

ZNAČILNOSTI BUKOVEGA SEMENSKEGA SESTOJA NA BLEGOŠU S Poudarkom NA KAKOVOSTI DEBEL

Boštjan MALI¹, Andrej VERLIČ², Gaby DECKMYN³, Aleš KADUNC⁴, Hojka KRAIGHER⁵

Izvleček

V odraslem bukovem sestoju na Blegošu (1250 m/nm), ki je od leta 2004 vpisan v Seznam gozdnih semenskih objektov z identifikacijsko št. 4.0185, smo ocenjevali kakovost lesa v spodnji četrtini debla. Z vidika lesnoproizvodne funkcije bodočih sestojev je pomemben izbor sestojev, ki so prilagojeni na ekološke razmere in hkrati izkazujejo nadpovprečno rastnost in kakovost dreves, med katerimi manj kot 20 % dreves izkazuje napake glede kakovosti debla. Z namenom izboljšanja kakovosti matičnega sestaja je bilo l. 2005 odstranjeno fenotipsko negativno drevje. Posekana so bila razsohla drevesa ter drevesa z izrazito zavrtimi vlakni. Po preteku treh let nas je zanimalo, kakšna je sortimentna sestava v sestoju ter kakšna je njegova bruto vrednost. Z vzorcem ploskvic velikosti 2 ara smo obravnavali 12,4 % v prvem in 13,0 % površine v drugem delu sestaja. Pri klasificiranju najkvalitetnejših sortimentov v spodnji četrtini debla smo upoštevali srednji premer ter delež rdečega srca na petini višine drevesa. Za računanje tega smo uporabili regresijske enačbe, ki jih je razvil Torelli (1984). Raziskava je pokazala, da ni večjih razlik ne v sortimentni sestavi ne v vrednosti sestaja v primerjavi z neredčenim sestojem na podobnem rastišču. Zdi pa se, da redčenja, kljub ekstremnosti rastišča, v določeni meri prispevajo k povečanju prsnih premerov izbrancev.

Ključne besede: bukev, *Fagus sylvatica*, zgradba sestaja, kakovost debel, semenski sestoj, Blegoš, rdeče srce, zavrtost rasti, krošnjiški indeks

SEED STAND STRUCTURE OF BEECH ON MT. BLEGOŠ WITH SPECIAL RESPECT TO TRUNK QUALITY

Abstract

In a mature European beech stand on Mt Blegoš (1250 m/asl), wood quality of the lower fourth part of the stem was assessed. The stand was approved as a selected seed stand in 2004 (Id. No. 4.0185) and subsequently trees with forked stem and twisted fibres were cut in order to reduce the number (%) of trees with phenotypically negative characteristics. After three years we studied the wood quality structure and its gross value. The estimation was made on 2-are plots covering 12.4% in one part and 13.0% of surface area in the second part of the stand. We classified wood quality in the lower quarter of the stem with respect to the mean diameter and to the share of red heart at the fifth part of tree height. For the red heart calculation, the equations after Torelli (1984) were used. The study showed that there is no significant difference in wood quality structure and gross value between thinned and unmanaged stands on similar sites. However, in spite of the extreme forest site, trends were shown that thinning do contribute to the enlargement of DBH of the selected trees.

Key words: beech, *Fagus sylvatica*, stand structure, trunk quality, seed stand, Blegoš, red heartwood, spiral grain, crown index

UVOD

INTRODUCTION

O vrednosti bukovega lesa in o dejavnikih, ki tako ali drugače vplivajo nanjo, so pri nas že pisali (REBULA 2002, REBULA / KOTAR 2003, REBULA / KOTAR 2004, REBULA / KOTAR 2005, KADUNC 2006). Dejavniki, ki vplivajo na vrednost bukovih debel, so dimenzije drevesa, kakovost lesa, boniteta rastišča idr. Med temi dejavniki avtorji navajajo, da prav kakovost lesa najbolj vpliva na vrednost bukovine. Kvarni vpliv napak lesa je še posebej izrazit v prvi četrtini debla. Na podlagi volumna prve četrtine debla in ocenjene kakovosti

lesa najlaže napovemo, kakšna bo vrednost celotnega debla ali bukovine. Pri ocenah vrednosti bukovih debel Rebula in Kotar (2003) opozarjata, da moramo ločiti vrednost debel ob cesti in vrednost debel na panju. Medtem ko na vrednost bukovih debel ob cesti zelo vplivata kakovost lesa in dimenzije, na vrednost debel na panju poleg kakovosti lesa vplivajo tudi položaj sestaja in delovne razmere.

Pomembne so tudi napake lesa, ki se bolj ali manj pogosto pojavljajo pri bukvi, predvsem pojav diskoloriranega lesa (rdečega srca). Slednjega na stoječem drevju ni moč videti, lahko pa zelo zmanjša vrednost lesa. Rdeče srce nastane na lokaciji sušine, ki vsebuje veliko til. Te so nastale v dehidra-

¹ B.M., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, bostjan.mali@gozdis.si

² A.V., univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, andrej.verlic@gozdis.si

³ dr. G.D., University of Antwerpen, Belgium, gaby.deckmyn@UA.AC.BE

⁴ dr. A.K., univ. dipl. inž. gozd., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, ales.kadunc@bf.uni-lj.si

⁵ izr. prof. dr. H.K. univ. dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, hojka.kraigher@gozdis.si

cijski fazi drevesa in zmanjšujejo permeabilnost bukovine. Luščenje hlodovine in impregnacija železniških pragov je pri bukovini zaradi sušine in rdečega srca otežena. Pri nas je bil pojav rdečega srca obsežno raziskan (TORELLI 1984, 2001, KOTAR 1994, 2000, REBULA 2004). Vsi avtorji so enakega mnenja, da na pojav rdečega srca vpliva več dejavnikov, npr. delež krošnje, prsni premer, starost, višina drevesa, povprečni debelinski prirastek ter značilnosti rastišča. Med temi značilnostmi je v glavnem zaslediti nadmorsko višino, proizvodno sposobnost rastišča ter matično podlago. V literaturi se omenjajo tudi nekateri drugi vplivi, ki na pojavnost, velikost in delež rdečega srca s prej navedenimi dejavniki, kot navaja Rebula (2004), delujejo hkrati. Med temi so predvsem poškodbe na skorji, debelina in kot vej, odebelitve in žmule v zgornjem delu debla ali krošnji, simetričnost krošnje, razsohlost idr.

Poleg rdečega srca ima velik vpliv na kakovost lesa še vrsta drugih napak pri bukvi. Najprej so to notranje napetosti, ki so pri bukvi lahko zelo izrazite. Na pomožnih skladiščih jih lahko opazimo kot čelne razpoke na sveže posekanih deblih. Zavrtost rasti oz. lesnih vlaken (ang. spiral grain, tudi twisted grain) je odmik poteka rasti lesa od vzdolžne osi debla. Zavrtost je lahko desno- ali levosučna. Posebna vrsta napake pri bukvi je razsohlost, dvovrhatost oz. viličasta rast. Knoke *et al.* (2006) za bukev navajajo, da je rdeče srce najpomembnejša spremenljivka kakovosti debla, ki ji sledijo zavrtost vlaken, ukrivljenost debla (v povezavi s tenzijskim lesom), površinske poškodbe skorje in rastne napetosti. Med dejavniki, ki vplivajo na kakovost lesa, je tudi oblika debla oz. njena polnolesnost, ki pa je odvisna predvsem od dolžin-

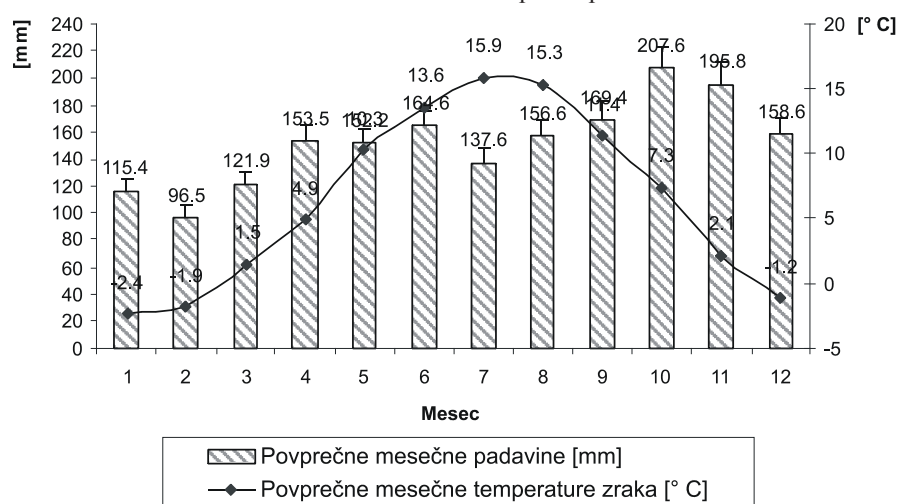
skega deleža krošnje, t.j. krošenjskega indeksa. Ravna rast, zavrtost vlaken in razsohlost so predvidoma pod genetskim nadzorom (KÖNIG 2005), zato so ti znaki vhodni kriteriji za odobritev semenskih objektov – matičnih sestojev, v katerih poteka pridobivanje semenskega materiala za sadnjo in setev v gozdovih z večnamenskim gospodarjenjem, ki vključuje lesno-proizvodno funkcijo (Pravilnik o pogojih za odobritev....., Ur.l.RS81/2003).

Kljub temu da so v preteklosti nekateri avtorji že podali enostavne regresijske enačbe za napovedovanje deleža rdečega srca (TORELLI 1984, KOTAR 1994), se v novejšem času pojavlja vse več verjetnostnih modelov, osnovanih na logistični regresiji (KNOKE 2003, KADUNC 2006). S pomočjo teh skušajo raziskovalci napovedati ne le verjetnost pojava rdečega srca, temveč npr. s t.i. postopkom »stepwise« izračunati tudi sortimentno sestavo in določiti tisti ciljni premer, pri katerem naj bi bil čisti donos optimalen (npr. ZELL *et al.* 2004).

Namen raziskave je ugotoviti, kakšen je delež kakovostnih razredov lesa oz. kakovostna sortimentacija po standardu JUS 1979, kakšen je delež fenotipsko negativnega drevja (dvovrhatih, z zavito rastjo) ter oceniti, kolikšna je bruto vrednost semenskega sestoja.

Z raziskavo pa smo želeli preveriti naslednje hipoteze:

- Sortimentna sestava bukovega semenskega sestoja je podobna sortimentni sestavi gozdnih sestojev na podobnem rastišču in matični podlagi, ki so jo ugotovili drugi avtorji.
- Nega in redčenja v sestojih na rastišču *Adenostylo-Fagetum* (altimontansko bukovje) prispevajo k povečanju prsnih premerov izbrancev.



Slika 1: Klimadiagram za območje Blegoša v obdobju 1977 do 2006 (Vir: Vir osnovnih podatkov, arhiv ARSO, Urad za meteorologijo)

Fig. 1: Climadiagram of the Blegoš region for the 1977- 2006 period (Source: The basic data source, ARSO Archives, National Meteorology Office)

- Vrednost obravnavanega (redčenega semenskega) sestoja presega vrednost neredčenega sestoja.

MATERIAL IN METODE MATERIALS AND METHODS

OPIS RAZISKOVALNEGA OBJEKTA DESCRIPTION OF THE RESEARCH AREA

Raziskovalni objekt je v gozdnogospodarski enoti Blegoš, ki spada v KE Poljane, ta pa je del OE Kranj. Objekt je na nadmorski višini 1200 do 1300 m v oddelku 142b in 144a ter obsega nekaj več kot 10 ha površine. Vegetacija, ki naseljuje ta del enote, je visokogorski bukov gozd na rastišču združbe *Ranunculo platanifolii-Fagetum (Adenostylo-Fagetum)*.

Gre za naravne enomerne bukove sestoj v razvojni fazi mlajšega debeljaka, ki pokrivajo jugozahodne lege pod Blegošem na naklonih terena od 10 do 40 %. V drevesni sestavi prevladuje bukev (*Fagus sylvatica*) z 89 %, tej sledijo smreka (*Picea abies*) s 5 %, gorski javor (*Acer pseudoplatanus*) s 4 % ter jelka (*Abies alba*) z 2 % (v Odločbi o odobritvi..., 2004). Pomlajevanje je naravno, negovanost dobra. Tla na dolomitni matični podlagi so rendzine. Povprečna letna temperatura zraka za območje okoli Blegoša za zadnjih 30 let znaša 6,4 °C, letno pa pade okoli 1800 mm padavin (slika 1).

Leta 2004 je bil na območju raziskovalnega objekta izločen in odobren gozdni semenski sestoj. V Register gozdnih semenskih objektov je vpisan pod identifikacijsko št. 4.0185, provenienca Blegoš – Prva ravan. Po Zakonu o gozdnem reprodukcijskem materialu (Ur. l. RS 58/02) je tip gozdnega objekta sestoj, v tem objektu je dovoljeno pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala kategorije: izbran. Površina semenskega sestoja znaša 18 ha.

Preglednica 1: Značilnosti sestoja

Table 1: Stand characteristics

Število dreves / ha	302
Srednja višina sestoja (m)	23
Zgornja višina sestoja (m)	26
Srednji premer sestoja (cm)	38
Lesna zaloga (m ³ / ha)	405
Tekoči prirastek (m ³ / ha)	7,8

Značilnosti sestoja, ki so bile ocenjene na terenu (v Odločbi o odobritvi..., 2004), lahko vidimo v preglednici 1.

METODE DELA METHODS

Koncept gojenja

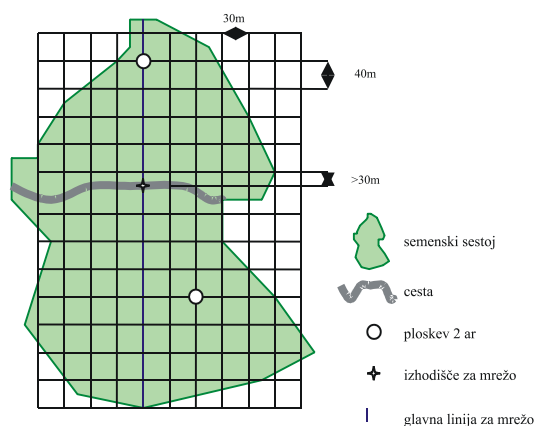
Po odobritvi semenskega sestoja smo najprej določili mrežo izbrancev (semenjakov). Ta so med seboj oddaljena 1 do 2 drevesni višini. V oddelku 142b smo izbrali 34 semenjakov, v oddelku 144a je bilo teh dreves 38. V odločbi za odobritev tega objekta so bile podane tudi usmeritve za nego z namenom, da se v zgornji plasti odstrani fenotipsko negativno drevje bukve (razsohle-dvovrhate, z zavito rastjo) ter izbrancem sprostijo krošnje. Pomembna je insercija vej, ki je lahko tudi genetske narave, pri tem pa ločimo ravnovejnate bukve (nem. fahnenartige B.) in metlaste bukve (nem. besenartige B.). Na inklinacijo vej vpliva tudi ali predvsem socialni položaj drevesa, na hitrost čiščenja vej pa predvsem krošenjski sklep. Vendar jakost sečnje v semenskem sestoju ne sme biti prevelika. Z vidika naravnega pomlajevanja bi preveč presvetljena tla pomenila ugodne razmere za bujno rast mladja, kar bi posledično pomenilo oteženo pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala. Z vidika stabilnosti sestoja le-ta ne sme biti ogrožena, še posebej zato, ker sestoj leži v gorskem svetu, kjer so vremenske razmere manj ugodne (vetrovi, ujme).

Odkazilo je bilo izvedeno po usmeritvah, določenih v odločbi. Odkazana so bila tudi drevesa, ki so predstavljala konkurentne izbranim semenjakom. V prvem oddelku je bilo tako posekanih 239 dreves (194 m³), v drugem oddelku pa 209 dreves (375 m³).

Postavitev vzorčnih ploskev, merjenje ter lociranje dreves

V dveh sestojih smo postavili mrežo krožnih ploskev velikosti dveh arov. Zaradi kasnejših izračunov smo želeli doseči pokritost raziskovalne površine z vzorcem 10 – 15 %. Ko smo meje raziskovalne površine vrisali v karto, smo določili lego glavne linije, ki poteka po najdaljši razdalji med nasprotnima robovoma meje sestoja. Ta linija je osnova za postavitev mreže vzorčnih ploskvic. Izračunali smo, da morajo biti ploskvice po dolžini oddaljene 40 m, po širini pa 30 m. V navadi je, da prva ploskev leži od gozdne ceste vsaj 30 m, poleg tega pa morajo postavljene ploskve v sečiščih mreže vedno ležati znotraj sestoja. Prvo ploskev smo postavili tako, da smo se vezali na cestni ovinek in se od njega oddaljili 100 m. V smeri

severa (azimut 0 °) smo 30 m od gozdne ceste zabili železni količek. Od tega količka je osnovana celotna mreža.



Slika 2: Shema vzorčenja v prvem sestoju

Fig. 2: Sampling plan in the first stand

Na prvi ploskvi smo postavili 28 krožnih ploskvic velikosti dveh ar. Polmer teh ploskvic smo korigirali glede na naklon terena. Površina, ki smo jo vzeli v raziskavo, je znašala v prvem sestoju 4,5 ha. Tako znaša delež vzorčne površine v tem delu sestoja 12,4 %.

Na nagnjenih terenih smo podobno kot polmere ploskvic korigirali tudi razdalje. Središča ploskvic smo označevali z železnim količkom in ga pobarvali z rdečo barvo. Za korekcije razdalj in polmerov ploskvic na naklonih smo uporabljali Priročnik za terensko snemanje podatkov, ki sta ga uporabljala tudi Gozdarski inštitut Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije za popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov (2007).

Po enaki metodologiji smo postavili mrežo ploskvic v drugem delu sestoja. Velikost raziskovalne površine v tem sestoju je znašala 6 ha, na njej pa smo postavili 39 krožnih ploskvic. To pomeni, da znaša delež vzorčne površine v tem delu semenskega sestoja 13,0 %.

Za določitev azimuta smo uporabljali busolo znamke Suunto, za merjenje premerov premerko, za merjenje oddaljenosti drevesa od središča ploskve kot tudi za merjenje višine drevesa in dna krošnje pa lasersko napravo Vertex III znamke Haglöf. Popis dreves smo začeli z drevesom, ki je bilo od severa prvo v smeri urinega kazalca.

2.2.3. Meteorološki podatki

Osnovne podatke o temperaturah zraka in količini padavin smo povzeli iz arhiva Agencije RS za okolje (ARSO).

Podatke o temperaturah zraka smo interpolirali med meteorološkima postajama Vojsko (1067 m n.m.v.) in Vogel (1535 m n.m.v.) na osnovi mesečnih povprečij za obdobje med 1977 do 2006 glede na nadmorsko višino po enačbi:

$$T_{Blegoš} = \frac{T_{Vojsko} (x - v_{Vojsko})}{v_{Vogel} - v_{Vojsko}} + \frac{T_{Vogel} \times (v_{Vogel} - x)}{v_{Vogel} - v_{Vojsko}}$$

x – nadmorska višina raziskovalnega objekta na Blegošu (1280 m)

v – nadmorska višina meteoroloških postaj

T – temperatura [° C]

Podatke o padavinah smo vzeli z najbližje meteorološke postaje (Leskovica, 805 m n.m.v.).

2.2.4. Ugotavljanje kakovosti dreves in deleža rdečega srca

Kakovost in opis dreves smo popisovali po priročniku (Manual za ocenjevanje..., 2007), ki smo ga sestavili iz 5 vsebinskih sklopov (drevo, prilagojen opis po IUFRO, rastne posebnosti debla, kakovostni razred, značilnosti krošnje). Lastnosti drevesa ter rastne posebnosti smo merili oz. ocenjevali na stoječem drevju vizualno glede na to, kakšne kakovosti utegne biti, ko doseže ciljni premer. Metodo merjenja in lociranja drevesa smo že opisali. V drugem sklopu smo ocenjevali socialni status drevesa, vitalnost, sposobnost reagiranja (na svetlobo), gozdnogojitveno vlogo ter kakovost, enako kot v klasifikaciji IUFRO (3 nivoji, npr. 1 – zgornja plast, 2 – srednja, 3 – spodnja plast). Kakovost drevesa smo ocenjevali le za spodnjo četrtino debla, saj se napake lesa više težko vidijo. Kakovost lesa v spodnji četrtini debla smo uvrstili v enega izmed treh kakovostnih razredov, in sicer v prvi razred (furnir, luščenc, hlod za žago I; v nadaljevanju F, L, ŽI), drugi razred (hlod za žago II; v nadaljevanju ŽII) in v tretji razred (hlod za žago III, prostorninski les; v nadaljevanju ŽIII, drva). Rastne posebnosti na deblu, kot so zavita rast, ukrivljenost debla ter tenzijski les, smo ocenjevali z rangiranjem (0 – ni, 1 – malo, 2 – veliko). Pri dvovrhatih drevesih smo ocenili mesto, kjer se pojavlja dvovrhatost (0 – zg. 1/3, 1 – 1/2 do 2/3, 2 – sp. 1/2, 3 – brez). Nadalje smo pri deblu ugotavljali obstoj žlebatosti, adventivnih poganjkov ter morebitnih odebelitev (0 – ne, 1 – da), poleg tega pa tudi velikost poškodovanosti debla (0 – brez, 1 – majhna, 2 – srednja, 3 – močna). Pri krošnji smo ugotavljali njeno uravnoteženost oz. simetričnost (0 – ne, 1 – da) ter kot vej (0 – oster, 1 – top). Dno krošnje smo

izmerili na višini, kjer je bila prva živa veja krošnje. Delež krošnje smo izračunali kot kvocient med dolžino krošnje in višino drevesa.

Z enačbama multiple regresije, ki ju je razvil Torelli (1984), lahko izračunamo delež rdečega srca od premera debla na petini višine drevesa ter delež t.i. dehidrirane cone (»sušine«). Ker razdalja od točke na petini višine drevesa do točke pri dnu krošnje in srednji polmer drevesa na 1/5 celotne višine kažeta dobro korelacijo s srednjim polmerom rdečega srca, smo delež tega izračunali tudi za obravnavani sestoj. Premer drevesa na petini višine drevesa smo izračunali glede na padec v odstotkih od prsnega premera za bukev (ŠURIČ 1938, cit. po ČOKL, 1975).

Torelli (2007) ugotavlja, da je razmeroma lahko napovedati pojavnost in obseg rdečega srca.

Regresijske enačbe (TORELLI 1984):

$$Y_1 = -1.153 + 0.252 X_8 + 0.336 X_9$$

$$(N = 100, r^2 = 0.66)$$

$$Y_3 = -2.496 + 0.280 X_8 + 0.156 X_9$$

$$(N = 100, r^2 = 0.47)$$

X_8 = razdalja od $h_{tot}/5$ do dna krošnje (m)

X_9 = srednji polmer na višini $h_{tot}/5$ (cm)

Y_1 – srednji polmer »dehidrirane cone« ($W \leq 45\%$) na $h_{tot}/5$ (cm)

Y_3 = srednji polmer rdečega srca na $h_{tot}/5$ (cm)

Ocenjene spodnje četrtine debla za prvi kakovostni razred smo na podlagi izračunanega deleža rdečega srca, srednjega premera sortimenta ter ocenjenih napak na deblu uvrstili med F, L ali ŽI. Volumne četrtin drugega kakovostnega razreda (ŽII) smo razdelili na hlode za žago II in III glede na razmerje teh dveh sortimentov pri bukvi, kot sta ga povzela Kadunc in

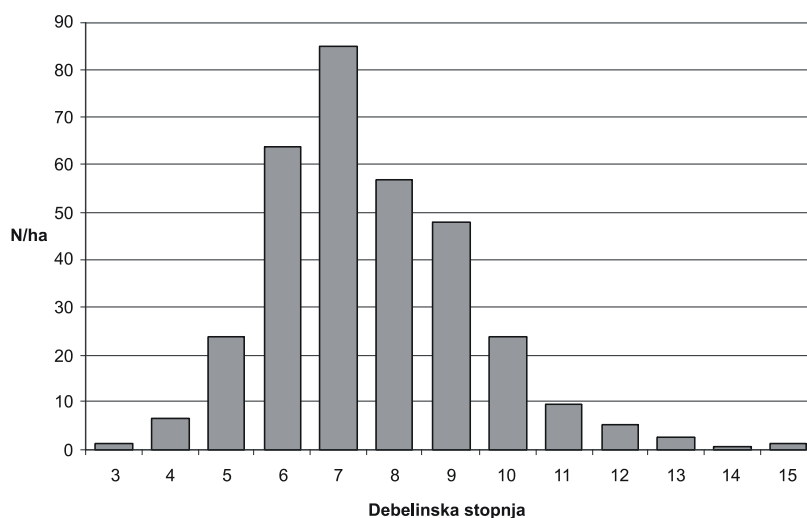
Kotar (2006) po različnih raziskavah (85% delež hlodovine za žago II za drevje s prsnim premerom pod 40 cm, 53% delež za drevje s prsnim premerom med 40 in 55 cm ter 43% delež za drevje s prsnim premerom, večjim od 55 cm).

Računanje vrednosti sestoja

Volumen dreves smo določili po dvovhodnih deblovnica (Grunder-Horn) za bukovo debeljad (KOTAR 2003), in sicer od vključno 3. debelinske stopnje dalje. Vrednost sestoja smo izračunali po postopku oz. metodi za določanje vrednosti in vrednostnega prirastka sestoja (KOTAR 1970). Vendar moramo na tem mestu pojasniti, da smo na terenu ocenjevali kakovost lesa na stoječem drevju le za spodnjo četrtino debla. Glede na kakovost sortimentov, ki jih lahko dobimo iz četrtine debla, listavce razvrščamo v 5 razredov (KOTAR 1970):

1. razred: Drevesa, ki so v 1. (spodnji) četrtini debla uporabna za furnirske hlode ali luščence, v 2. četrtini za žagovce in v 2. polovici za prostorninski les;
2. razred: Drevesa, ki morejo dati iz 1. četrtine debla furnirske hlode ali luščence, iz 2. četrtine in iz 2. polovice pa prostorninski les;
3. razred: Prva polovica debla je uporabna za žagovce, druga pa za prostorninski les;
4. razred: Samo 1. četrtina je uporabna za žagovce, preostala dolžina debla pa za prostorninski les;
5. razred: Drevesa, ki so uporabna le za prostorninski les.

Za izračun vrednosti drevesa smo uporabili odkupne cene na kamionski cesti po scenariju 4 iz raziskave Kadunca (2006). Za preostale tri četrtine drevesa smo upoštevali odkupno ceno



Slika 3: Porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah

Fig. 3: Distribution of number of trees by diameter classes

za prostorninski les. Vrednost sestoja smo dobili s seštevkom vrednosti vseh dreves in ga preračunali na ha površine.

Za primerjavo debelinske rasti, kakovosti in računanje vrednosti sestoja smo upoštevali analize rezultate sestoja v Črnem dolu (KOTAR 1989), za uporabnost modela ANAFORE za napovedovanje kvalitete lesa pa predstavitev tega modela (DECKMYN *et al.* 2008a).

REZULTATI IN RAZPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

SESTOJNE ZNAČILNOSTI STAND CHARACTERISTICS

Porazdelitev dreves v sestoju

Na vzorčnih ploskvah velikosti dveh arov (skupna površina 1,46 ha) je bilo 481 dreves, pri katerih smo ocenjevali kakovost. Iz slike 3 lahko razberemo, da 7. debelinska stopnja sestavlja dobro četrtino dreves v sestoju. Če seštejemo drevesa iz 6., 7. in 8. debelinske stopnje, ugotovimo, da sestavljajo skoraj dve tretjini vseh dreves. Ker je sestoj enomeren, je frekvenčna porazdelitev po premerih enovršna, zvonasta.

Malce drugačno porazdelitev v tem sestoju imajo drevesa po bruto volumnu debeljadi. Na sliki 4 lahko vidimo, kako se ti porazdeljujejo (volumen debel s skorjo) v sestoju po debelinskih stopnjah. Več kot polovica mase po volumnu v sestoju leži v 7., 8. in 9. debelinski stopnji.

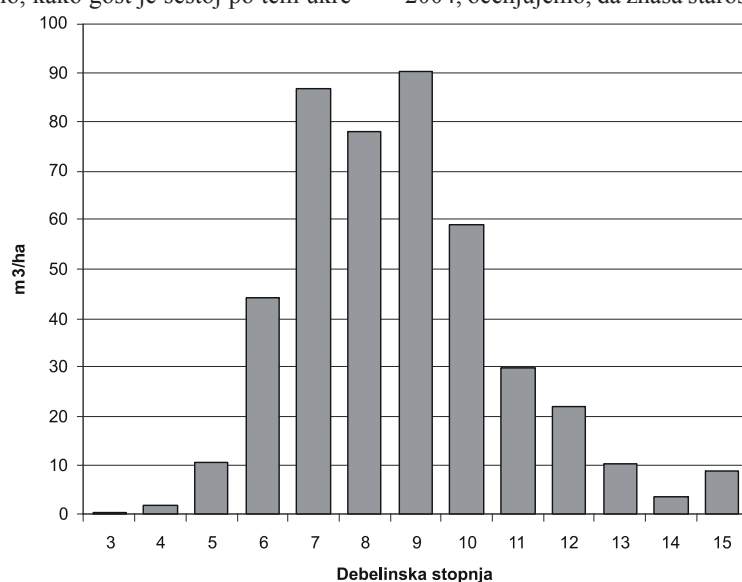
Ker so pred tremi leti v tem sestoju ukrepali z večjo jakostjo sečnje, nas je zanimalo, kako gost je sestoj po tem ukre-

pu. Za izračun smo uporabili koeficient gostote sestoja (I_k), ki ga je predlagal Kotar (1985). Povprečno višino dreves, ki tvorijo streho sestoja, smo za naš primer izračunali iz socialne plasti po IUFRO in ne iz socialnih plasti po Kraftu, kot bi sicer morali. Za naš primer znaša vrednost I_k 0,90. Kot navaja Kotar (2005), je pri preučevanju bukovih gozdov v Sloveniji znašala vrednost I_k v debeljaki od 0,76 do 1,31.

Vitkost dreves v sestoju nam dobro poda dimenzijsko razmerje R, ki je kvocient med drevesno višino in prsnim premerom. To razmerje je dokaj grob izraz oblike debela, vendar je v dobri korelacijski povezavi z mehansko stabilnostjo sestoja. Ta je še posebej pomembna pri trajnem funkcioniranju prebiralnih gozdov (REŠČIČ / BONČINA 2007).

Hočevar (1999) navaja, kako raziskave po vetrolojih kažejo, da je ogroženo predvsem drevje s faktorjem h/d, večjim od 80. Zelo pomembna za odpornost pri vetrolojih je izvotlenost debel, ki iz mehanskih razlogov napravi deblo bolj fleksibilno. Poleg višine je pomemben tudi krošnjiški indeks. Na dobrem rastišču je koreninski sistem razmeroma majhen in zbit, težišče hitro priraščajočega drevja pa vse višje. Po daljšem deževju in močnejšem vetru je na dobrih rastiščih zato več izvalitev drevja. Za obravnavani sestoj smo izračunali, da ima slaba tretjina dreves vrednost R nad 80, vendar pa ima skoraj polovica od teh vrednost R med 80 in 90. Bolj ogrožena so visoka drevesa od 3. do 7. debelinske stopnje. Dimenzijsko razmerje R se zmanjšuje z večanjem debelinske stopnje (slika 5).

Na podlagi dendrokronološke raziskave (debelna analiza), ki jo je na osnovi petih dreves opravil Levanič z GIS v letu 2004, ocenjujemo, da znaša starost sestoja nekaj manj kot 130



Slika 4: Porazdelitev lesne mase po debelinskih stopnjah

Fig. 4: Distribution of wood volume by diameter classes

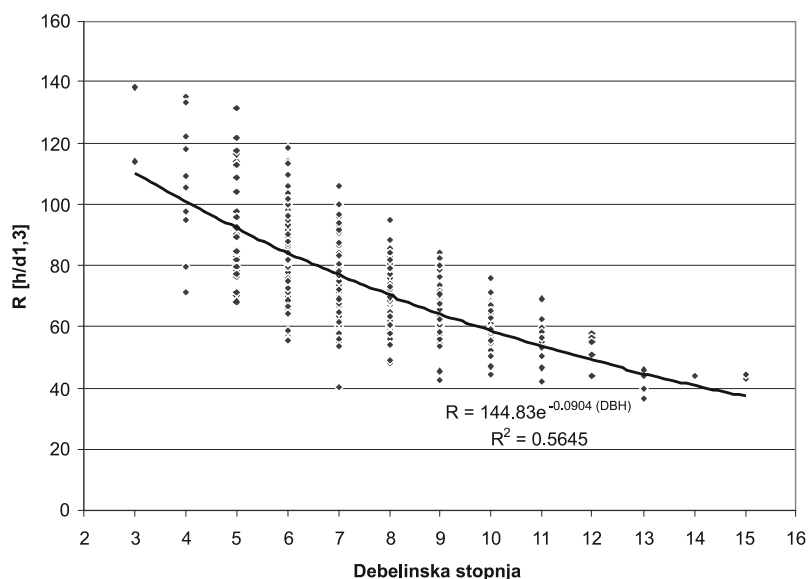
Slika 5: Porazdelitev razmerja R glede na debelinsko stopnjo ($R = f(\text{DBH})$)

Fig. 5: Distribution of R ratio with respect to diameter class ($R = f(\text{DBH})$)

let. Če upoštevamo še učinek zastora, ki ga moramo odšteti, to pomeni, da je sestoj star približno 120 let.

Debelinska rast

Iz poteka regresijske krivulje za debelinsko rast, ki smo jo prilagodili za naš sestoj, lahko razberemo, da bi pri starosti 150 let sestoj ravno dosegel take dimenzije, da ima prvi hlood lahko najboljšo kakovost (slika 6).

Regresijsko krivuljo za debelinsko rast smo prilagodili po enačbi $\ln y = a + b \cdot \ln(S) + c \cdot \ln^2(S)$, ki jo je uporabil Kotar (1989) za altimontanske bukove sestoj na rastišču *Adenostylo-Fagetum*, torej na takem, kot je obravnavani semen-

ski sestoj. Medtem ko ima krivulja sive barve (slika 6), ki jo je z regresijo določil Kotar (1989), značilno obliko iztegnjene črke S, pa kaže krivulja, prilagojena za naš sestoj, dokaj linearen potek debelinske rasti. Če v omenjeni raziskavi istega avtorja pogledamo presečišče krivulj tekočega in povprečnega debelinskega prirastka, ugotovimo, da je to pri nekaj manj kot 116 letih. To je starost, pri kateri povprečni debelinski prirastek kulminira. Sestoj na Blegošu ima pri tej starosti za približno 3,5 cm višji prsni premer kot sestoj v Črnem dolu. Vendar pa moramo poudariti, da so bili koeficienti regresijske krivulje izračunani na podlagi le dveh dreves iz zgornje plasti sestoja. Preostala tri drevesa, ki so pripadala srednji plasti, kažejo drugačen potek debelinske rasti in jih zato pri regresiji

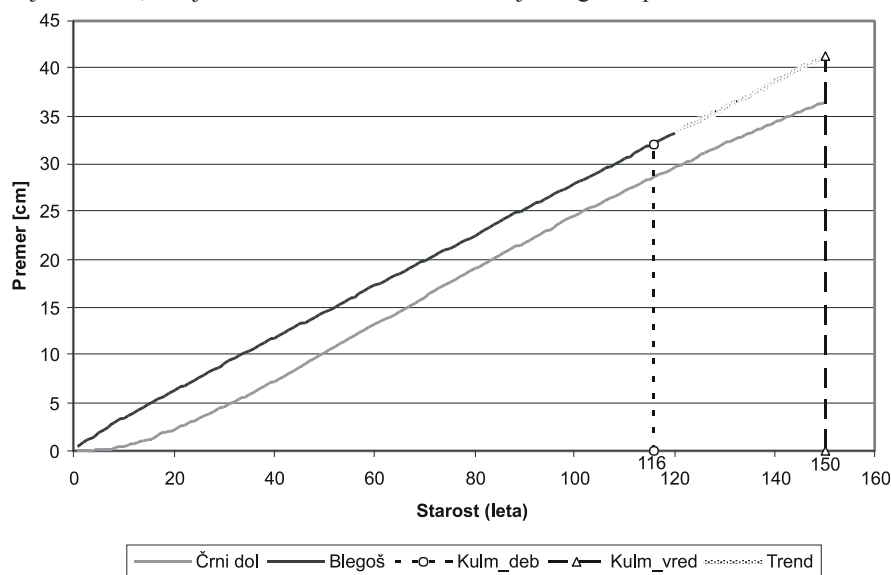
Slika 6: Regresijski krivulji za potek debelinske rasti glede na starost sestoja (R^2 (Črni dol) = 0,93; R^2 (Blegoš) = 0,94)

Fig. 6: Regression curve trends for diameter growth with respect to stand age (R^2 (Črni dol) = 0,93; R^2 (Blegoš) = 0,94)

nismo upoštevali. Ker je določevanje regresijske krivulje za sestoj na podlagi le dveh dreves dokaj nezanesljivo, je zadnji del te krivulje poudarjen s pikčastim vzorcem (Trend). Ta del samo prikazuje, kakšen premer bi sestoj dosegel, če bi se rast nadaljevala s to dinamiko. Reprezentativnost teh dveh dreves je torej vprašljiva, vendar drugih podatkov ni na voljo.

Kotar (1989) pravi, da je za sestoj na rastiščih *Adenostylo-Fagetum* in *Luzulo niveae-Fagetum*, t.j. altimontanska bukovja, nesmiselno postavljati visoke zahteve pri številu izbrancev na ha, ker v teh sestojih doseže le redkokatero drevo tako dimenzijo, da ima hlod kakovost furnirja ali luščenca. Poleg tega tudi pravi, da z redčenji na teh rastiščih ne moremo bistveno prispevati k povečanju prsnega premera izbrancev. Vendar smo za sestoj na Blegošu izračunali, da ima skoraj četrtina (24,2 %) dreves premer v prsni višini večji ali enak 40 cm, 13,5 % večji ali enak 45 cm in 6 % večji ali enak 50 cm. Povprečni prsni premer izbrancev v prvem oddelku je znašal 42,2 cm ($n = 28$, $s = 5,2977$, $t_{\text{tabl.}(d.f.=27,\alpha=0,05)} = 2,052$), v drugem pa kar 54,5 cm ($n = 14$, $s = 8,5686$, $t_{\text{tabl.}(d.f.=13,\alpha=0,05)} = 2,160$). S Studentovim »t-testom« smo dokazali, da so razlike v aritmetični sredini prsnih premerov izbrancev v primerjavi z aritmetično sredino sestoja značilne. Maksimalen premer izbranca v prsni višini je znašal celo 74 cm ($h = 32$ m). Enako smo s testom za velike vzorce dokazali, da se povprečni sredini prsnih premerov v obeh delih sestoja značilno razlikujeta od tablične 29,3. Pri tem ne smemo pozabiti tudi dejstva, da ima sestoj v Črnem dolu nižjo produkcijsko sposobnost rastišča ($SP_{\text{tpv}} = 5,4-6,5$ m³/ha), medtem ko se produkcijska sposobnost rastišča na Blegošu približa vrednosti 8 m³/ha. Glede na nizko gostoto izbrancev je pričakovati višje povprečne vre-

dnosti njihovih prsnih premerov. Kljub temu je povprečje v drugem oddelku precenjeno, saj več kot polovice izbrancev nismo našli. V treh letih so oznake izbrancev zaradi vremenskih vplivov izginile.

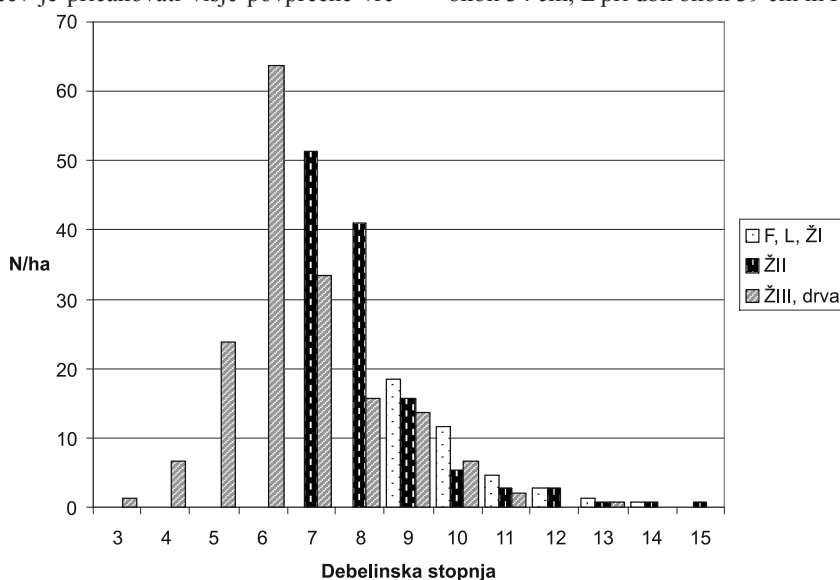
Pri starosti 120 let se srednji premer sestoja od tabličnega (29,3 cm, KOTAR / LEVANIČ 2003, prirejeno po HALAJ *et al.* 1987, v KOTAR 2003) in srednjega premera sestoja v Črnem dolu (29,6), ki je bil bolj ali manj prepuščen naravi, razlikuje za nekaj manj kot 4 cm (33,2 cm). V sestoju je najverjetneje velika večina izbrancev pripadala vsaj deveti debelinski stopnji, glede na vzorec oznak izbrancev, ki se je v teku treh let ohranil. Zdi se, da redčenja, kljub ekstremnosti rastišča, nekaj le prispevajo k povečanju prsnih premerov dreves v sestoju.

KAKOVOST LESA

WOOD QUALITY

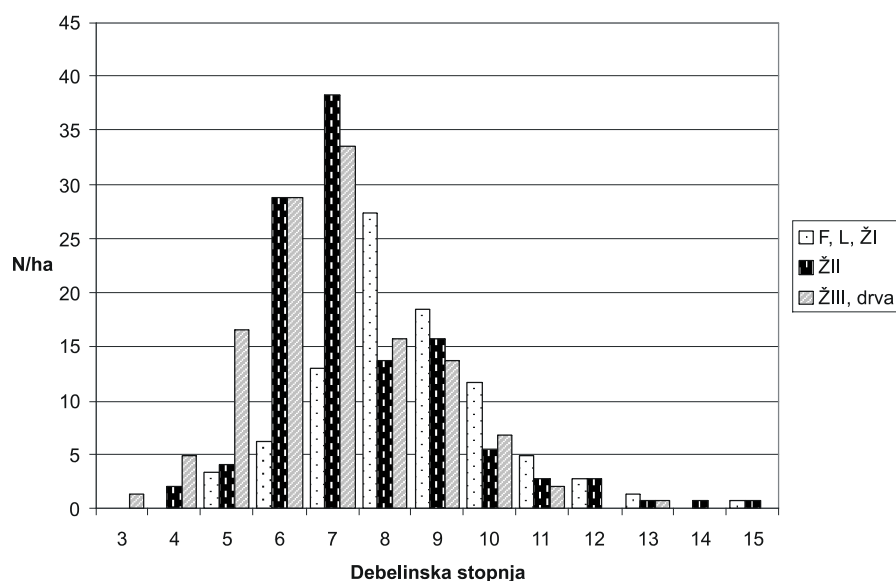
Kakovost lesa ob upoštevanju vidnih napak debel

S primerjavo porazdelitve kakovosti dreves po debelinskih stopnjah (sliki 7 in 8) ugotovimo, da na prvi sliki do 9. debelinske stopnje ni dreves z najboljšo kvaliteto lesa, medtem ko je pričakovana porazdelitev dreves (slika 8) dokaj simetrična. Pričakovana porazdelitev je v našem primeru tista, ki jo pričakujemo v času, ko bodo drevesa dosegla ciljni premer. Sedanja porazdelitev kakovosti lesa smo dobili tako, da smo postavili mejni premer 40 cm za prvi kakovostni razred (F, L, ŽI). Kakovost za ŽI lahko sicer dosežemo že pri dbh okoli 34 cm, L pri dbh okoli 39 cm in F pri okoli 44 cm, kljub



Slika 7: Porazdelitev kakovosti dreves po debelinskih stopnjah

Fig. 7: Distribution of wood quality by diameter classes



Slika 8: Potencialna porazdelitev kakovosti dreves glede na debelinsko stopnjo

Fig. 8: Potential distribution of wood quality with regard to diameter class

temu pa smo enotno mejo postavili na 40 cm. Vsa tista drevesa, ki so bila uvrščena v prvi kakovostni razred in so bila tanjša od 40 cm, so zato prešla v drugega (ŽII). Vse drevice, tanjše od 30 cm, smo uvrstili v tretjo kakovostno skupino, saj se pri njih lahko pričakujejo le drva.

Potencialna porazdelitev kakovosti lesa je tista, ki smo jo dejansko ocenili na terenu. Jasno nam mora biti, da drevo v 6. debelinski stopnji še ne more imeti furnirske kakovosti lesa, čeprav ima popolnoma ravno deblo brez napak. Vendar so to tista drevesa, ki imajo premer manjši od 40 cm in imajo možnost, da dosežejo prvi kakovostni razred. To pomeni, da imajo možnost doseči vsaj takšno kakovost, kot jo imajo hloidi za žago prvega kakovostnega razreda (ŽI).

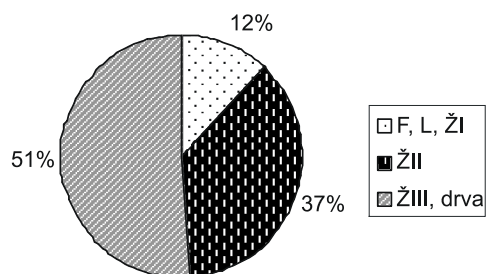
Na grafikonih (sliki 9 in 10) lahko vidimo, da ima 27 % dreves v sestoji možnost, da doseže prvi kakovostni razred, medtem ko je dejansko v prvem kakovostnem razredu danes le 12 % dreves. Zagotovo ne bodo vsa drevesa z dobrim potencialom doseгла prvega kakovostnega razreda. Kot vemo, je hitrost priraščanja dreves v debelino odvisna, poleg drugih spremenljivk (npr. svetlobnih razmer), od njihove starosti.

Nekatera drevesa zato ne bodo doseгла tistega minimalnega premera, ki zadošča pogoju za hloid prvega kakovostnega razreda.

Kakovost lesa glede na razsohlост in delež krošnje

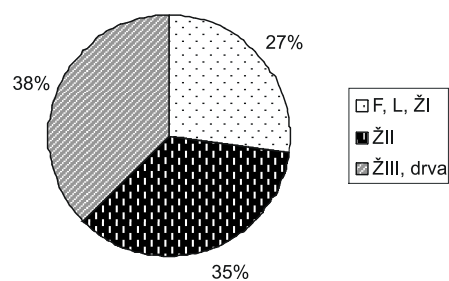
V sestoji je 87 % dreves brez razsohlости oz. so razsohla v zgornji tretjini, česar ne štejemo med napake. Nadalje je 6 % dreves razsohlih med 1/2 do 2/3 drevesne višine in 7 % je takšnih, ki so razsohla v spodnji polovici drevesa. Razsohlост v tem sestoji torej ni problematična.

Slika 11 prikazuje porazdelitev kakovosti dreves glede na 6 različnih kombinacij z ozirom na delež krošnje in mesto, kjer se pojavlja razsohlост. Opazimo, da ima slaba petina dreves delež krošnje manjše od 1/3 drevesne višine in nima razsohlости oz. je razsohla v zgornji 1/3 drevesne višine (kombinacija 0,1). Razveseljuje pa nas lahko dejstvo, da imata skoraj dve tretjini dreves delež krošnje v obsegu med 1/3 in 2/3 drevesne višine, krošnja ni razsohla oz. le v zgornji tretjini (kombinacija 0,2).



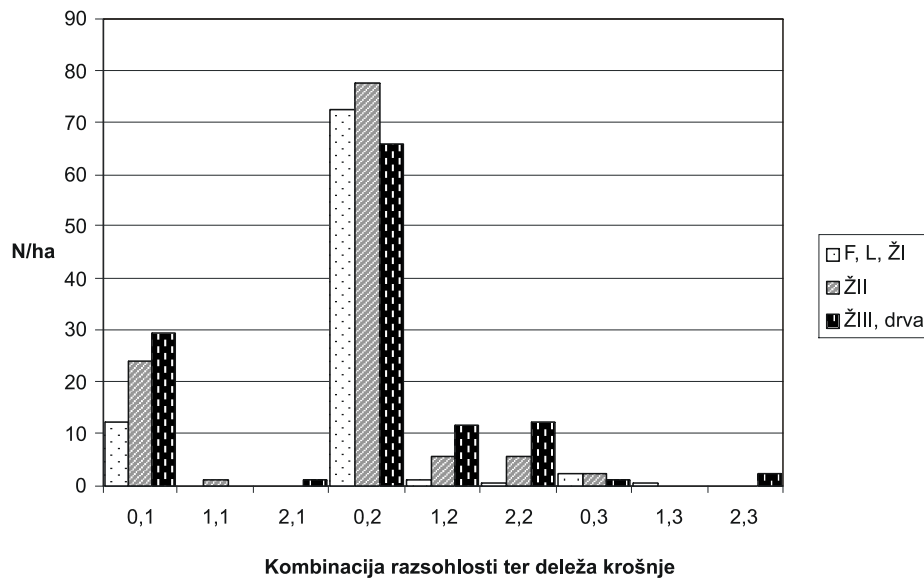
Slika 9: Sedanja sortimentna sestava

Fig. 9: Current assortment structure



Slika 10: Potencialna sortimentna sestava

Fig. 10: Potential (expected) assortment structure

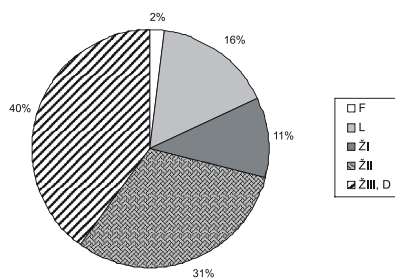


Slika 11: Razsohlost in delež krošnje

Fig. 11: Forks and crown sizes

Večina dreves ne izkazuje očitne zavite rasti. V mladosti je bukev večinoma desnosučna (odklon od navpičnice na desno), kasneje pa levosučna, pri čemer je prehod bolj ali manj nejasen. Največ dreves z zavito rastjo je v 7. debelinski stopnji.

Iz slike 12 lahko sklepamo, da je v sestoji manj kot tretjina hlovov z najboljšo kakovostjo (F, L, ŽI) v spodnji četrtini debla. Če bi imeli podatke za izračun sortimentacije celih dreves, bi se delež hlovov z najboljšo kakovostjo lesa občutno zmanjšal. V preostalem delu debla je namreč ponavadi les slabše kakovosti. Običajno pri drevesih z najboljšo kakovostjo lahko v drugi in tretji četrtini še pričakujemo hlode za žago, medtem ko pri drugem drevju prevladuje prostorninski les.



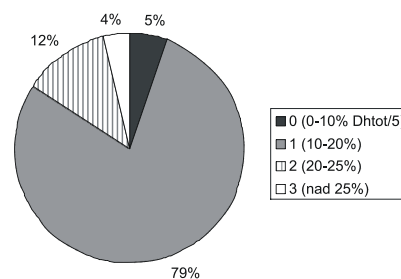
Slika 12: Sortimentna sestava semenskega sestaja (kakovost spodnje četrtine debla po volumnu!)

Fig. 12: Assortment structure of seed stand (quality of the lower quarter of the stem by volume!)

Še enkrat moramo poudariti, da do tod v nobenem primeru nismo upoštevali, da bi drevesa vsebovala rdeče srce.

Kakovost lesa upoštevajoč rdeče srce

Kakšna je sestava najkakovostnejših dreves glede na delež rdečega srca od premera drevesa na petini višine, prikazuje slika 13. Vidimo, da ima le 5 % dreves z najboljšo kakovostjo delež rdečega srca manjši od 10 %. Večina dreves ima delež rdečega srca med 10 in 20 %. Po standardu JUS 1979 je meja za rdeče srce pri bukvi za furnirsko kakovost 20 %. Podobno je npr. v Nemčiji, kjer bukove hlode razvrščajo v tri kakovostne razrede. Za najvišji kakovostni razred (A) je velikost rdečega srca omejena na 12 cm oz. 20 %, za razred (B) 30 %, za razred (C) pa ta delež lahko presega 30 % (ZELL *et al.* 2004).



Slika 13: Sestava najkakovostnejših dreves (F, L, ŽI) glede na obseg rdečega srca znotraj 1. socialnega položaja

Fig. 13: Structure of the highest wood quality class with regard to red heartwood within 1st. social position

Če upoštevamo delež rdečega srca in sestavo najbolj kakovostnih dreves, kot jo kaže slika 13, lahko ugotovimo sorti-

Preglednica 2: Primerjava sortimentne sestave v neredčenem in redčenem sestaju (v %)

Table 2: Comparison of assortment structure in unthinned and thinned stands (in %)

Lokacija	Furnir	Luščenc	Hlod za žago I	Hlod za žago II	Hlod za žago III	Prostorninski les
Črni dol	1,1	5,2	11,6	22,7	6,2	53,1
Blegoš	0,9	7,3	4,9	13,6	8,0	65,4

*Podatki za Črni dol so povzeti iz raziskave Kadunc in Kotar (2006)

*Data of Črni dol are summarized from study by Kadunc and Kotar (2006)

mentno sestavo dreves (volumna debel) v sestaju. Vidimo, da le 2 % dreves lahko po volumnu doseže najboljšo kvaliteto, medtem ko preostala drevesa v prvem kakovostnem razredu sestavljajo dobrih 27 % od celote (slika 12).

Kljub temu da nismo imeli podatkov o kakovosti lesa v preostalem delu drevesa, smo izračunali približno sortimentno sestavo. Predpostavili smo, da je v drugi polovici drevesa samo prostorninski les, medtem ko smo drugi kakovostni razred razdelili po razmerjih, kot je opisano v metodah. Glede na to, da meja med kvaliteto lesa za hlovino Ž II in Ž III ni tako ostra, je lahko delež teh sortimentov drugačen. Precenjen je verjetno tudi delež prostorninskega lesa. Delež najboljše kakovosti lesa je najbrž dokaj realen, ob predpostavki, da je dejanski delež rdečega srca podoben deležu, ki smo ga izračunali s pomočjo regresijskih enačb. V preglednici 2 vidimo, da je kakovost lesa, kljub redčenju, slaba. Zaradi ekstremnosti rastišča kljub nekoliko večjemu srednjemu premeru sestaja pri starosti okoli 120 let premalo dreves dosega take dimenzije, da bi pričakovali sortimente z večjim deležem furnirja ali luščenca.

VREDNOST IN VREDNOSTNI PRIRASTEK SESTOJA

VALUE AND VALUE INCREMENT OF STAND

Vrednostnega prirastka sestaja nismo računali. Tega sicer najlaže ugotavljamo na osnovi vrednosti sestaja (KOTAR 2005). Poleg sedanje vrednosti sestaja moramo poznati še vrednost sestaja izpred nekaj let ter vrednost redčenj v tem obdobju. Žal teh podatkov ni na voljo. Prav tako nismo naredili debelnih analiz ali izvrtkov, s katerimi je tudi mogoče bolj ali manj natančno izračunati vrednostni prirastek sestaja. Ta se glede na kakovost rastišča ($SI_{100} = 22 - 26$ m) in matično podlago (dolomit) po raziskavi, ki jo je opravil Kadunc (2006), uvršča med srednje produktivna rastišča. Če upoštevamo četrti scenarij iz te raziskave, ki predvideva le rast cene prostorninskega lesa za 30 % (kar se je v letu 2006 že uresničilo), potem povprečni vrednostni prirastek kulminira pri 150

letih, takrat pa naj bi dosegel tudi ciljni premer okoli 45 cm. Če upoštevamo druge scenarije, ki so kombinacija različnih cen lesa ter stroškov pridobivanja lesa, povprečni vrednostni prirastek kulminira še kasneje. Glede na potek krivulje debelinske rasti na sliki 6 bo to verjetno kar držalo.

Za naš sestoj smo vendarle izračunali njegovo bruto vrednost s skorjo. Ta znaša 20.950 €/ha, medtem ko je vrednost dreves v prvi četrtini debla 10.262 €/ha. Iz tega lahko sklepamo, da sestavlja prva četrtina debla v povprečju okoli polovico vrednosti drevesa za obravnavani sestoj. V domači literaturi pa zasledimo, da je v spodnji četrtini debla v povprečju obravnavanih podatkov 48,5 % volumna lesa in kar 62,7 % vrednosti debla (REBULA / KOTAR 2003). Ker nam absolutna vrednost sestaja bolj malo pove, smo za primerjavo spet vzeli sestoj v Črnem dolu, ki ni bil redčen. Njegova povprečna vrednost znaša 22.065 €/ha (KADUNC / KOTAR 2006). Večja vrednost neredčenega sestaja gre na račun večje lesne zaloge. Ne smemo pozabiti niti dejstva, da je to vrednost sestaja, ki je za približno 25 let starejši. Vprašanje je, koliko bodo v dobi 25 let drevesa na Blegošu prirasla v debelino. Sortimentna sestava se verjetno ne bo spremenila, glede na potek povprečnega vrednostnega prirastka iz raziskave Kadunca (2006) pa sestoj že sedaj skoraj dosega svoj maksimum po vrednosti.

Ne glede na vrednost redčenj in vrednost semena, ki ga bo sestoj še pridelal v času do končnega poseka, vrednost redčenega sestaja ne presega vrednosti neredčenega sestaja na tem rastišču oz. je kvečjemu enaka. Če bi imeli še podatke za izračun vrednostnega prirastka, bi ugotovili, da je ta verjetno večji v semenskem sestaju.

Pri vrednostnem prirastku velja, da pri sestojih na boljših rastiščih povprečni vrednostni prirastek kulminira pri višji starosti kot na slabših, ker je sortimentna sestava sestojev na boljših rastiščih boljša (KOTAR 2005). Vendar pa vemo tudi, da povprečni volumenski prirastek sestaja kulminira na slabših rastiščih pri višji starosti kot pri sestojih na dobrih rastiščih. Višina vrednostnega prirastka v starosti, ko nastopi kulminacija, je zato razmeroma dolgo dobo konstantna. Iz-

jema so sestoji črne jelše, divje češnje, poljskega jesena pa tudi bukve, s hitro napredujočimi obsegi napak, kot je to npr. rdeče srce, trohnoba ipd. Kadunc (2006) za bukove sestojke ugotavlja, da povprečni vrednostni prirastek hitreje kulminira pri višjih bonitetah in nekoliko hitreje v redčenih sestojih kot neredčenih. To se ujema tudi z zgodnjim pojavom rdečega srca, ki je praviloma vezan na dobra rastišča z gostim sklepom (TORELLI 1984, 2001). Na teh rastiščih je običajno priraščanje v višino in debelino hitrejše, zaradi kratke krošnje je možnost za nastanek rdečega srca, ki razvrednoti les, večja. Tudi poškodbe metlastih krošenj so pri poseku verjetnejše. Dehidracija na takšnih rastiščih poteka hitreje, zato odlom večje veje brez tesnilne »zaščitne plasti« ob deblu povzroči vdor zračnega kisika, nastanek rdečega srca in okužbo. Ker smo na pomožnem skladišču žičničnega spravila v bližnjem sečišču videli razmeroma velik delež posekanih bukev, ki so imele rdeče srce, bo starost sestojke pri 150 letih verjetno že kar skrajni čas, ko bi sestoj moral v obnovo.

NAPOVEDOVANJE KVALITETE LESA IN MODELIRANJE

WOOD QUALITY PREDICTIONING AND MODELLING

Ocenjevanje kakovosti lesa le po zunanjih značilnostih debla ali celotnega drevesa se zdi nekoliko težavno. Ne le zato, ker se napake lesa višje v deblo težje vidijo, marveč tudi zato, ker zunanje značilnosti drevesa niso edini pogoj za kakovost lesa v notranjosti debla. Ta je odvisna od vrste drugih vplivov, kot so npr. redčenja, obvejevanje ipd., ki vplivajo na rastne značilnosti (dolžina vlaken, elastičnost, slepice ipd.). Na osnovi podatkov o zunanjih značilnostih lesa so se razvili empirični modeli (npr. za napovedovanje verjetnosti pojava rdečega srca glej KNOKE 2003), s katerimi lahko posredno ugotovljamo kakovost lesa. Čeprav ti modeli včasih kažejo dobro korelacijo z nekaterimi neodvisnimi spremenljivkami, ne prikažejo dejanske kvalitete lesa. Eden novejših ravninskih modelov je model ANAFORE (ANALYSIS OF FOREST ECOSYSTEM), s katerim prav tako lahko ocenimo razvoj kakovosti lesa (DECKMYN *et al.* 2008a). Ta na nivoju sestojke poda letni prirastek in gostoto branik, razmerje med ranim in kasnim lesom ne glede na drevesno vrsto ter skupno biomaso vej. Vanj vključimo spremenljivke različnih kategorij, kot so sestojne značilnosti, drevesna vrsta, lastnosti tal ter klime.

Podatki o kvaliteti lesa z Blegoša so bili uporabljeni tudi v delu Deckmyn *et al.* (2008b, v tisku). V modelu je zajeta regresijska enačba za velikost rdečega srca, ki jo je razvil To-

relli (1984), rezultati pa so bili izboljšani s t.i. »Bayesovim pristopom«, ki uporablja funkcije gostote različnih razredov. Modelna slika kakovosti lesa v sestoji se s trenutnim stanjem, ki je bilo ugotovljeno na terenu, ujema dokaj dobro. Omeniti velja, da so bili v model poleg merjenih značilnosti dreves vključeni še nekateri drugi parametri, ki so bili ugotovljeni na večjem številu dreves iz raziskave bukovih gozdov v Nemčiji (DECKMYN *et al.* 2007) in ki so pomembni predvsem z vidika fiziologije drevesa. Kljub optimizaciji modela po Bayesovem postopku je stopnja negotovosti za večino vhodnih parametrov dokaj velika.

V povezavi z omenjenimi empiričnimi modeli utegne biti ANAFORE dober pripomoček v smislu ugotavljanja in napovedovanja kvalitete lesa ter simulacije učinkov gozdnogojitvenih ukrepov. Modeli utegnejo biti koristni, vendar včasih preveč objublajo. Npr. dolžina vlaken ne pove ničesar o mehanski trdnosti tkiva. Tudi določevanje kasnega lesa pri difuznoporozni bukvi je negotovo. Z vidika kakovosti lesa bi bilo pomembneje napovedati premer manjvrednega juvenilnega in krošenskega lesa ter tenzijskega lesa.

SKLEPI CONCLUSIONS

- Sortimentna sestava bukovega semenskega sestojke na rastišču združbe *Adenostylo-Fagetum* z dolomitom je podobna sortimentni sestavi sestojke na podobnem rastišču in matični podlagi, ki sta jo ugotovila Kadunc in Kotar (2006).
- Zdi se, da negovanje in redčenja v sestoji na ekstremnem rastišču (altimontansko bukovje) v določeni meri prispevajo k povečanju prsnih premerov izbrancev.
- Vrednost obravnavanega sestojke ne presega vrednosti neredčenega sestojke na takem rastišču.
- Starost sestojke okoli 150 let bo čas, ko bi bilo treba sestoj obnoviti.

POVZETEK

Raziskovalni objekt je izbrani semenski sestoj bukve v KE Poljane (OE Kranj) jugozahodno od vrha Blegoša na nadmorski višini okoli 1250 m. Gre za visokogorski bukov gozd na rastišču združbe *Ranunculo platanifolii-Fagetum* (*Adenostylo-Fagetum*), ki je večinoma enomeren. Objekt obsega nekaj več kot 10 ha površine, kjer smo sistematično oblikovali mrežo (30 x 40 m) ploskvic velikosti 2 arov.

Na objektu smo ocenjevali kakovost lesa za spodnjo četrtino debla, vključujoč napake lesa na deblu. Za računanje deleža rdečega srca smo uporabili regresijske enačbe po Torelli (1984). Bruto vrednost sestaja smo izračunali po metodologiji Kotar (1970).

Semenski sestoj na Blegošu ima zvonasto porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah, ki je značilna za enodobne sestoje. Glede na število dreves prevladuje 7. debelinska stopnja, glede na volumen debel pa 9. Srednji temeljnični premer sestaja znaša 36 cm. Kljub temu da ima slaba tretjina dreves vrednost dimenzijskega razmerja R (h/d) nad 80, stabilnost sestaja ni ogrožena.

Zgornja višina sestaja znaša 26 m pri starosti 120 let, čemur ustreza višinski razred 24 (pri starosti 100 let je zgornja višina 24 m) po slovaških tablicah, ki sta jih priredila Kotar in Levanič (2003, v KOTAR 2003). Vendar pa se pri tej starosti srednji premer sestaja od tabličnega (29,3 cm) in srednjega premera sestaja v Črnem dolu (29,6), ki je bil bolj ali manj prepuščen naravi, razlikuje za nekaj manj kot 4 cm. To dokazuje ne samo, da je to sestoj po redčenju, marveč tudi, da je bil sestoj v preteklosti gospodarjen.

Za potek debelinske rasti smo sestoju prilagodili regresijsko krivuljo po enačbi, ki jo je uporabil Kotar (1989). Regresijska krivulja nakazuje linearen potek debelinske rasti. Rebula in Kotar (2005) navajata, da vrednost bukovih debel in bukovine na panju narašča približno s kvadratom debeline in linearno z rastjo višine. Vrednosti debel na panju nismo izračunali.

Po raziskavi, ki jo je za bukove sestoje na različnih rastiščih in različnih matičnih podlagah opravil Kadunc (2006), je moč ugotoviti, da povprečni vrednostni prirastek analiziranega sestaja kulminira pri starosti 150 let oziroma še kasneje. Čas kulminacije je poleg rastišča in matične podlage odvisen tudi od različnih kombinacij odkupnih cen ter stroškov pridobivanja lesa.

Na terenu smo ocenjevali kakovost dreves samo za spodnjo četrtino debla. Analiza je pokazala, da lahko v sestoju doseže 27 % dreves prvi kakovostni razred (F, L in ŽI), 35 % drugi (ŽII) in 38 % tretji (ŽII in prostorninski les) kakovostni razred. Dejansko je delež dreves prvega kakovostnega razreda manjši, saj drevesa še nimajo dovolj velikih premerov za doseganje najboljše kakovosti. Kotar (1989) pravi, da v altimontanskih bukovih sestojih le redko drevo doseže tako dimenzijo, da ima hlod kakovost furnirja oziroma luščenca. Isti avtor navaja tudi, da z redčenji na teh rastiščih ne moremo bistveno prispevati k povečanju prsnega premera izbrancev.

Kakorkoli, analizirani sestoj, ki je bil v preteklosti dobro negovan, ima skoraj četrtino (24,2 %) dreves s prsnim premerom večjim ali enakim 40 cm. Poleg tega povprečni vrednosti prsnih premerov izbrancev v obeh sestojih jasno kažeta značilno višje prsne premere ($M_1 = 42,2$ cm, $M_2 = 54,5$). Največji premer v sestoju je znašal celo 74 cm (višina 32 m). Vzrok večjega prsnega premera sestaja so lahko redčenja in/ali posebnosti v osnovanju sestaja.

Razsohlost in zavrtost vlaken v sestoju ne povzročata večjih težav, medtem ko bi bil lahko delež krošnje morda malce večji. V povprečju ta znaša nekaj več kot 40 % drevesne višine. Pomembno je predvsem, kako velike oz. dolge krošnje imajo dominantna drevesa. Delež krošnje pri 100 najdebelejših drevesih v sestoju znaša 51 %, kar je zadovoljivo.

Z upoštevanjem regresijskih enačb, ki jih je razvil Torelli (1984), lahko z določenim tveganjem napovemo pojavnost in obseg rdečega srca na petini drevesne višine. Ugotovili smo, da ima v prvem kakovostnem razredu delež rdečega srca manjši od 10 % premera le 5 % dreves. Večina dreves (79 %) ima delež srca v obsegu med 10 in 20 %.

Z upoštevanjem predvidenega deleža rdečega srca smo izračunali, kolikšne volumenske deleže zavzemajo posamezni kakovostni razredi. Izračun je pokazal, da prvi razred zavzema manj kot tretjino dreves po volumnu debel, drugi kakovostni razred zavzema 31 % in tretji kakovostni razred 40 % dreves.

Sortimentno sestavo semenskega sestaja smo primerjali s Sortimentno sestavo neredčenega sestaja, ki sta jo ugotovila Kadunc in Kotar (2006) za podobno rastišče in matično podlago. Delež hlodov najboljše kakovosti je dokaj podoben, medtem ko je hlodov za žago malo manj, prostorninskega lesa pa malo več.

Z upoštevanjem scenarija iz raziskave Kadunca (2006), ki predvideva le rast cene prostorninskega lesa za 30 %, povprečni vrednostni prirastek kulminira pri 150 letih, takrat pa naj bi tudi dosegel ciljni premer 45 cm. Če upoštevamo regresijsko krivuljo za debelinsko rast, naj bi sestoj dosegel ta premer pri višji starosti, nekje pri 160 letih. Za bukove sestoje pa je bilo ugotovljeno, da povprečni vrednostni prirastek hitreje kulminira na produktivnejših rastiščih in nekoliko hitreje v redčenih sestojih kot neredčenih (KADUNC 2006). Podobno, posredno, povezujejo produktivnostjo rastišč in pojav rdečega srca tudi drugi avtorji (npr. KOTAR 1994, TORELLI 1984). Obstoj rdečega srca lahko zelo zmanjša vrednost drevesu oz. sestoju, posledično pa to vpliva tudi na čas kulminacije vrednostnega prirastka. V bližnjem sečišču smo na pomožnem skladišču

videli razmeroma velik delež »rdečih« bukev. Starost sestoja okoli 150 let bo zato skrajni čas, ko bo moral v obnovo.

Z ocenjevanjem drevesa po zunanjem videzu v spodnji četrtini debla lahko dokaj natančno ocenimo kakovost lesa. Rebula in Kotar (2003) navajata, da lahko s to oceno in merami drevesa dovolj zanesljivo ocenimo vrednost spodnje četrtine debla. Z enačbo, ki sta jo predlagala ta avtorja, pa lahko dovolj dobro ocenimo tudi vrednost celotnega debla in jo izrazimo z indeksi cen. Kakorkoli, zunanje značilnosti drevesa nam večkrat ne povedo, kakšna je dejanska kakovost lesa. Rastni model ANAFORE utegne biti dober pripomoček za napovedovanje kvalitete lesa za sestoj, ob predpostavki, da vanj vključimo izbran empiričen model, ki kaže razmeroma dobro korelacijo med določenim znakom in značilnostim lesa na nivoju drevesa. Kljub temu, modeli so koristni, a včasih preveč obljublajo.

Podatkov za izračun vrednostnega prirastka sestoja ni na voljo. Sestoj se glede na kakovost rastišča ($SI_{100} = 22 - 26$ m) in matično podlago (dolomit) po raziskavi, ki jo je opravil Kadunc (2006), uvršča med srednje produktivna rastišča.

Bruto vrednost sestoja s skorjo znaša 20.950 €/ha, medtem ko znaša vrednost dreves v prvi četrtini debla 10.262 €/ha. Ta v povprečju obsega okoli polovico vrednosti drevesa za obravnavani sestoj. Sedanja vrednost sestoja je manjša oz. kvečjemu enaka v primerjavi s 25 let starejšim neredčenim sestojem na rastišču združbe *Adenostylo-Fagetum*. Vrednosti dreves iz redčenj in vrednosti semena nismo upoštevali. Glede na potek povprečnega vrednostnega prirastka iz raziskave Kadunca (2006) pa sestoj že sedaj skoraj dosega svoj maksimum po vrednosti.

SUMMARY

The study site is an approved selected forest seed stand, located in KE Poljane (OE Kranj) on the south-western slopes of Mt Blegoš at about 1,250 m asl. The vegetation type is an even-aged altimontane beech forest on the site of association *Ranunculo platanifolii-Fagetum* (*Adenostylo-Fagetum*). The study site extends on more than 10 ha, where network (30 x 40 m) of 2-are research plots was established systematically for our study.

Wood quality was assessed for the lower part of stems including the stem strains. For red heart calculation, the regression equations after Torelli (1984) were used. Gross stand value was calculated using methodology by Kotar (1970).

The seed stand on Blegoš shows a bell-shaped tree distribution, which is typical of even-aged stands. With regard to tree number, the seventh diameter class is prevailing, but when considering also trunk volume, the ninth diameter class prevails. The mean diameter as calculated from the basal area of stand amounts to 36 cm. Although less than one third of trees exceeds the critical value of R ratio 80, the mechanical stand stability is not endangered.

The top height of the stand is 26 m at the age of 120 years. This corresponds to top height curve 24 (top height 24 m at the stand age of 100 years) according to Slovak tables adapted for Slovenian beech forests by Kotar and Levanič (2003). At this age, mean dbh from the unthinned stand of area of the comparable stand at Črni dol amounts to 29.6 cm, which is similar to table one (29.3 cm). By contrast, the mean dbh of the seed stand exceeds this value by almost 4 cm. This demonstrates not only the influence of thinnings but also a good past forest practice.

The adaptation of diameter growth course was performed by regression equation according to Kotar (1989). The regression curve indicates a fairly linear tendency of diameter growth. The value of beech trunk and beech timber increases nearly with a square in diameter and linearly in height (REBULA / KOTAR 2005). For the analyzed stand, stumpage value of trunk was not established.

According to Kadunc (2006) it is possible to distinguish, for beech stands, a culmination time of mean value increment with regard to combination of different site productivity and bedrock type. Mean value increment of the treated stand culminates around the age of 150 years or even later. The time of culmination also depends on different combinations of wood prices and production costs, besides the site productivity and bedrock type.

In the field, the wood quality of beech trees in the first quarter of stem was assessed. Our analysis showed that 27% of trees can reach first quality class (sliced veneer, peeled veneer and sawlog class I), 35% the second one (sawlog class II), and 38% of whole trees the third class (firewood). The actual share of trees in first quality class is lower due to trees with diameter of the butt log, which have not yet achieved the dimension threshold suitable to this class. Kotar cited (1989) that in altimontane beech stands rarely a tree can reach the best wood quality in the first part of trunk due to its low dimensions. The same author also claimed that thinnings do not induce enlargement of dbh of the selected trees. However, our diameter analysis showed that almost one quarter (24.2%) of

trees have dbh larger or equal to 40 cm, 13.5% larger or equal to 45 cm and 6% larger or equal to 50 cm. The largest dbh of the selected trees amounted to 74 cm ($h = 32$ m). Beside thinnings, stand establishment might have influenced the large diameters of trees in this stand as well.

Forks and spiral grain cause no problem in the analyzed stand, while the share of crown could do so. On average, it amounts to a slightly more than 40% of tree height. The share of crown of 100 of the thickest trees amounts to 51%, which makes them fit for the existing environmental conditions.

Regarding the regression equations according to Torelli (1984), the presence and extent of red heart at one fifth of tree height can be predicted with a certain risk. In the first wood quality class it was ascertained that in only 5% of trees the share of red heart is smaller than 10% of diameter. The majority of trees (79%) contain red heart extending from 10 to 20%.

If we take into account the expected share of red heart in diameter, the share of quality classes can be calculated. The first quality class occupies less than one third of trees with regard to trunk volume, the second occupies 31%, and the third class 40%.

The comparison of assortment composition between the seed stand and an unthinned stand according to Kadunc and Kotar (2006) was made regarding the same site and bedrock. The share of logs with best wood quality is similar, while there are fewer sawlogs and a few more firewood classes.

Considering the scenario according to Kadunc (2006), which foresees only the rise in firewood prices by 30%, the mean value increment culminates at the age of 150 years. At this age it would also reach the target dbh of 45 cm. The tendency of regression diameter curve shows that the target dbh of the stand will occur around the age of 160 years. For beech stands it was established that mean value increment culminates faster on more productive sites and slightly faster in thinned than unthinned stands (KADUNC 2006). Similarly, site productivity is in relation to the occurrence of the red heart indirectly as ascertained by some authors (e.g. KOTAR 1994, TORELLI 1984). Tree or stand value can decrease a lot due to the red heart which also results in culmination time of the value increment occurrence. In the cutting area near to the studied seed stand there was high share of "red" beech logs seen. Therefore, the age around 150 years will be probably the right one to start stand regeneration.

With a visible estimation of the first quarter of the stem, wood quality can be evaluated. Rebula and Kotar (2003) cited

that tree dimension and wood quality for the first fourth are enough to obtain its value. The equation as recommended by these authors shows that value of the whole trunk can be predicted on basis of the lower quarter value and expressed as price indices. However, external tree features often are not enough to predict actual wood quality. A stand-scale mechanical forest model ANAFORE could be an advantage for prediction of wood quality according to different management scenarios, especially when combining it with an empirical model, that shows good correlation between selected value and wood properties at the tree level. However, models are useful, but sometimes they give too much hope.

Data to calculate value increment are not available. With regard to site productivity ($SI_{100} = 22 - 26$ m) and bedrock type (dolomite) according to Kadunc (2006) the stand belongs to average productive sites.

Gross stand value with bark amounts to 20.950 €/ha, while the first quarter of trunk amounts to 10.262 €/ha. The latter occupies about a half of tree value in average for analyzed stand. The current stand value is smaller or at least equal in comparison with 25 years older unthinned stand on the site of *Adenostylo-Fagetum*. The value of thinnings and seed production was not considered. Regarding the mean value increment course according to the study of Kadunc (2006) the stand is reaching its optimal value in the near future.

ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Semenski sestoj bukve je bil izbran za semenski objekt v okviru javne gozdarske službe, usmeritve za nego in odkazilo dogovorjeni v sodelovanju s tedanjim vodjem Odseka za varstvo in gojenje gozdov OE Kranj, Janezom Ponikvarjem, vodjem KE Poljane, Bogom Žunom, revirnimi gozdarji in predstavnikom lastnikov, Pavletom Potočnikom. V času poseka je meritve izvajala Tina Brišnik, analize odvzetih kolutov pa skupina doc. dr. Toma Levaniča in mag. Mitja Piškur iz GIS. Raziskava je bila financirana v okviru aplikativnega projekta L4-7163 Racionalna raba lesa v kontekstu trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, soizvajalcev BF Oddelka za lesarstvo (vodja doc. dr. Miha Humar), Inštituta za celulozo in papir in Gozdarskega inštituta Slovenije, ter sovpada s programom P4-0107 Gozdna biologija, ekologija in tehnologija.

VIRI

REFERENCES

- ČOKL M. 1975. Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik. Tablice (četrti izdaja). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, str. 315-318
- DECKMYN G., Op de BEECK M., LÖW M., THEN C., VERBEECK H., WIPFLER P., CEULEMANS R. 2007. Modelling ozone effects on adult beech trees through simulation of defence, damage, and repair costs: implementation of the CASIROZ ozone model in the ANAFORE forest model. *Plant biology*, 9: 320-330
- DECKMYN G., VERBEECK H., Op de BEECK M., VANSTEENKISTE D., STEPPE K., CEULEMANS R. 2008a. ANAFORE: A stand-scale process-based forest model that includes wood tissue development and labile carbon storage in trees. *Ecological Modelling*, 215: 345-368
- DECKMYN G., MALI B., KRAIGHER H., TORELLI N., Op de BEECK M., CEULEMANS R. 2008b. Using the process-based stand model ANAFORE including Bayesian optimisation to predict wood quality and quantity and their uncertainty in Slovenian beech. *Silva Fennica* (v tisku).
- FURLAN F., KOŠIR B. 2006. Vrednotenje okroglega lesa. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gospodarsko interesno združenje gozdarstva Slovenije: 78 str.
- HOČEVAR M. 1999. Dendrometrija – gozdna inventura (nelektorirano študijsko gradivo). Univ. v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, 42-66
- KADUNC A. 2006. Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 355-376
- KADUNC A., KOTAR M. 2006. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje visokokakovostnih bukovih sestojev v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 78: 69-96
- KNOKE T. 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). *Ecological Modelling*, 169: 295-312
- KNOKE T., STANG S., REMLER N., SEIFERT, T. 2006. Ranking the importance of quality variables for the price of high quality beech timber (*Fagus sylvatica*). *Annals of Forest Science*, 63: 399-413.
- KÖNIG A.O. 2005. Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation. V: Th.Geburek & J. Turok (Eds.) *Conservation and management of forest genetic resources in Europe*. Arbona Publishers, Zvolen pp. 275-333.
- KOTAR M. 1970. Določanje vrednosti in vrednostnega prirastka sestoja. *Gozdarski vestnik*, 56: 202-208
- KOTAR M. 1985. Povezanost proizvodne zmogljivosti sestoja z njegovim gostoto. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 26: 107-126
- KOTAR M. 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 33: 59-80
- KOTAR M. 1994. Vpliv nekaterih rastiščnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdečega srca pri bukvi. *Gozdarski vestnik*, 52: 346-365
- KOTAR M. 2000. Vpliv starosti in debeline dreves na donos gozda. XX Študijski dnevi. *Zbornik referatov*. BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 169-190
- KOTAR M. 2003. Gozdarski priročnik. Ljubljana, Univ. v Lj., BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.
- KOTAR M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, 500 str.
- LIPOGLAVŠEK M. 1988. Gozdni proizvodi. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- Manual za ocenjevanje kakovosti lesa pri bukvi. 2007. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije
- MIHIC P. 2006. Kvaliteta bukove hlodovine in izkoristek pri luščenju furnirja. Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Lj., BF, Oddelek za lesarstvo, 10-25
- Odločba o odobritvi gozdnega semenskega objekta št. 4.0185. 2004. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije
- Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov. 2007. Priročnik za terensko snemanje podatkov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije
- Pravilnik o pogojih za odobritev gozdnih semenskih objektov v kategorijah »izbran« in »znano poreklo«, ter o seznamu gozdnih semenskih objektov. 2003. Ur. l. RS 81/2003
- REBULA E. 2002. Izkoristek lesa pri sečnji bukovine. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 69: 197-213
- REBULA E., KOTAR M. 2003. Vrednost bukovine in bukovega drevja. *Gozdarski vestnik*, 61, 3: 132-146
- REBULA E., KOTAR M. 2004. stroški sečnje in spravila bukovih dreves ter vrednost bukovine na panju. *Gozdarski vestnik*, 62, 4: 187-200
- REBULA E., KOTAR M. 2005. Dejavniki, ki vplivajo na vrednost bukovine. *Gozdarski vestnik*, 63, 2: 99-108
- REŠČIČ M., BONČINA A. 2007. Structure, development and growth of selection forests at the Granata research site. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 83: 47-58
- TORELLI N. 1984. The ecology of discoloured wood as illustrated by beech (*Fagus sylvatica* L.). *IAWA Bulletin* n. s. 5, 2: 121-127
- TORELLI N. 2001. Odziv drevja na globoke in površinske poškodbe na primeru bukve (*Fagus sylvatica* L.) s poudarkom na nastanku in ekologiji ranitvenega lesa (»rdeče srce«) (pregled). *Gozdarski vestnik*, 59, 2: 85-94
- TORELLI N., PIŠKUR M., FERLAN M. 2007. Criteria of beechwood quality. »Carbon dynamics in natural beech forest«, Presentation of the results of the project and colloquium. Ljubljana, Biotechnical Faculty, Forest Department 17. October 2007
- Ur.l.RS 8/2005. Seznam gozdnih semenskih objektov - stanje na dan 1. 1. 2005.
- Ur.l.RS 83/02, 94/02. Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu.
- Vir osnovnih podatkov. Arhiv Agencije RS za okolje (ARSO). Urad za meteorologijo. Podatki o temperaturah zraka in količinah padavin z meteoroloških postaj Vojsko in Vogel.
- WERNSDÖRFER H. 2005. Analysing red heartwood in Beech (*Fagus sylvatica* L.) related to external tree characteristics – towards the modelling of its occurrence and shape at the individual tree level. Dissertation. (”Cotutelle”), ENGREF, French Institute of Forestry, Agricultural and Environmental Engineering; Faculty of Forest and Environmental Sciences of the University of Freiburg, 91 str.
- WERNSDÖRFER H., Constant T., Mothe F., Badia M. A., Nepveu G., Seeling U. 2005. Detailed analysis of the geometric relationship between external traits and the shape of red heartwood in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). *Trees*, 19: 482-491
- 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: 579– 593