim krošnjam in razsohlosti pri starejšem drevju.

Kot zelo značilen faktor kakovosti bukve se je podobno kot premer drevja izkazal delež bukve v sestojni temeljnici, saj je značilen faktor v vseh izvedenih modelih. Ta rezultat nakazuje, da je bukovo drevje kakovostnejše v pretežno bukovih sestojih, kar je pomembno izhodišče za gojenje visokokakovostnih bukovih sortimentov v GGE Preserje-Rakitna.

Poleg naštetih dejavnikov so se v modelih občasno pojavili tudi sestojna temeljnica, socialni položaj in razvojna faza (debeljak). Naraščanje vseh treh dejavnikov je povezano s starostjo in premerom drevja; v sklenjenih gozdnih sestojih ima dominantnejše oziroma starejše drevje boljšo kakovostno strukturo.

Ugotovljeni značilni vplivni dejavniki kakovosti bukve so primerljivi z rezultati raziskav, ki jih najdemo v relevantni strokovni in znanstveni literaturi. Zanimivo pa je, da v naši raziskavi poškodovanost drevja ni bila značilen dejavnik kakovosti bukovega drevja. Verjeten vzrok je, da v raziskavi nismo ocenjevali prisotnosti rdečega srca, na katero poškodovanost drevja sicer praviloma močno vpliva. Kot neznakični dejavniki so se izkazali tudi ostali dejavniki, ki smo jih vključili v modele in niso prikazani v rezultatih: nadmorska višina, lega, temeljnica jelke in smreke v sestoju, nagib, položaj v pokrajini in razvojna faza drogovnjak.

6.3 UGOTOVLJENA SORTIMENTACIJA IN PRIMERJAVA S SORODNIMI RAZISKAVAMI

Za bukev smo glede na druge domače raziskave ugotovili relativno ugodno sortimentno strukturo. Najvišji kakovostni razred bukovine (rezan furnir in luščenc) predstavlja 18 % celotnega volumna dreves, zajetih v vzorec. Ugotovljeni delež je podoben rezultatom drugih domačih raziskav. Posebej pomembna za primerjavo je Kadunčeva (2006) raziskava, ki je za podobna rastišča ugotovila podobne skupne vrednosti rezanega furnirja

in luščenca. Z izsledki Kadunčeve raziskave smo grobo ocenili tudi delež rezanega furnirja v našem vzorcu na približni interval med 2 do 5 % skupnega volumna dreves. Nekatere druge raziskave v Sloveniji (npr. Poljanec in Kadunc 2013; Rogelj 2012) kažejo na bistveno nižje vrednosti furnirja in luščenca v bukovih gozdovih.

Če bi ugotavljali prisotnost rdečega srca, bi na račun najkakovostnejšega sortimentnega razreda verjetno pridobili razredi z nižjo kakovostjo. Glede na raziskave, opravljene na tem področju, bi lahko za grobo oceno deleža rezanega furnirja in luščenca, ki upošteva prisotnost rdečega srca, dobljeni delež zmanjšali za približno 10 do 30 % (Prka, 2003; Kadunc, 2006), za natančnejšo oceno pa bi morali uporabiti dodatne postopke.

V našem vzorcu je bila največja količina kakovostnega razreda furnir in luščenec v 9., 10. in 11., največji deleži pa v 10., 11. in 12. debelinski stopnji. Razlog za razliko med razporeditvama med deleži in volumni visokokakovostnega lesa po debelinskih stopnjah je v razporeditvi skupne lesne zaloge (v vzorcu je 9. debelinski stopnji skupno 252,85 m³ lesa, v 10. 285,84 m³, v 11. 152,29 m³ ter v 12. 74,46 m³ lesa). Ti podatki so relativno skladni s primerljivo slovensko in hrvaško literaturo (Kadunc, 2006; Prka, 2010), ki ugotavlja največji delež rezanega furnirja okrog 10. in 11. debelinske stopnje.

6.4 PRIMERJAVA Z OCENAMI ZAVODA ZA GOZDOVE SLOVENIJE

6.4.1 Kakovostna lestvica

Ko smo primerjali pričakovane sortimente v kakovostni lestvici Zavoda za gozdove Slovenije z ocenjeno sortimentno strukturo po kakovostnih razredih (Preglednica 11), smo v nekaterih razredih ugotovili velika razhajanja. V vseh primerih so bili deleži posameznih sortimentnih razredov izrazito višji od pričakovanih za dane kakovostne razrede ZGS. Iz tega sledi, da je kakovostna struktura, izračunana na podlagi ocen na stalnih vzorčnih ploskvah ZGS verjetno podcenjena. Da bi to lahko trdili z gotovostjo, bi morali preučiti postopek izračuna kakovostne strukture iz ocen kakovosti na SVP.

Ocenjevalcem smo naročili, naj kakovost ocenjujejo po ustaljenem načinu. Opazili smo, da se v našem vzorcu ocene kakovosti ZGS porazdeljujejo normalno (Slika 9). To verjetno pomeni, da se ocenjevalci pri ocenjevanju verjetno niso držali samo kakovostne lestvice, ampak so drevesa vsaj do neke mere ocenjevali glede na splošni izgled, po ranžirni lestvici od 1 do 5. Poleg ustreznosti kakovostne lestvice je zelo pomembna usposobljenost ocenjevalcev; terenski delavci morajo ocenjevalne lestvice dobro poznati in potem dreveje na vzorčnih ploskvah ocenjevati natančno in skladno z ocenjevalno lestvico.

Lestvica, po kateri je ocenjena kakovost listavcev na stalnih vzorčnih ploskvah, ima naslednje pomanjkljivosti:

- ne omogoča neposrednega ugotavljanja sortimentne strukture;
- vodi do precenjevanja (Šmajdek, 2001) ali podcenjevanja (podatki naše raziskave) deleža visokokakovostnih sortimentov;
- vsebuje neskladnosti med slikovnim in tekstovnim delom lestvice (dilema ocenjevalcev, v kateri razred spada luščenec);
- zaradi kombinacije ocene prve in druge četrtine prihaja do prevelikega raztrosa vrednosti, ocena odlično pa opredeljuje preveč kakovostnih razredov (Rogelj, 2012).

6.4.2 Predlog izboljšave ocenjevanja kakovosti na stalnih vzorčnih ploskvah

Poljanec in Kadunc (2013) ugotavljata, da je lestvica ZGS za ocenjevanje kakovosti iglavcev zadovoljiva. Z ozirom na metodologijo ter izsledke naše in sorodnih raziskav pa predlagamo spremembo ocenjevanja kakovosti listavcev z naslednjimi značilnostmi:

- ocenjevanje kakovosti prevladujočega sortimenta posebej za 1. in 2. četrtino debla. Takšen način od ocenjevalca zahteva, da drevo vizualno razdeli na četrtine, povečana osredotočenost ocenjevalca hkrati poveča verjetnost, da bo ocenjevalec na deblu opazil napake;
- uporaba razširjenih sortimentnih razredov po vzoru naše in sorodnih raziskav, ki zmanjšajo napake ocenjevalcev in omogočajo primerljivost z znanstvenimi raziskavami ter transformacije v različne standarde.

Če želimo v okviru gozdne inventure dobiti natančnejši podatek o kakovosti listavcev, bo potrebno terensko ocenjevanje kakovosti drevja izboljšati. Iz naše raziskave je namreč razvidno, da merilci ocenjevalne lestvice ne upoštevajo v celoti.

6.4.3 Predlog transformacije ocen ZGS v razširjene kakovostne razrede

Na podlagi rezultatov raziskave (Sliki 10 in 12) smo izdelali tudi predlog transformacije ocen ZGS v razširjene kakovostne razrede (Preglednici 21 in 22) za primer gozdnogospodarske enote Preserje-Rakitna. Volumen dreves v posameznih razredih kakovosti pomnožimo s faktorji, ki so navedeni v preglednici, in tako ocenimo volumen sortimentov. Predlog je idejne narave, ki ga je treba preveriti in dopolniti.

Preglednica 21. Predlagane transformacije ocen kakovosti ZGS v sortimente razrede za 1. četrtino debla

Kakovost (ZGS)	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+ostalo	Drva
1	0,80	0,20	0,00	0,00
2	0,55	0,35	0,05	0,05
3	0,30	0,35	0,15	0,20
4	0,15	0,30	0,25	0,30
5	0,00	0,10	0,10	0,80

Preglednica 22. Predlagane transformacije ocen kakovosti ZGS v sortimente razrede za 2. četrtino debla

Kakovost (ZGS)	F+L	Ž1+Ž2	Ž3+ostalo	Drva
1	0,30	0,40	0,10	0,20
2	0,10	0,35	0,20	0,35
3	0,00	0,25	0,15	0,60
4	0,00	0,10	0,25	0,65
5	0,00	0,00	0,05	0,95

Lahko bi izdelali tudi lestvico, ki bi pretvorila naše ocene (ki temeljijo na standardu JUS) v ocene po standardu SIST-EN za bukovo in hrastovo hlodovino, vendar pa se nam ob trenutnem stanju na področju standardizacije razvrščanja gozdno-lesnih proizvodov (v gozdarski in lesarski praksi je v uporabi veliko različnih standardov (Piškur, 2009; Tavčar, 2011)) to ne zdi smiselno oziroma presega namen te raziskave.

6.4.4 Lesna zaloga

Kot zanimivost smo primerjali tudi vrednost lesne zaloge, izračunano po naši metodologiji z vsoto vrednosti, ki so bile predhodno izračunane in dostopne v podatkovni zbirki ZGS (Podatkovna zbirka..., 2013). Skupna lesna zaloga 661 bukovih dreves, ki imajo premer nad 30 cm, je znašala 1235,54 m³. Za isti vzorec znaša volumen, izračunan po metodah ZGS 972,68 m³. Lesna zaloga, izračunana po naši metodologiji, je torej 21 % višja od izračuna ZGS. To razliko je potrebno jemati s pridržkom, saj je vzorec za tovrstne izračune premajhen. Tudi ocene drevesnih višin na stalnih vzorčnih ploskvah so lahko nezanesljive.

Razlika se bo s popravilanjem tarifnih razredov verjetno v naslednjem načrtovalnem obdobju zmanjšala (podatki ZGS o tarifnih razredih, ki so nam bili dostopni, so stari 10 let). Nekaj razlike pa bo verjetno vendarle ostalo. V strokovnih krogih se pogosto pojavljajo trditve, da izračuni s pomočjo tarif podcenjujejo lesno zalogo. Na to temo je bila opravljena tudi raziskava v smrekovih sestojih (Kušar in Hočevvar, 2006); v njihovem primeru so dale tarife za 18,1 % prenizko oceno lesne zaloge. Ta podatek je e z našimi rezultati razmeroma skladen.

7 ZAKLJUČKI

Kakovost bukovega drevja v GGE Preserje-Rakitna je relativno dobra in primerljiva z raziskovalnimi izsledki s podobnih rastišč. Hipoteze, ki smo jih zastavili pred raziskavo, držijo. Premer najznačilneje vpliva na kakovost bukovega drevja. Med drevesnimi znaki razsohlost in poškodovanost drevja pomembno vplivata na kakovost. Kot statistično značilni faktorji so se v modelih pojavili tudi delež temeljnice bukve, sestojna temeljnica, socialni položaj in razvojna faza debeljak. Poškodovanost drevja se ni izkazala kot statistično značilen faktor.

V GGE Preserje-Rakitna smo za bukev ugotovili relativno ugodno sortimentno strukturo. Najvišji kakovostni razred bukovine (rezan furnir in luščenec) predstavlja po naših ocenah 18 % celotnega volumna dreves, ki so bila zajeta v vzorec. Kakovostni razred žagovcev 1 in 2 predstavlja 21 %, delež kakovostnega razreda žagovec 3 in ostali sortimenti pa 12 %. Drva imajo 49 % delež v lesni zalogi.

Lestvica, po kateri je ocenjena kakovost listavcev na stalnih vzorčnih ploskvah, ima pomanjkljivosti. Med pričakovanimi sortimenti glede na kakovostno lestvico Zavoda za gozdove Slovenije in ocenjeno sortimentno strukturo po kakovostnih razredih smo v polovici razredov ugotovili pomembna razhajanja. Ocenjevalci se verjetno poslužujejo relativnega ocenjevanja, ki odstopa od predpisane lestvice. Predlagamo dopolnjen način ocenjevanja kakovosti glede na oceno prevladujočega sortimenta v 1. in 2. četrtini dreves.

Izdelali smo tudi idejni predlog tablic za pretvorbo ocen Zavoda za gozdove Slovenije v sortimentne razrede.

8 VIRI

Acoustic methods as a nondestructive tool for wood quality assessment. 2006. V: Acoustics of Wood. Heidelberg, Bia: 217-239

Assmann E. 1961. Waldertragskunde. München, BLV Verlagsgesellschaft: 490 str.

Beinhofer B. 2009. Comparing the financial performance of traditionally managed beech and oak stands with roomy established and pruned stands. European Journal of Forest Research, 129, 2: 175-187

Bončina A. (ur.). 2012. Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 469 str.

Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Brus R. 2012. Opis in taksonomija navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) v Sloveniji. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Bia: 19-30

Čufar K., Prislan P., Luis M., Gričar J. 2008. Tree-ring variation, wood formation and phenology of beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. Trees, 22, 6: 749-758

Dakskobler I. 2012. Pregled bukovih rastišč v Sloveniji. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Bia: 59-74

Ficko A., Klopčič M., Matijašić D., Poljanec A., Bončina A. 2008. Razširjenost bukve in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 87: 45-60

Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarskega območja Preserje-Rakitna 2003–2012. 2005. Ljubljana, Zavod za gozdove, OE Ljubljana

Hočevar A. 1993. Dendrometrija - gozdna inventura. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 274 str.

JUS 1979: Standardi za bukove hlode. 1979. Zvezni zavod za standardizacijo.

Kadunc A. 2006. Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim poudarkom ozirom na pojav rdečega srca. Gozdarski vestnik, 64, 9: 355-376

Kadunc A. 2007. Factors influencing the formation of heartwood discolouration in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.). European Journal of Forest Research, 126, 3: 349-358

Kadunc A., Kotar M. 2006. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje visokokakovostnih bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 78: 69-96

Kadunc. A. 2012. Rastne značilnosti, kakovost lesa, pojav rdečega srca in vrednostne karakteristike bukovih sestojev. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Bia: 209-230

Knoke T. 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). Ecological Modelling, 169, 2-3: 295-312

Kotar M. 2003. Gozdarski priročnik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 404 str.

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Krajčič D., Hrovat T., Šinko M., Danev G., Levanič T. 2013. Smernice za ocenjevanje vrednosti gozdov. Ljubljana, Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije: 23 str.

Kušar G., Hočevan M. 2006. Zanesljivost ugotavljanja lesne zaloge s tarifami na primeru smreke v mikrorastiščno pestrem gozdu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 80: 81-96

Liziniwicz M. 2009. The development of beech in monoculture and mixtures: doktorska disertacija (Swedish University of Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre). Alnarp: 55 str.

Mitchell H. L. 1961. A Concept of Intrinsic Wood Quality, and Nondestructive Methods for Determining Quality in Standing Timber. Forest Products Laboratory (U.S.), no. 2233

Navodila za snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah. 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 127 str.

Nord-Larsen T., Bechsgaard A., Holm M., Holten-Andersen P. 2003. Economic analysis of near-natural beech stand management in Northern Germany. Forest Ecology and Management, 184, 1-3: 149-165

Perko F. 2004. Gozd in gozdarstvo Slovenije. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije: 39 str.

Petráš R., Mecko J., Kadunc A. 2010. Felling maturity criteria of beech stands in Slovakia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 92: 39-47

Piškur M. 2009. Slovenski nacionalni standardi za merjenje in razvrščanje okroglega lesa. Gozdarski vestnik, 67, 10: 437-440

Podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije: stalne vzorčne ploskve. Ljubljana, Zavod za gozdove, Območna enota Ljubljana. (neobjavljeno) 2013.

Poljanec A., Bončina A. 2012. Značilnosti gospodarjenja z bukovimi gozdovi. V: Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Bia: 327-340

Poljanec A., Kadunc A. 2013. Quality of european beech (*Fagus sylvatica* L.) trees in the Karavanke region. Croatian Journal of Forestry Engineering (sprejeto v objavo)

Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2011. 2012. Ljubljana. http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2011_o_gozdovih.pdf (20. 06. 2013)

Prka M. 2003. Pojavnost neprave srži kod bukovih stabala in tehničke bukove oblovine iz prorednih i pripremih sječna na području bjelovarske bilogore. Šumarski list, : 467-474

Prka M. 2010. Bukove šume i bukovina bjelovarskog područja : sortimentna struktura - čimbenici, planiranje, problemi i rješenja. Bjelovar, Hrvatsko šumarsko društvo: 252 str.

Rebula E., Kotar M. 2004. Stroški sečnje in spravila bukovih dreves ter vrednost bukovine na panju. Gozdarski vestnik, 62, 4: 187-200

Rogelj P. 2012. Kakovostna struktura bukve v podgorskih in kisloljubnih bukovjih novomeškega gozdnogospodarskega območja: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 45 str.

Sachsee H. 1991. Kerntypen der Rotbuche. Forstarchiv, 62: 238–242

SIST EN 1316-1. Okrogli les listavcev – Razvrščanje po kakovosti – 1. del: Hrast in bukev. 2003

Sorz J., Hietz P. 2007. Is oxygen involved in beech (*Fagus sylvatica*) red heartwood formation? Trees, 22, 2: 175-185

SPSS Annotated Output - Regression Analysis. 2013. IDRE UCLA. http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/reg_spss.htm (20. apr. 2013)

Statsoft Electronic Statistics Textbook. 2013. Statsoft.

<https://www.statsoft.com/textbook/general-linear-models> (23. apr. 2013)

Šmajdek K. 2001 Vpliv rdečega srca pri bukvi v fitocenozah asociacij *Lamio Orvalae-Fagetum* in *Cardamino Savensi-Fagetum* na kvaliteto lesa: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 44 str.

Tavčar M. 2011. Vpliv kakovosti hlodovine na natančnost in zmogljivost razžagovanja na tračnem in žagalnem stroju: diplomsko delo. (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo). Ljubljana, samozal.: 75 str.

Zell, J. Hanewinkel, M., Seeling, U. 2004. Financial optimisation of target diameter harvest of European beech (*Fagus sylvatica*) considering the risk of decrease of timber quality due to red heartwood. *Forest Policy and Economics*, 6, 6: 579-593

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Andreju Bončini in somentorju dr. Alešu Kaduncu za napotke, usmeritve in pomoč pri pisanju diplomskega dela.

Recenzentu dr. Davidu Hladniku se zahvaljujem za recenzijo naloge.

Zahvaljujem se Zavodu za gozdove Slovenije OE Ljubljana, ki je omogočil dodatne meritve v okviru gozdne inventure. Posebna zahvala gre Alešu Veselu, ki je bistveno pripomogel k izdelavi diplomskega dela. Najlepša hvala Blažu Klobučarju, Juretu Tamšetu, Klementu Malu, Branki Ojnik, Janezu Kermavnarju in ostalim, ki so pomagali pri dodatnih terenskih meritvah kakovosti bukve. Zahvaljujem se tudi Andreju Jeklarju in ostalim zaposlenim ZGS, ki so pripomogli k izdelavi diplomske naloge.

Za pomoč pri statističnih analizah se zahvaljujem dr. Matiji Klopčiču in Primožu Roglju.

Maji Božič se zahvaljujem za tehnični pregled naloge.

Zahvaljujem se svojim staršem, ki so mi omogočili študij in mi stali ob strani.