

Kakovost debel v prebiralnih in enomernih gozdovih jelke in smreke

The quality of stems in selection forests and uniform stands of Norway spruce and silver fir

Marijan KOTAR*

Izvleček:

Kotar M., Kakovost debel v prebiralnih in enomernih gozdovih jelke in smreke. Gozdarski vestnik, 64/2006, št. 9. V slovenščini, z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 34. Prevod v angleščino: avtor. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

V članku so prikazani rezultati analiz, ki obravnavajo kakovost debel v smrekovih in jelovih gozdovih v Sloveniji. Pri kakovosti debel oziroma sortimentov je, poleg zahtevanih dimenzij in zdravosti lesa, odločilen znak vejnatost oziroma grčavost. Pri smreki je les pogosto poškodovan po rdeči trohnobi, obseg te poškodovanosti pa je odvisen od rastišča, gojitvene obravnave in načina nastanka sestoja. Pri jelki pa je od poškodb najpogostejša kolesivost, ki je še posebno pogosta v prebiralnih gozdovih. Od napak srca se pojavlja mokro srce, ki v starejših sestojih prizadene vsa drevesa. Debelina vej in njihova pogostost sta tako pri smreki kot pri jelki odvisni od rastišča, še bolj pa od gojitvene obravnave sestoja, tj. velikosti rastnega prostora, ki ga imajo drevesa v času svoje rasti in razvoja. Smrekovi in jelovi sestoji v Sloveniji nam nudijo možnost velikega povečanja vrednostne proizvodnje z dvigom produkcije kakovostnega lesa, in sicer z obvejevanjem odmirajočih in tudi živih vej na spodnjih delih debel. Razvoj gozda moramo usmerjati tako, da čimprej dosežemo čisto dolžino debla, ki naj bo od ene četrtine do ene tretjine končne višine debla, potem pa s povečevanjem rastnega prostora ne dopustimo, da pride do skrajševanja krošnje, tj. odmiranja vej v dnu krošnje.

Ključne besede: kakovost debel, smreka, jelka, grčavost, vejnatost, rdeča trohnoba, mokro srce, obvejevanje

Abstract:

Kotar M.: The quality of stems in selection forests and uniform stands of Norway spruce and silver fir. Gozdarski vestnik, Vol. 64/2006, No. 9. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 34. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

In the article the results of analyses which investigate stem quality in silver fir and Norway spruce forests in Slovenia are presented. The most decisive traits of quality stems and their assortments are – beside the required dimensions and uninfected or undamaged wood – branchiness and knottiness. The wood of spruce is very often degraded by red rot. Its extent is dependent on site, silvicultural treatment and origin of stand. The most frequent defect in silver fir timber is ring shakiness, particularly in selection forests. Moreover, in silver fir wetheart appears, which affects every tree in older stands. Branch thickness and their frequency in both analysed tree species depend on site and even more on silvicultural treatment of the stand, i. e. on available growing space. There are considerable possibilities of increasing the value production in Slovenian spruce and fir forests, namely by a rise of quality timber production. This rise of quality timber production is achievable by pruning of dead and even living branches on lower stem parts. The development of the forest should be directed in such a way to achieve as soon as possible a branch-free bole measuring from one quarter to one third of the final tree height. Afterwards, with the enlargement of the tree's growing space further shortening of the crowns will be stopped.

Key words: stem quality, Norway spruce, silver fir, knottiness, branchiness, red rot, wetheart, pruning

1 UVOD

V lesni zalogi slovenskih gozdov ima smreka prvo, jelka pa tretje mesto; tako je v letu 2005 delež smreke ocenjen z 32,2 %, jelke pa s 7,7 %. Delež obeh vrst se zmanjšuje, tako je v letu 1998 znašal delež smreke še 32,7 %, jelke pa 9,1 % (ZGS 2006). Znižanje deleža teh dveh vrst v lesni zalogi je posledica večjega poseka iglavcev zaradi napada podlubnikov oziroma

povečanega deleža sanitarnih sečenj pri teh dveh drevesnih vrstah. Po evidenci Zavoda za gozdove je že od leta 1991 dalje evidentirani posek iglavcev bistveno večji kot posek listavcev, čeprav naj bi bilo po veljavnih načrtih ravno obratno. Tako je bil v

* Prof. dr. M. K. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF, UL, Večna pot 83 1000 Ljubljana, Slovenija

zadnjih 15 letih delež poseka iglavcev v skupnem poseku zastopan z 58,9 %, v letu 2005 pa celo z 62,8 %; gozdnogospodarski načrti enot predvidevajo, da naj bi znašal delež iglavcev v poseku za leto 2005 samo 47,9 % (ZGS 2006). Če napovemo, da se bo delež, predvsem smreke, v lesni zalogi slovenskih gozdov še naprej zmanjševal, le malo tvegamo. V Sloveniji prevladujejo rastišča, na katerih rastejo gozdovi, ki imajo v naravni sestavi predvsem listavce, in to bukev. Vendar pa bosta smreka in jelka v slovenskih gozdovih še nadalje ostali zelo pomembni drevesni vrsti in pomembni proizvajalki lesa. Ti dve vrsti dosejata na svojih najboljših rastiščih trajno produkcijo lesa do 17 m³/leto/ha; podobno produkcijsko sposobnost pa imata tudi na nekaterih drugih rastiščih – kjer se ne pojavljata po naravi in na katere smo ju vnesli z namenom, da bi povečali količinsko in vrednostno produkcijo lesa. Na teh rastiščih, kar velja predvsem za smreko, imamo zaradi prevelikega deleža teh vrst velik obseg sanitarnih sečenj. Slednje nas v gozdovih z rastišču neprimerno drevesno sestavo vodi k temu, da bomo pri širjenju oziroma vnašanju drevesnih vrst na rastišča in v gozdove, kjer se po naravi ne pojavljajo, upoštevali tudi riziko produkcije. V Sloveniji imamo veliko primerov, ko smo v preteklosti na velikih površinah vnesli smreko na rastišča listavcev oziroma osnovali monokulture smreke. Le majhen delež teh monokultur je dočakal predvideno proizvodno dobo kot polnoporasel sestoj. Večina teh sestojev je bila zaradi vetrolovov, snegolomov in napadov podlubnikov ali drugih škodljivcev močno poškodovanih in zato vrzelastih že v razvojni fazi močnejšega drogovnjaka. Osnovni namen teh monokultur, tj. povečana vrednostna proizvodnja, ni bil dosežen, prej nasprotno, vrednostno proizvodnjo smo zmanjšali. Te negativne izkušnje s smrekovimi monokulturami na velikih površinah izven njenih naravnih rastišč pa ne pomenijo, da se bomo smreki na rastiščih, kjer ne tvori naravnih fitocenoz, popolnoma odpovedali. Delež smreke in jelke bomo zadržali na tisti ravni, ki še omogoča funkcioniranje gozdnega ekosistema, tj. ohranja njegovo biološko in mehansko stabilnost ter sposobnost povrnitve v prvotno stanje, če pride do katastrofe (resilience). Negospodarno bi bilo, da bi se v prihodnosti smreki in deloma tudi jelki na tistih rastiščih, kjer se po naravi ne pojavljata, odpovedali, saj je pri obeh vrstah delež hlodovine, tj. tehnično visokovrednega lesa, izredno velik. Pretehtati bo potrebno le, v kolikšnem deležu in v kakšni obliki zmesi sta ti dve vrsti na teh rastiščih lahko primešani ter kolikšen je riziko, da bodo zastavljeni cilji doseženi; pri tem pa so miš-

ljeni tako proizvodni kot tudi neproizvodni cilji. Pri doseganju lesnoproizvodnih ciljev pa ni pomembna samo količina lesa, ki jo proizvede določena drevesna vrsta, temveč tudi kakovost proizvedenega lesa, tj. sortimentna sestava debel. Naši gozdnogospodarski načrti vse premalo upoštevajo zgradbo gozda glede kakovosti lesa. V njih prikazujemo lesno zalogo, prirastek in etat v kubičnih metrih, vendar pa so te količine le slab kazalec uspešnosti našega gospodarjenja. Visoka lesna zaloga in visok prirastek lahko kažeta na dobro funkcioniranje gozdnega ekosistema, ne kažeta pa na uspešno upravljanje z gozdnim ekosistemom, ki naj zagotavlja uspešno rabo gozda oziroma gozdnega ekosistema. Zato je merilo uspešnega gospodarjenja – poleg višine lesnih zalog, količine prirastka, drevesne sestave, zdravstvenega stanja gozda in tal oziroma celotnega gozdnega ekosistema – še kakovostna zgradba gozda oziroma kakovost debel.

2 KAKOVOSTNI ZNAKI DEBLA PRI SMREKI IN JELKI

2.1 Standardi in uzance za gozdne sortimente

Zahteve, ki jih postavljamo glede zgradbe in lastnosti lesa, se razlikujejo tako po drevesnih vrstah kakor tudi glede namena uporabe lesa. Zato imamo razvrstitev po sortimentih oziroma skupinah sortimentov. Te zahteve so podane s standardi ali pa z uzancami. Tako so standardi za jelovino in smrekovino v nekdanji Jugoslaviji za jelovino in smrekovo hlodovino razlikovali naslednje kakovostne razrede: hlode za furnir (F) in hlode za žaganje I., II. in III. kakovostnega razreda (JUS 1979). V Sloveniji pa imamo za hlode iglavcev sedaj veljaven SIST-1014: 1998, ki deli hlodovino na kakovostne razrede A, B, C in D. Švicarske uzance pa razvrščajo hlodovino v razrede: aa (odlična kakovost), a (dobra kakovost), n (normalna ali srednja kakovost) ter f (slaba kakovost). Vsak kakovostni razred pri hlodovini je podan z zahtevami glede dimenzij (debelina in dolžina) posameznega sortimenta, glede dopustnosti napak v obliki hloda in glede zahtev v zgradbi lesa. Slovenski standard za smreko in jelko zahteva pri jelki in smreki v A-razredu minimalni premer hloda 35 cm ter dolžino 4 m, v B-razredu 25 cm in 4 m, v C in D-razredu pa 20 cm in 3 m. Kot vidimo, ima pri določanju kakovosti sortimentov njihova mera le manjši pomen. V tujini imajo dimenzije pri razvrščanju v kakovostne razrede večji pomen, zato tam oblikujejo razrede še glede različnih dolžin

hlodov. V naših standardih imajo pri razvrščanju sortimentov večji pomen napake. Pri smreki in jelki so to grče, in to zrasle in nezrasle, krivost, koničnost, zavistost, napake srca (tj. dvojno srce, kolesivost, gniloba, rjavost, ekscentričnost), razpoke, napake oboda (obodna gniloba, žlebatost, zatesi, rane, vrasla skorja), črvičnost in mušičavost ter obodna rjavost in modrina. Švicarske uzance pa poleg teh omejitev glede napak zahtevajo v razredu odlične kakovosti še fino zgradbo lesa, tj. najmanj 5 letnic na 1 cm ter enakomerno široke branike na celotnem prečnem prerezu (Leibundgut 1966).

2.2 Napake in zahteve, ki odločajo o uvrstitvi dela debela v posamezen sortiment – kakovostni razred

2.2.1 Grčavost

Pri hlodu jelke ali smreke, ki ima ustrezno debelino in dolžino, je poleg zdravosti pomemben kriterij uvrstitve v kakovostni razred grčavost. Razlikujemo zrasle in nezrasle grče; prve so posledica živih vej, druge pa posledica odmrlih vej na deblu oziroma njihovega vraščanja. Lesa brez grč ni niti pri tistih debelih, ki na obodu nimajo ne živih ne mrtvih vej. Sortiment, ki je na obodu brez grč, ima v notranjosti grče, ki jih prerašča sloj lesa brez grč. Debelina sloja (plašča) lesa brez grč je tista, ki odloča, kolikšen bo izplen furnirja ali pa desk najvišjega kakovostnega razreda. Ker je pri hlodih smreke in jelke v primeru, da je obod hloda brez grč, lahko plašč brez grč različno debel, dobimo zelo različne deleže desk posameznih kakovostnih razredov. Ni ravno redek primer, da iz hloda, ki je uvrščen v nižji kakovostni razred, dobimo večji delež bolj kakovostnih desk kot pa iz hloda, ki je uvrščen v višji kakovostni razred (Svetličič 1968, Rebula 1996a, 1998a).

Slovenski standard za hlode iglavcev SIST-1014: 1998 dovoljuje pri hlodih kakovostnega razreda A le zrasle grče do premera 6 mm in 1 zraslo grčo na tekoči meter do premera 20 mm. Razumljivo, da takšno zahtevo izpolnjujejo le spodnji deli debela. Tudi v kakovostnem razredu B so zahteve glede velikosti in števila grč precej stroge: neomejeno število zraslih grč do premera 20 mm, 1 grča na tkm do premera 40 mm, neomejeno nezraslih do 6 mm ter 3 nezrasle grče na tkm do 20 mm debeline. Grče so posledica vejnatosti debela, ta pa je odvisna od rastišča, okolja oziroma ravnega prostora, ki ga je imelo drevo v času svoje rasti, ter genetske zasnove. Znano je, da je smreka bolj tankovejnata na srednje produktivnih rastiščih kot na najbolj

produktivnih rastiščih. Podobno vpliva tudi velikost ravnega prostora, saj se z velikostjo ravnega prostora povečuje debelovejnatost ter upočasnjuje odmiranje spodnjih vej debela. Po drugi strani pa nam premajhen ravnostni prostor zmanjšuje debelinski prirastek, kar ima za posledico manjši ciljni premer pri isti dolžini proizvodne dobe. Poiskati je potrebno takšno velikost ravnega prostora (tj. jakost redčenja), da bosta zagotovljena odmiranje spodnjih vej na deblu ter zadostna širina branike, da bodo drevesa dosegla ciljne dimenzije. Problemu vejnatosti se vse premalo posvečamo, čeprav je grčavost, kot je bilo že navedeno, ena izmed glavnih napak oziroma ovir pri uvrstitvi v najbolj kakovostne razrede hlodov smreke in jelke. Zavedati se moramo, da bo že v bližnji prihodnosti ugotavljanje števila in merjenje velikosti grč potekalo na podoben način, kot se sedaj merita dolžina in debelina hloda na mehaniziranih skladiščih, to je kontinuirano in avtomatsko. To izhaja tudi iz pomanjkanja lesa najvišjih kakovostnih razredov, kar bo pripeljalo do še bolj diferenciranih cen in s tem do bolj eksaktnega ugotavljanja kakovosti lesa oz. sortimentov. Pri grčah sta pomembna njihovo število na tkm ter njihov premer. Nekatere raziskave kažejo, da imajo najdebelejše grče tisti hlodi, ki so iz tistega dela debela, kjer je krošnja najširša. Tako je Furlan (1974) pri jelki proučeval površino in število grč ter število vencev grč v 2-metrskih sekcijah pri različnih debelinah dreves. Površina grč je dober indikator vrednostnega izkoristka hloda v deske (Rebula 1998a). Tako so imela drevesa 4. debelinske stopnje največjo površino grč pri 7 m višine (od 6 do 8 m) in sicer 36,7 cm², drevesa 5. debelinske stopnje pri 9 m višine (44,9 cm²), drevesa 6. debelinske stopnje v višini 15 m (48,8 cm²), drevesa 7. debelinske stopnje v višini 17 m (54,9 cm²), drevesa 8. debelinske stopnje v višini 13 m (84,1 cm²), drevesa 9. debelinske stopnje v višini 15 m (135,1 cm²), drevesa 10. debelinske stopnje v višini 23 m (162,8 cm²), drevesa 11. debelinske stopnje v višini 23 m (161,1 cm²) in drevesa 12. debelinske stopnje v višini 19 m (215,4 cm²). Kot vidimo, z debelino drevja narašča površina grč (tj. debelina vej), maksimum te površine pa se pomika navzgor po deblu in leži nekje nad polovico višine debela, tj. približno tam, kjer je krošnja najširša (Furlan 1974).

Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Schmidt (2002) pri smreki. Na splošno premer veje pri iglavcih narašča z višino drevesa vse do mesta, kjer je maksimalna širina krošnje. Z večanjem ravnega prostora se povečuje širina branike, s tem pa se povečuje tudi debelina vej. Tako imajo na samem

rastoča drevesa (soliteri) izjemno široke branike in izjemno globoke krošnje ter izjemno debele veje. Pri teh, t. i. soliterih, je povprečna debelina debelih vej približno 50 mm, veliko število vej pa dosega celo debelino do 80 mm. Zanimivo pri teh drevesih je to, da se te debele veje razporejajo skoraj neodvisno po dolžini debla; tako imamo debele veje pri začetku (dno) krošnje, v sredini krošnje, pa tudi pri vrhu krošnje (Grammel 1990).

Na debelino vej vpliva tudi oblika drevesa oziroma njegovo dimenzijsko razmerje med višino in prsnim premerom R ($R = h/dbh$). Ciljna drevesa (izbranci) pri smreki povečujejo debelino vej z zmanjševanjem dimenzijskega razmerja (Abetz/Unfried 1983) ter z večanjem višine debla. Tako je pri dimenzijskem razmerju $R = 90$ debelina vej manjša kot 20 mm, in to vse do višine 8 m; iznad 8 m po deblu navzgor pa debelina vej prekorači mejo 20 mm.

2.2.2 Krivost in koničnost

Krivost je pri smreki manj pogosta napaka, ker ima izrazito navpično rast. Nekoliko bolj pogosta je pri jelki. Krivost, to je slaba oblika debla, je večinoma povezana s slabimi notranjimi lastnostmi lesa. Pri hlodih smreke in jelke je standard razmeroma strog, saj dopušča v A-razredu le 2 % v B in C-razredu pa 3 % krivost, izraženo od dolžine hloda. Glede koničnosti pa dopušča standard v A-razredu 3 %, v B-razredu 4 %, v C-razredu 6 % in v D-razredu celo 10 % glede na premer hloda. To pomeni, da je pri hlodu z dolžino 4 m razreda A dopusten padec premera pri debelini 40 cm 1,2 cm na tkm. Tolikšno koničnost pa imajo debla le v spodnjem delu, in če so rasla v veliki gostoti (majhna rastna površina). Padec premera je manjši pri smreki in jelki, če rasteta v enomernih sestojih, večji pa je v prebiralnem gozdu. Drevesa z nižjim dimenzijskim razmerjem (R) imajo večji padec premera. Padec premera pa ni enak po celi dolžini debla; v spodnjem delu debla je večji – vse tja do prsne višine – nato manjši vse do dna krošnje, potem pa naglo narašča. Ravno padec premera, tj. koničnost, nakazuje, da moramo v gozdu čimprej doseči ciljno dolžino čistega debla.

2.2.3 Zavitost

Nadaljnji kakovostni znak lesa je raven potek vlaken, odklon od tega poteka pa je zavitost, ki jo izražamo v odstotkih od premera hloda. Pri večini drevesnih vrst vlakna ne potekajo vzporedno z osjo debla, česar pa ne štejemo za napako, če so odkloni majhni in na zunaj nevidni. Če pa je potek vlaken vidno spiralen,

kar pozneje pri žaganem lesu povzroča vitoperjenje, potem je zavitost rasti pomembna napaka. SIST-1014:1998 dovoljuje zavitost pri A-razredu do 5 %, pri B do 10 % in pri C do 20 % glede na premer hloda. Pri zavitosti je potrebno poudariti, da zavitost, ki jo kaže skorja, ni nujno v korelaciji z zavitostjo lesnih vlaken (Grammel 1990). Pri smreki je zanimivo, da drevesa v mladosti pogosto kažejo levo usmerjeno zavitost, ta pa v poznejših letih preide v desno usmerjeno zavitost. Vzroki zavitosti so še nepoznani; verjetno imajo pomembno vlogo genetska zasnova, rastišče in še posebej vetrovne razmere. V severovzhodni Sloveniji je zavitost proučeval Puhek (1970) ter v nasadih smreke ugotovil, da je imelo kar 17 % dreves v spodnjem delu debla zavitost do 10 %, nad 10 % pa le 3 % števila dreves. Zanimivo, da je bil delež zavitosti manjši, če je bila smreka le primešana drugim drevesnim vrstam. V tem primeru je znašal delež zavitih dreves 9 % (do 10-odstotna zavitost) oziroma 1 % (nad 10-odstotna zavitost). Skupaj je analiziral 600 dreves.

2.2.4 Napake srca

Pod napake srca SIST-1014 uvršča kolesivost, gnjilobo (pravilnejši izraz bi bil trohnoba), dvojno srce, rjavost in ekscentričnost.

V kakovostnem razredu A standard ne dopušča teh napak, v razredu B dopušča do 10 % in v razredu C do 25 % od premera. Kolesivost oziroma okrožljivost, kot pogosto imenujemo to napako, je razmeroma pogosta pri jelki in se pojavlja tam, kjer je nagel prehod med ozkimi in širokimi branikami. Te napake so pogoste v prebiralnem gozdu, kjer neredno izvajamo prebiranje, ali pa v primerih, da je doba čakanja t. i. čakalcev, ki rastejo pod zastorom, dolga.

V primeru hlodov iz prebiralnih gozdov, ko se vsa drevesa v mladosti razvijajo pod zastorom in tvorijo v tem času zelo ozke branike, se pojavi kolesivost v neposredni bližini centra, zato je razvrednotenje lesa zaradi kolesivosti razmeroma majhno. Pri analizi kolesivosti, ki smo jo izvedli v enomernih gozdovih jelke na rastiščih združbe *Omphalodo-Fagetum dinaricum* (Črmošnjice), smo na panjih jelk, ki so bile stare od 140 do 160 let, ugotovili, da znaša delež kolesivosti 15,4 % (6 od 39 analiziranih jelk). V prebiralnem gozdu jelke na Pohorju (na Recenjaku) je bil delež kolesivih debel kar 54,2 % (45 od 84 dreves), starost analiziranih jelk pa je bila v razmiku 105–145 let.

Druga napaka srca je trohnoba, ki se pojavlja tako pri jelki kot pri smreki. Pri smreki je daleč najbolj

pogosta rdeča trohnoba, ki jo povzroča smrekov trohnoberž (*Heterobasidion parviporum* Niemelä et Korhonen). Tudi pri jelki imamo tovrstno trohnobo, ki jo povzroča jelov trohnoberž (*Heterobasidion abietinum* Niemelä et Korhonen). Ta patogen je nevaren jelki predvsem v Mediteranu, kjer ta pogosto doživlja sušne strese (Jurc 2001); v severnejših predelih pa se ta gliva pojavlja kot gniloživka in je jelki manj nevarna. Okuženi les pri smreki je sprva bledo vijoličast, kasneje postane rdečerjav; zunanji robovi okužbe v lesu so pogosto sive ali modrikaste barve. Na začetni stopnji trohnobe je les še trden, kasneje postane vlaknast in gobast ter na koncu je deblo izvotleno. Višina, ki jo trohnoba dosega v deblu, zelo variira, vendar se giblje med 15- in 25-kratnikom premera trohnobe na panju, izjemoma pa doseže 33-kratnik premera trohnobe na panju. Tako so znani primeri, da je segla rdeča trohnoba celo 12 m v višino, običajno pa se ustavi že pri 2–4 m. Ker SIST-1014 razlikuje gnilobo in rjavost, je smiselno, da pod rjavost uvrščamo rdečo trohnobo v prvem stadiju napadenosti, ko se spremeni samo barva, ne pa tudi ostale lastnosti lesa, pod gnilobo pa drugi in tretji stadij (izvotlitev) rdeče trohnobe.

Raziskave o poškodovanosti sortimentov po rdeči trohnobi kažejo, da je obseg tovrstnih poškodb odvisen od rastišča, načina osnovanja sestojev, gojitvene obravnave, poškodb od divjadi, poškodb pri predhodnih sečnjah (redčenjih), eventualne paše ter cele vrste drugih dejavnikov. Raziskava okuženosti smreke z rdečo trohnobo v sestoji, starem 65–70 let, na rastišču združbe *Quercus-Carpinetum pinetosum* v Prekmurju pri Motvarjvcih je pokazala, da je z rdečo trohnobo okuženih 23 % dreves (Habjanič 1977) (analiziranih 190 dreves). Isti raziskovalec je analiziral tudi smreko na Pohorju (Močnik-Planina), in sicer v umetno nastali monokulturi podobne starosti, tj. 65–70 let. Delež dreves, napadenih z rdečo trohnobo, pa je znašal kar 42 %. Vendar je potrebno poudariti, da je bila napadenost smreke v Prekmurju ugotovljena s pomočjo izvrtkov, na Pohorju pa po sečnji drevja (200 dreves). Iz literature pa so znane ugotovitve, da z izvrtki dobimo manjši odstotek napadenosti, ker običajno vrtamo le z ene strani. V sestojih smreke na Pohorju se je v preteklosti izvajala tudi paša, zato je tako velik odstotek poškodovanosti lahko tudi posledica paše. Naslednjo analizo o obsegu poškodb pri smreki oziroma obsegu rjavosti imamo iz smrekovih monokultur na Rakovcu na južnem pobočju Pohorja (Bračič 1998). Rezultati se nanašajo na posekano lesno maso v smrekovem drogovnjaku. Posekana smrekovina je ločena v tri razrede, in sicer:

- a – popolnoma zdrav les,
- b – rjav les – nespremenjena zgradba lesa,
- c – rjav les – spremenjena zgradba lesa.

V skupino a je bilo uvrščenih samo 45 %, v skupino b 46 % in v skupino c 9 % lesne mase. Obsežno analizo o razširjenosti rdeče trohnobe v zgornjem povirju reke Krke na Dolenjskem je izvedel Miklavčič (1972).

Pregled rastiščnih enot ter deleži napadenosti dreves z rdečo trohnobo (povzeto po analizi Miklavčiča) so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Deleži napadenosti dreves z rdečo trohnobo v zgornjem povirju reke Krke (Miklavčič 1972)

Rastiščna enota	Delež napadenih dreves v %
Nižinski gozd gradna in gabra	11,9
Termofilni bukov gozd	10,9
Predgorski bukov gozd	9,7
Gozd gradna in gabra z belkasto bekico	7,0
Gozd bukve in gradna	6,3
Bukov gozd z rebrenjačo – obliko z dlakavo bekico	5,5
Bukov gozd s tevjem – kislja oblika	4,3
Bukov gozd s kresničevjem	0,0

Skupno je bilo analiziranih 2.407 dreves na 113 sistematično postavljenih ploskvah velikosti 5 arov. Kot je razvidno iz preglednice št. 1, je bila analiza izvedena na rastiščih, kjer se smreka ne pojavlja po naravi. Vendar je bil delež smreke v lesni zalogi v obravnavanem območju celo 32 %. Smreka je bila v to območje vnešena umetno, vendar so sedanji sestoji v veliki meri nastali že z naravno obnovo. Delež obolele smreke je v sestojih, ki so nastali s sadnjo, 2,5-krat večji kot pa v sestojih, ki so nastali z naravno obnovo. Tako je v povprečju delež napadenosti v umetno osnovanih sestojih 12,4 %, v naravno obnovljenih pa 4,9 %. Delež dreves, ki so bila napadena v višini 2 m in več, je trikrat večji kot pa delež dreves, ki so imela rdečo trohnobo do 2 m višine debla. Delež rdeče trohnobe v čistih smrekovih sestojih ni značilno različen od deleža rdeče trohnobe v mešanih sestojih. Delež dreves, ki jih je napadla rdeča trohnoba, je značilno večji v starostnih razredih 60–100 let kot v mlajših starostnih razredih. V analiziranem območju je v zadnjih letih (2003–2006) nastopila katastrofalna razgradnja smrekovih gozdov kot

posledica kalamitet lubadarja. V posameznih predelih je smreka popolnoma propadla. Največja količina po lubadarju poškodovanih smrek je napadla ravno v letu 2006. Analiza, opravljena v letu 2006 v istem območju, ki ga je analiziral Miklavčič, je pokazala, da je od 925 posekanih dreves smreke bilo obolelih za rdečo trohnobo kar 11,4 % (105 dreves). Analiza 33 dreves smreke, ki jih je napadel lubadar v manjši vrtači, pa je pokazala, da je bilo z rdečo trohnobo napadenih celo 14 dreves (42 %).

Pri jelki je daleč najbolj pogosta napaka srca mokro srce. Obseg te napake je v nekaterih gozdovih, kjer je jelka dominantna drevesna vrsta, naravnost zastrašujoč. Tako smo v jelovo-bukovem gozdu na rastiščih združbe *Omphalodo-Fagetum* din. v Črmošnjicah ugotovili, da je delež jelk, ki imajo mokro srce, kar 95 %. Jelke so bile stare od 150 do 235 let. Povprečen premer panja je bil 71,3 cm, povprečen premer mokrega srca pa 57,3 cm. V povprečju je premer mokrega srca znašal 80,3 % od premera panja. Analiza 83 dreves v prebiralnem gozdu na Recenjaku pa je pokazala, da so imela vsa drevesa mokro srce, ki je segalo visoko v krošnjo (16 m in več). Povprečni premer analiziranih panjev je 58,2 cm, povprečni premer mokrega srca pa 32,5 cm. Starost analiziranih dreves je bila od 106 do 140 let, vsa drevesa so imela nevitale krošnje.

Pojav mokrega srca pri jelki še ni popolnoma pojasnjen. Z jelovim mokrim srcem ali mokrino označujemo, po Torelliju et al. (2005):

- a) diskolorirano mokrino pravilne oblike, obdano s suho cono, na lokaciji neobarvane jedrovine – to je normalno mokro srce;
- b) mokrino, ki se iz jedrovine jezikasto širi v beljavo – to je patološko mokro srce.

Povišana vlažnost mokrega srca naj bi bila posledica bakterijske okužbe, le-te pa prodrejo v drevo skozi poškodovane korenine, krošnjo ali deblo. Medtem ko je normalno mokro srce večinoma povezano z mrtvimi vejami, je vzrok patološkega srca okužba korenin, od koder se širi po debelu navzgor. Mokro srce skupaj z močno nagnjenostjo k pokanju lesa predstavlja najpogostejšo napako jelovine. Pogostost in obseg mokrega srca praviloma naraščata s starostjo, z dimenzijami drevesa ter s poškodovanostjo (Torelli et al. 2005). Les mokrega srca ni mehansko oslabiljen, je pa pri sušenju podvržen pokanju in reženju. Zato je les takšnih jelk primeren za predelavo v tramove in deske le za potrebe gradbeništva.

2.2.5 Razpoke

Razpoke v lesu se merijo v odstotkih od premera. SIST-1014 pri sortimentih A-razreda ne dopušča nikakršnih razpok, dovoljene pa so pri sortimentih kakovostnega razreda B, če imajo hlodi večji premer (sortiment) kot 35 cm, in sicer do ene četrtine premera. Pri smreki in jelki so razpoke pri sortimentih, ki so izdelani iz debel zdravih dreves, manj pogoste. Pri smreki se pojavijo predvsem na visoko produktivnih rastiščih pri naglo rastočih drevesih, torej tistih, ki imajo velik rastni prostor. Te razpoke se pojavijo pozimi, ko so temperature zelo nizke, ali pa poleti v času večjih suš. Razpoke so pri drevesu neozdravljiva poškodba, četudi jih drevo preraste in zapre. Druga vrsta razpok pa nastane zaradi prevelikih obremenitev, in sicer na vitkih, predvsem viharju izpostavljenih drevesih z nepravilno obliko debela na zavetrni strani (Leibundgut 1966). Te razpoke pogosto segajo do samega stržena.

2.2.6 Napake oboda

Med napake oboda štejemo žlebatost, obodno trohnobo, zatese, rane in vraslo skorjo. Razumljivo je, da tovrstne poškodbe, ki so predvsem posledica nepazljivega ravnanja pri predhodno izvedenih ukrepih v gozdu, niso dopustne pri sortimentih kakovostnega razreda A. Žlebatost je posledica genetskih ter verjetno tudi okoljskih dejavnikov; je pa tako pri smreki kot tudi pri jelki manj pogosta.

2.2.7 Črvivost in mušičavost

Ta napaka je dovoljena samo pri sortimentu D-kakovostnega razreda. Uporabnost lesa, ki so ga napadli insekti, je zelo omejena, ker se zmanjša njegova trdnost. Zelo pogosto so napadi insektov povezani z delovanjem gliv v njihovih rovih. V lesu iglavcev so posebno pogosti rovi naslednjih insektov (Graf 1993):

- *Xylosandrus germanus* (2–10 mm globoki rovi),
- *Trypodendron lineatum* (1,5 mm široki rovi 20–60 mm globoko v beljavo),
- *Tetropinum* ssp. (5–6 mm široki rovi 40–60 mm globoko v beljavo).

Vsi ti škodljivci napadejo les predvsem na gozdnem skladišču.

2.3 Kakovost debel pri jelki in smreki

2.3.1 Kakovostni znaki in napake, ki odločajo o kakovosti debel

V predhodnem razdelku smo obravnavali napake, ki so pomembne pri uvrstitvi posameznega sortimenta v določen kakovostni razred. Te napake odločajo o vrednosti gozdnega sortimenta oziroma o njegovi prodajni ceni. Ker so gozdni sortimenti deli oziroma odrezki debla, je njihova kakovost povezana s kakovostjo debel. Tako kot je odvisnost med kakovostjo rezanega lesa ali furnirja samo v korelacijski odvisnosti – včasih zelo ohlapni – od kakovosti hlodov, tako je tudi kakovostni razred gozdnih sortimentov samo v korelacijski povezavi s kakovostjo debel. Vsekakor pa velja, da debela boljše kakovosti dajejo sortimente boljše kakovosti – če jih nismo razvrednotili z napačnim krojenjem.

Gozdarstvo potrebuje poleg indikatorjev kakovosti gozdnih sortimentov še indikatorje kakovosti debel, in sicer zaradi:

- določanja gozdnogojitvenih ciljev,
- določanja vrednosti gozdov za potrebe prodaje ali zamenjave gozdov oz. določitve odškodnin.

Med cilji gozdnega gospodarjenja, tj. večnamenske rabe gozdov ob zagotovitvi trajnega funkcioniranja gozdnega ekosistema, je tudi trajna visokovrednostna proizvodnja lesa. To pa dosegamo z najvišjim možnim deležem visokokakovostnega lesa, tj. s čimvečjim deležem sortimentov A in B-kakovostnega razreda. Gozdar mora vedeti, kakšna naj bodo debela, da bo ta zahteva izpolnjena. Vrsta napak, ki jih obravnavajo uzance in standardi za gozdne sortimente, ni vidna na deblu oziroma je v deblu prikrita, druge pa so na deblu vidne ali pa jih je možno oceniti. Tako lahko na deblu ocenimo, ali bodo in v kolikšni meri bodo izpolnjene zahteve glede zahtevanih minimalnih dimenzij sortimenta; podobno je na deblu razvidna grčavost, ki jo tu ocenimo z vejnatostjo (tako debelino vej kot tudi njihovo frekvenco na tkm), enako so razvidne krivost, koničnost ter zavitev. Niso pa vidne napake srca, razpoke, napake oboda, črvivost in mušičavost ter obodna modrina in sprememba barve. Pri ocenjevanju kakovosti debel imamo več metod; nekatere med njimi so uporabne v vsakdanji praksi, druge pa bolj za raziskovalno delo.

2.3.2 Ugotavljanje kakovosti debel pri smreki in jelki

Metode ugotavljanja kakovosti debel so se razvile iz potreb po ugotavljanju vrednosti sestoja in vrednostnega prirastka. Vrednostni prirastek in vrednost

sestoja temeljita na vrednosti lesa, tj. sortimentnega sestava debel. Tako je Bachmann že leta 1968 ugotavljal vrednostni prirastek za potrebe določitve pričetka pomlajevanja sestoja (Bachmann 1968), in to s pomočjo določanja kakovostnega sestava debel. Pri vsakem drevesu je po tretjinah višine debla (stoječa drevesa) določil (ocenil) prevladujoči sortiment. Podobno metodo so leta 1969 uporabili na Kočevskem pri določanju pričetka pomlajevanja v Koslerjevih gozdovih v Karlovcih v Velikih Laščah (Kotar 1970). V letih 1977–1979 pa je bila izvedena analiza smrekovih gozdov na 9 najbolj razširjenih rastiščnih enotah, kjer je smreka glavni graditelj gozdov, to je na njenih naravnih rastiščih (Kotar 1980). Na vsaki rastiščni enoti v Sloveniji je bilo v ta namen izbranih 5 ploskev velikosti 30 x 30 m v razvojni fazi debeljaka, in sicer v tisti starosti, ko naj bi predvidoma pričeli z obnovo sestojev (povprečne starosti so bile od 103 do 186 let). Dodatno pa je bila za primerjavo analizirana še ena rastiščna enota v Črni gori. Skupaj je bilo analiziranih 4.540 smrek; pri vsakem drevesu so bili izmerjeni oziroma ocenjeni naslednji znaki: premer debla v višini 1,3 m, premer debla v višini 2,0 m, višina drevesa, višina debla do pričetka (dna) krošnje, velikost in utesnjenost krošnje, dolžina izvrtka za zadnjih 10, 20 in 30 let, kakovost debla, razdalja do najbližjega drevesa, razdalja do najbližjega panja, socialni status drevesa (socialna plast) in starost.

Pri kakovosti debla je bilo ocenjeno, ali je deblo ravno (navpična rast), poleg tega pa še: krivost, dvorhatost, poškodovanost in vejnatost. Vejnatost se je ocenjevala po posameznih četrtnah debla, in sicer:

- 1 – brezvejnatost (po JUS 1979-F),
- 2 – veje do debeline 20 mm (žagovec I. razreda),
- 3 – veje do debeline 40 mm (žagovec II. razreda),
- 4 – veje nad 40 mm (žagovec III. razreda),
- 5 – vrhovina (les za celulozo).

Delež dreves, ki imajo v eni od spodnjih dveh četrtn kakovost 11, to so ravna in brezvejnatata debela, oziroma 12, to so ravna debela in veje do premera 20 mm, je bil zelo različen glede na rastiščno enoto in lokacijo. V preglednici št. 2 so deleži dreves, ki imajo vsaj v eni izmed dveh spodnjih četrtn debla kakovost 11 oziroma 11 + 12.

Preglednica 2: Deleži dreves, ki imajo v 1. ali 2. četrtini višine debla kakovost 11 (F) kakovost 11 in/ali 12 (F, Ž-1)

Rastiščna enota Lokacija	Delež dreves s kakovostjo 11 v %	Delež dreves s kakovostjo 11 in/ali 12 v %	Volumen dreves v m ³ /ha	Vrednost sestoja €/ha
1. <i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum abietetosum</i> Pokljuka	9	33	826	38.152
2. <i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> Pokljuka	18	43	801	37.511
3. <i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i> Jelovica (Rovtarica)	34	64	1.046	60.634
4. <i>Avenello flexuosae-Piceetum</i> Luče ob Savinji (Kaštni vrh)	8	29	753	34.536
5. <i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i> Luče ob Savinji (Podvežak)	9	27	701	31.184
6. <i>Luzulo sylvaticae-Piceetum calamagr. arund.</i> Pohorje (Glažuta)	0	15	639	25.178
7. <i>Adenostylo glabrae-Piceetum var. geogr. Car-</i> <i>damine trifolia</i> Uršlja gora (Plešivec)	6	26	852	39.721
8. <i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i> Trnovski gozd (Smrekova Draga)	11	25	693	33.645
9. <i>Hacquetio-Piceetum lycopod. annotini</i> Snežnik (Črni dol)	6	20	763	35.587
10. <i>Abieti-Fagetum maesiicum</i> Kaludra (Berane) (Črna gora)	7	32	1.213	–

V preglednici 2 so prikazane tudi povprečne vrednosti analiziranih sestojev, preračunane na 1 ha, ter volumen dreves na ha. Vrednost je prikazana kot bruto cena, tj. prodajna cena na kamionski cesti pomnožena s številom m³ na panju pri ugotovljenem sortimentnem sestavu (Kadunc/Kotar 2006). Uporabljen je bil cenik iz leta 2005, pri preračunu v eure pa je upoštevan tečaj 1 € = 239,5725 SIT.

Če želimo izračunati neto vrednost lesa, moramo od bruto vrednosti odšteti stroške sečnje, izdelave in spravila do kamionske ceste (v povprečju približno 16–17 €/1 m³).

Najnižja vrednost analiziranih sestojev je na Pohorju, najvišja pa na Jelovici. Vendar je potrebno opozoriti, da analizirani sestoji predstavljajo najkvalitetnejše sestoje v analiziranih rastiščnih enotah in da imajo analizirani sestoji izredno visoke lesne zaloge. Zato lahko smatramo te vrednosti, ki so predstavljen v preglednici 2, kot zgornjo mejo dosegljivega, razen v primeru, če pri smrekovih gozdovih ne bomo uporabili dodatnih ukrepov nege, tj. obvejevanja.

Pri ocenitvi kakovosti debel, tj. uvrstitvi posameznih delov debla v sortimentne razrede, na stoječem

drevesu je poleg dimenzij debla odločilna še vejnatost. Dvovrhatih in krivih debel ali poškodovanih debel je bilo pri analizi smrekovih gozdov zelo malo. Popolnoma drugačne pa so razmere v sestojih, ki jih je poškodovala divjad, npr. z lupljenjem, ali pa tam, kjer imamo veliko število dreves napadenih z rdečo trohno.

Pri jelki pa je Rebula oblikoval 3 skupine dreves glede kakovosti debel (Rebula 1996a, 1996b) ter 4 kakovostne razrede. Tako je v skupino A uvrstil drevesa s kratko krošnjo, njihovo deblo pa je do višine 8,5 m popolnoma brezvejnat (niti suhih niti živih vej). V skupini B so drevesa z normalno dolgo krošnjo, njihova debela pa so brezvejnat do višine 4,5 m; v skupino C so uvrščena drevesa z dolgimi krošnjami.

Kakovostne razrede (KR) pa je oblikoval na naslednji način:

1. KR: srednji premer (Ds) nad 30 cm, koničnost do 4 %. Sem spadajo vsi prvi hlodi s premerom 30–49 cm in drugi hlodi v deblu, če ustrezajo tem pogojem.
2. KR: srednji premer Ds > 25 cm, koničnost do 6 %.

3. KR: srednji premer $D_s > 19$ cm in vsi hlodi, ki niso uvrščeni v 1. ali 2. KR in imajo na tanjšem koncu premer najmanj 16 cm.
4. KR: ostali tehnični les in ves ostanek debla do premera 7 cm.

Rebula je tiste dele debla, tj. hlode, ki imajo srednji premer $D_s \geq 50$ cm, uvrstil v 2. ali celo 3. KR, in to zaradi velike verjetnosti pojava napak srca. Na osnovi takšne razdelitve dreves je izdelal sortimentne tablice za jelko. V skupini C je postavil, da ni 1. KR, četudi ostale dimenzije ustrezajo.

Iz analize, ki jo je izvedel Rebula (1996a), je lepo vidno, da je delež hloedov 1. KR pri jelki v skupini A največji pri prsnem premeru debla $DBH = 40-45$ cm, potem pa pada. Če izračunamo volumen hloedov KR-1, ta ostane približno enak pri $DBH = 55-75$ (relativno se zmanjšuje). V skupini B je delež 1. KR prav tako najvišji pri $DBH = 40-45$ cm, pri 55 cm pa pade na nič.

2.3.3 Prsni premer drevesa, višina drevesa, koničnost in vejnatost kot ključni dejavniki pri določitvi kakovosti debla pri smreki in jelki

2.3.3.1 Prsni premer, višina in koničnost drevesa

Na osnovi prsnega premera in višine lahko za vsako drevo izračunamo njegovo dimenzijsko razmerje $R = h/dbh$. Povprečno koničnost za celotno dolžino debla, vendar izraženo v cm na 1 tkm, dobimo tako, da reciprok dimenzijskega razmerja R pomnožimo s 100.

Koničnost: $K = \frac{100}{R}$. Pri tem zanemarimo koničnost od panja do višine 1,3 m, kjer merimo prsni premer. Ker pa je v SIST-1014 koničnost izražena na srednji premer hroda, in to v odstotkih, moramo izračunati še $K\%$, ki ga izrazimo na naslednji način: $K\% = \frac{K}{D_{pr}} \cdot 100$.

Kot primer vzemimo smreko, ki je visoka 32 m in ima prsni premer 40 cm ($h = 32$, $dbh = 40$):

$$R = \frac{h \text{ (v cm)}}{dbh} = \frac{3200}{40} = 80, \quad K = \frac{100}{80} = 1,25,$$

K je enak tudi kvocientu med dbh v cm in višino drevesa, izraženo v m; $K = \frac{40}{32} = 1,25$.

Ker je povprečen padec premera 1,25 cm na 1 tkm, je povprečni premer prve četrtine debla, ki je dolga 8 m ($32 : 4 = 8$), manjši od prsnega premera za $1,25 \cdot 3 = 3,75$. Za prvo četrtino $K\%$ izračunamo tako, da dbh zmanjšamo samo za zmnožek iz $K \cdot 3$ in ne $K \cdot 4$. ($4 = \frac{8}{2}$), ker je dbh merjen v višini

1,30, tj. 1 m navzgor po deblu, ko je to posekano. Zato je povprečna koničnost v tem primeru ($h = 32$, $dbh = 40$) za prvo četrtino:

$$K\% = \frac{1,25 \cdot 100}{40 - 3 \cdot 1,25} = 3,44\%.$$

Drevesa pa imajo v spodnjem delu debla, ki je očiščeno vej, manjšo koničnost kot je povprečna po celem deblu; običajno je na dobrih rastiščih in pri običajnih gostotah drevja koničnost manjša kot 1 cm/tkm. Iz tega razloga je koničnost smreke in jelke na srednje- in visokoproduktivnih rastiščih v spodnji polovici debla le malokdaj tisti dejavnik, ki je ključen za uvrstitev hloedov v kakovostni razred A. Problemi pa nastanejo na rastiščih, ki imajo manjši rastiščni indeks kot $SI_{100} = 24$ pri jelki in $SI_{100} = 22$ pri smreki, ki dosežeta povprečni prsni premer 35 cm, šele pri starosti 160 let. Na teh rastiščih je sicer možno doseči to dimenzijo prej, tj. v nižji starosti, a z močnejšimi redčenji, in sicer z oblikovanjem večje rastne površine za posamezno drevo (posledica je večja in bolj globoka krošnja), vendar pa s tem ne povečamo višine dreves, zato je koničnost na teh rastiščih lahko diskvalificirajoč dejavnik za kakovostni razred A. Na srednje- in visokoproduktivnih rastiščih je tudi minimalen dbh , ki omogoča še uvrstitev spodnje četrtine debla v KR-A, 40 cm, ker zahteva SIST-1014 srednji premer hroda najmanj 35 cm. Enako velja tudi za spodnjo četrtino debla minimalni prsni premer 30 cm za uvrstitev v KR-B. Podobno velja, da morajo biti prsni premeri debla za drugo četrtino debla približno 15 cm večji, kot je srednji premer, zahtevan v standardih. Tako je minimalen dbh debla 40 cm, če naj ima druga četrtina (od spodaj navzgor) srednji premer 25 cm, to je toliko, kot zahteva SIST-1014. Le izjemoma pa je druga četrtina uvrščena v A-kakovostni razred, saj ne izpolnjuje pogojev glede brezvejnatosti (v tem primeru bi moral biti dbh najmanj 50 cm). Ker ocenjujemo kakovost debla po posameznih četrtinah, je potrebno izračunati srednje premere v posameznih četrtinah. Izračunamo pa jih na naslednjih višinah: $\frac{h}{8}$; $\frac{3}{8}h$; $\frac{5}{8}h$; in $\frac{13}{16}h$ in oziroma v višini: 0,125 h; 0,375 h; 0,625 h in 0,8125 h. V zadnji, to je zgornji (četrti) četrtini, ga izračunamo v spodnji četrtini zgornje četrtine, ker predpostavimo, da je zgornja polovica zadnje četrtine tanjša kot 7 cm. Tudi pri lesni masi zaradi tega vrhača zmanjšamo lesno zalogo za 12,5 % (od zadnje, tj. zgornje četrtine), kar pa je zanemarljivo malo.

Če postavimo, da ima deblo obliko: $y^2 = b^2 \sqrt{x^3}$

(kubični paraboloid), potem je v zgornji četrtini 3,12 % lesne mase od celotnega drevesa in v zgornji polovici zgornje četrtine (to je v zgornji osmini debla) samo 0,39 % lesne mase drevesa. Če pa postavimo, da ima deblo obliko stožca (v krošnji jo ima), potem je v zgornji osmini debla samo 0,195 % od celotne mase debla. Zato lahko v izračunih ta del lesne mase debla zanemarimo. Če predpostavimo, da je oblika debla stožec, potem izračunamo srednje premere posameznih četrtin (v zgornji četrtini za predzadnjo osmino) po naslednjih obrazcih:

$$d_{0,125} = (\text{dbh} + K) - 0,125 \cdot h \cdot K = 0,875 \text{ dbh} + K;$$

$$d_{0,375} = (\text{dbh} + K) - 0,375 \cdot h \cdot K = 0,625 \text{ dbh} + K;$$

$$d_{0,625} = (\text{dbh} + K) - 0,625 \cdot h \cdot K = 0,375 \text{ dbh} + K;$$

$$d_{0,8125} = (\text{dbh} + K) - 0,625 \cdot h \cdot K = 0,1875 \text{ dbh} + K;$$

$$d_{0,125} = \text{srednji premer prve (spodnje) četrtine debla};$$

$$d_{0,375} = \text{srednji premer druge (od spodaj navzgor) četrtine debla};$$

$$d_{0,625} = \text{srednji premer tretje (od spodaj navzgor) četrtine debla};$$

$$d_{0,8125} = \text{srednji premer spodnje polovice zgornje četrtine debla};$$

$$\text{dbh} = \text{prсни premer};$$

$$K = \text{koničnost v cm/1 tkm.}$$

Tako izračunamo: če imamo drevo z $\text{dbh} = 40$ in $h = 32$, potem je: $K = 1,25$.

$$d_{0,125} = 0,875 \cdot 40 + 1,25 = 36,25$$

$$d_{0,625} = 0,375 \cdot 40 + 1,25 = 16,25$$

2.3.3.2 Vejnatosť

Pri oceni kakovosti debla je vejnatosť pri jelki in smreki zelo pomemben indikator za uvrščanje v kakovostne razrede, če predpostavimo, da so izpolnjene zahteve glede dimenzij in zdravosti. Na vejnatosť v posamezni višini drevesa ali pa v posamezni sekciji drevesa vplivajo genetska zasnova, debelina oziroma starost drevesa, rastišče, velikost rastnega prostora in gojitvena obravnava v času razvoja sestoja. Tako lahko variabilnost v debelini vej razdelimo na variabilnost oz. varianco znotraj drevesa, varianco med drevesi znotraj kolektiva ali sestoja in varianco med kolektivi dreves ali sestoji

(Mutz/Seeling 2002). Varianca znotraj drevesa je varianca debeline vej med posameznimi odrezki debla oziroma med posameznimi sekcijami debla. Analiza, ki je bila izvedena v Nemčiji na 148 drevesih smreke, je pokazala, da odpade od skupne variance za debelino vej kar 48,4 % na variabilnost znotraj drevesa (to je na variabilnost med sekcijami znotraj debla), 9,8 % na razlike med drevesi znotraj sestoja (glede njihovega povprečnega maksimalnega premera vej) in 41,8 % na razlike med kolektivi oziroma sestoji (Mutz/Seeling 2002). Ker ima polovica variance svoj izvor v razlikah znotraj debla, je smiselno, da analiziramo vejnatosť za vsako sekcijo posebej. Navedena analiza pokaže, da znotraj istega sestoja za oceno vejnatosťi zadostuje vzorec razmeroma majhne velikosti. Velik delež variance, ki izvira iz debeline vej med sestoji, pa nakazuje, da je potrebno analizirati (z vzorci) vse sestoje, ki so bili podvrženi različni gojitveni obravnavi. Zato je vejnatosť v sestojih, ki so bili osnovani z gosto sadnjo, drugačna od vejnatosťi sestojev, ki so bili osnovani z redko sadnjo. Prav tako je vejnatosť različna med sestoji, ki so bili redčeni z različno jakostjo in podobno. To pa pomeni, da se vejnatosť razlikuje od sestoja do sestoja in od rastišča do rastišča. Zato ne moremo pričakovati, da bomo z majhnim vzorcev zajeli vso raznolikost vejnatosťi v slovenskih gozdovih, katerih rastišča so izredno pestra, še bolj pestri pa so bili načini gojitvene obravnave teh sestojev. Pri tem pa ne smemo pozabiti na različnost provenienc; še posebej to velja za smreko, pri kateri smo pri snovanju njenih monokultur skoraj praviloma uporabili sadike ali pa seme iz avstrijskih drevesnic oziroma gozdov.

Kakšne so lahko razlike v debelini grč pri smreki, ki raste v sestoji, kjer so bila izvajana šibka redčenja, in v sestojih, kjer so bila izvajana močna redčenja, ter pri smreki, ki raste na robu sestoja, kaže raziskava Mutza in Seelinga (2002), ko sta ugotavljala največjo debelino vej v spodnjih 11 metrih debla. Podatki so prikazani v preglednici št. 3.

Maksimalno debelino vej smo prikazali zato, ker je le-ta odločilna pri uvrstitvi v določen kakovostni razred.

Preglednica 3: Maksimalne debeline dreves in maksimalna debelina vej pri smreki na spodnjem delu debla dolžine 11 m (Mutz/Seeling 2002)

	Starost dreves	Maksimalen dbh	Maksimalna debelina vej
Drevesa v sestoji z veliko gostoto dreves	40–80 let	34,00 cm	50 mm
Drevesa v sestoji z majhno gostoto dreves	40–60 let	39,85 cm	63 mm
Robna drevesa – sproščena s strani	60–80 let	41,00 cm	79 mm

Iz poizkusov, ki so jih izvedli pri smreki z različno gostoto sadnje, je znano, da se z redkejšo sadnjo zmanjšujeta naravna mortaliteta in dimenzijsko razmerje (h/dbh) ter da se povečujeta dolžina krošnje ter srednja debelina vej. Vendar pa razlika v debelini vej ni tako velika, da bi bilo zato potrebno snovati sestoje z gosto sadnjo ali pa se odpovedati zgodnjim redčenjem. To kaže tudi poizkus v Bramwaldu, kjer so osnovali smrekove nasade s sadnjo z razmakom 1,5 x 1,5 m, to je z gostoto 4.450 sadik na ha. Ko so smreke dosegle višino 2,0 m, so površino razdelili na tri dele. V prvem delu so ohranili razmak 1,5 x 1,5 m, v drugem delu so izvedli shematsko redčenje z razmakom 3,0 x 1,5 m (odstranili so vsako drugo vrsto), v tretjem delu pa so izvedli shematsko redčenje tako, da so dosegli razmak 3,0 x 3,0 (odstranili so vsako drugo vrsto in vsako drugo kolono). V starosti 23 let so pričeli z redčenji v vseh treh delih ter izbrali 500 dreves na 1 ha. Redčenje so izvedli 4-krat; danes imajo v vseh delih 300 izbrancev na 1 ha. V času analize, tj. v starosti 46 let, pa je stanje glede debeline vej naslednje (Spellmann/Schmidt 2003): v delu, kjer so do starosti 23 let ohranili razmak 1,5 x 1,5, tj. 4.450 dreves, je srednja debelina vej (suhih vej) na višini 3,5 m pri izbrancih v prvem delu 17,4 mm, v drugem delu 20,1 mm in v tretjem delu 21,8 mm (pri razmiku 3,0 x 3,0 m pri višini 3,5 m). Kot je razvidno iz tega poizkusa, je zelo zgodnje zmanjšanje števila dreves s 4.450 na 1.900 oziroma na 1.110 (pri višini 2 m) le malo povečalo srednjo debelino vej. Zanimivo je tudi to, da se je zaradi negolomov zmanjšalo število dreves v prvem delu površine poizkusa za 20 %, v drugem delu samo za 5 % in v tretjem delu za 8 %. Zmanjšanje gostote dreves v zgodnji mladosti močno poveča stabilnost sestoja in le neznatno srednjo debelino vej.

3 ANALIZA KAKOVOSTI DEBEL SMREKE IN JELKE

3.1 Lokacija izvedbe analize in metoda dela

Analizo smo izvedli v smrekovih in jelovih debeljakih ter prebiralnem gozdu jelke in smreke. V analizo smo zajeli tako rastišča, kjer sta ti dve vrsti naravni graditeljici sestojev, kot tudi rastišča, kjer sta bili umetno razširjeni; zadnje velja predvsem za smreko.

Analizo smo izvajali z vzorčnimi ploskvami velikosti 30 x 30 m, tj. 9 arov. Izbirali smo debeljake oziroma prebiralni gozd, kjer imata ti dve vrsti najmanj 90-odstotni delež v lesni zalogi.

V preglednici 4 so prikazane lokacije vzorčnih ploskev, rastiščne enote oziroma sintaksonomske enote, v katere so uvrščene analizirane fitocenoze, ter osnovni podatki o sestojih.

Kot je razvidno iz preglednice 4, smo analizirali sestoje z razmeroma visoko lesno zalogo.

Pri vsakem drevesu na ploskvi smo izmerili prsne premere in višino ter ocenili kakovost po posameznih četrtinah debla (relativne sekcije). Četrtine smo uvrstili v tisti sortimentni razred, kamor bi bili uvrščeni odrezki (hlodi), če bi drevo posekali. Vendar smo uvrstitev v sortimentni razred izvedli le na osnovi zunanjih znakov debla, tj. dimenzij, vejnatosti, krivosti, koničnosti, zavitosti in rdeče trohnobe ali poškodb, če je deblo nakazovalo tovrstno napadenost ali poškodovanost (odebelitev koreničnika, iztekanje smole, itd.).

Pri oblikovanju kakovostnih razredov smo uporabili SIST-1014 za hlode smreke in jelke, oblikovali pa smo še nov kakovostni razred, in sicer P, kamor smo vedno uvrstili zgornjo oz. zadnjo četrtino debla ter vsa debla s premerom, manjšim kot je 25 cm. V razred P, ki predstavlja prostorninski les ter ostale sortimente, ki ne dosegajo kakovosti hloedov D-razreda, smo uvrstili tudi 2., 3. in 4. četrtino pri deblih s prsnim premerom, ki je manjši kot 30 cm, ter vse 3. in 4. četrtine pri deblih, ki imajo manjši premer kot 40 cm. Pri teh premerih navedene četrtine ne dosegajo potrebnih dimenzij za uvrstitev v hlode. Razumljivo, da so bile v razred P uvrščene tudi četrtine, ki imajo večje premere, kot jih zahtevajo standardi, če je bilo deblo poškodovano ali pa je imelo večje napake, kot jih dopuščajo sortimenti kakovostnega razreda hlodi D. Razred P je predvsem les za kemično predelavo, les za iverne plošče, brusni les itd. Skupaj smo analizirali 32 ploskev oziroma 1.037 dreves; od tega 529 jelk in 508 smrek.

3.2 Rezultati analize kakovosti debel

Rezultati analize so prikazni v preglednici 5. Izredno majhen je delež lesa kakovostnega razreda A. Le na 9 ploskvah od skupno 32 analiziranih ploskev so bila drevesa, ki so imela takšno kakovost, da smo lahko njihove posamezne sekcije uvrstili v ta kakovostni razred.

Skupaj na vseh 32 ploskvah je delež razreda A znašal 1,5 %. Tako nizek delež je posledica tega, ker smo v glavnem analizirali smreko na rastiščnih enotah, kjer je smreka izven areala njene naravne razprostranjenosti.

Če pogledamo deleže ostalih kakovostnih razredov, vidimo, da je tudi delež B-razreda razmeroma

Preglednica 4: Osnovni podatki o analiziranih vzorčnih poskvalah

Št. plosk.	Lokacija	Razvojna faza	Rastiščna enota	Starost	Volumen m ³ /1 ha	Št. dreves na 1 ha			Srednji prsni premer DBHS
						sm	je	Skupaj	
1	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	781	56	255	311	42,0
2	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	742	44	333	377	37,4
3	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	779	56	233	289	45,3
4	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	791	156	578	734	26,2
5	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	423	178	299	477	26,8
6	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	441	133	400	533	25,2
7	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	627	22	356	378	32,3
8	Ortnek-Ribnica	preb. gozd je-sm	Bazzanio-Abietetum	-	620	33	244	277	42,5
9	Prestrana-Krka	debeljak sm	Lamio orvalae-Fagetum	80-100	656	322	-	322	41,0
10	Rost-Prestrana-Krka	debeljak sm	Lamio orvalae-Fagetum	100	572	444	-	444	34,1
11	Prestrana-Grosuplje	debeljak sm	Lamio orvalae-Fagetum	80-90	601	200	-	200	51,1
12	Prestrana-Grosuplje	debeljak sm	Lamio orvalae-Fagetum	80-100	615	300	-	300	42,6
13	Luknja-Vel. Lašče	debeljak je-sm	Galio rot.-Abietetum	80-100	822	111	244	355	42,7
14	Luknja-Ribnica	debeljak je-sm	Galio rot.-Abietetum	80-100	777	44	411	455	34,2
15	Luknja-Ribnica	debeljak je-sm	Galio rot.-Abietetum	100	865	178	344	522	32,8
16	Luknja-Ribnica	raznomenen g. je-sm	Galio rot.-Abietetum	-	883	156	300	456	36,6
17	Podbukovje-Krka	debeljak sm-gr	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	528	278	-	278	39,7
18	Podbukovje-Krka	debeljak sm-gr	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	528	333	-	333	37,1
19	Podbukovje-Krka	debeljak sm-gr-b. ga	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	518	344	-	344	35,6
20	Podbukovje-Krka	deb. sm-je-gr-b. ga	Abio albae-Carpinetum betuli	97-102	732	333	11	344	42,5
21	Krka	debeljak sm-gr	Abio albae-Carpinetum betuli	98-102	469	333	-	333	35,3
22	Globošček-Grosuplje	debeljak sm	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	659	244	-	244	44,7
23	Globošček-Grosuplje	debeljak je-sm	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	726	67	189	256	46,4
24	Globošček-Grosuplje	debeljak je-sm	Abio albae-Carpinetum betuli	90-100	611	233	33	266	40,3
25	Sela-Grosuplje	debeljak je-sm	Abio albae-Carpinetum betuli	80-100	934	133	244	377	43,3
26	Sela-Grosuplje	debeljak je-sm	Abio albae-Carpinetum betuli	80-100	747	67	189	256	46,2
27	Sela-Grosuplje	debeljak sm-je	Abio albae-Carpinetum betuli	80-100	633	189	100	289	41,3
28	Pohorje (Hudi kot)	debeljak sm-je	Aceri-Fraxinetum	100	840	200	122	322	40,9
29	Pohorje (Hudi kot)	debeljak sm	Dryopterido-Abietetum	80-100	776	422	-	422	37,8
30	Črmošnjice (Smrečnik)	raznomenen gozd	Omphalodo-Fagetum typicum	-	664	22	333	355	36,1
31	Črmošnjice (Smrečnik)	raznomenen gozd	Omphalodo-Fagetum typicum	-	1156	11	244	255	53,7
32	Črmošnjice (Smrečnik)	raznomenen gozd	Omphalodo-Fagetum typicum	-	809	-	411	411	37,9

Preglednica 5: Deleži posameznih kakovostnih razredov v analizirani lesni zalogi na ploskvah

Ploskev	Delež lesa v posameznih kakovostnih razredih					
	A %	B %	C %	D %	P %	LZ/ha
1	0,0	18,6	51,3	22,2	8,0	781
2	0,0	25,0	55,5	10,5	9,0	742
3	0,0	25,4	43,6	23,8	7,3	779
4	6,1	26,4	39,8	12,8	14,8	791
5	0,0	7,0	33,9	39,4	19,7	423
6	0,0	10,3	22,5	42,5	24,8	441
7	0,0	18,7	39,1	33,2	9,0	627
8	0,0	10,5	51,6	27,1	10,8	620
9	0,0	21,0	47,3	15,0	16,7	656
10	4,2	28,4	24,6	17,8	25,1	572
11	0,0	20,2	62,2	10,3	7,3	601
12	0,0	17,9	38,4	31,3	12,4	615
13	8,1	25,9	34,5	17,4	14,1	882
14	1,7	25,9	33,0	21,4	17,9	777
15	6,0	38,3	30,4	8,5	16,7	865
16	5,3	23,4	27,0	28,1	16,2	883
17	0,0	3,5	68,2	15,0	13,3	528
18	0,0	7,3	64,4	14,0	14,4	528
19	0,0	7,4	59,4	16,9	16,3	518
20	0,0	2,6	71,0	16,9	9,6	732
21	0,0	3,3	65,0	14,4	17,3	469
22	0,0	30,0	26,6	26,6	16,8	659
23	0,0	10,0	33,5	46,6	9,9	726
24	0,0	7,2	36,4	44,5	11,9	611
25	1,8	13,7	50,8	23,3	10,5	934
26	0,0	9,7	33,8	46,3	10,2	747
27	0,0	28,5	26,3	31,2	14,0	633
28	1,3	51,8	31,5	3,4	12,0	840
29	0,0	21,2	45,1	17,6	16,1	776
30	0,0	8,8	19,5	56,8	15,0	664
31	3,5	9,4	29,6	49,4	8,0	1.156
32	0,0	16,6	15,4	53,1	14,9	809
Skupaj	1,5	18,8	40,1	26,3	13,3	..

nizek. Če naredimo primerjavo s podatki, ki jih navaja Otrin (1983) za Slovenijo, seveda ob nekoliko drugačni klasifikaciji, ker je takrat veljal JUS-1979, vidimo, da smo v naši analizi ugotovili manjše deleže za najbolj kakovostne sortimente. Ta primerjava je podana v preglednici 6.

Nekaj razlike je posledica uporabe različnih standardov, nekaj pa zaradi tega, kot je bilo že zgoraj navedeno, da so bili vzorci v velikem delu vzeti na rastiščih, kjer je smreka tuja drevesna vrsta. Namen

te analize ni ugotavljanje povprečnega sortimentega sestava za Slovenijo, ampak ugotavljanje variabilnosti znotraj drevesa, med drevesi in med sestoji (različna obravnava sestojev).

V preglednici 7 je prikazan kakovostni sestav deblovine glede na tip gozda. Delež razreda A je večji v enomernih in raznomernih gozdovih kot v prebiralnih, med deležema v B-razredu ni značilnih razlik. Značilne razlike pa so med drevesnima vrstama. Tako v prebiralnih kot enomernih sestojih

Preglednica 6: Deleži sortimentov smreke in jelke leta 1983 ter deleži, ki izhajajo iz analize 2006

	Kakovostni razredi in njihovi deleži
Leto 1983 (Otrin 1983)	F = 3 %; Ž-I = 27 %; Ž-II = 40 %; Ž-III = 10 %; drobna oblovina = 20 %
Analiza 2006	A = 1,5 %; B = 18,8 %; C = 40,1 %; D = 26,3 %; P = 13,3 %

Preglednica 7: Kakovostni sestav deblovine (v %) glede na zgradbo gozda

	Drev. vrsta	Kakovostni razred				
		A %	B %	C %	D %	P %
Enomerni in raznomerni	je	1,2	15,9	31,6	37,2	14,1
	sm	1,9	20,6	43,8	20,1	13,5
	skupaj	1,6	18,8	39,0	26,9	13,7
Prebiralni	je	0,5	18,6	43,3	25,3	12,3
	sm	2,5	20,7	45,1	21,3	10,4
	skupaj	0,9	19,1	43,7	24,4	11,9
Skupaj	je	0,9	16,9	36,0	32,7	13,4
	sm	2,0	20,7	43,9	20,3	13,2
	skupaj	1,5	18,8	40,1	26,3	13,3

Preglednica 8: Kakovostni sestav deblovine (v %) glede na rastiščno enoto

Združba	Drev. vrsta	Kakovostni razred				
		A %	B %	C %	D %	P %
<i>Bazzanio-Abietetum</i> (prebiralni)	je	0,5	18,6	43,3	25,3	12,3
	sm	2,5	20,7	45,1	21,3	10,4
	skupaj	0,9	19,1	43,7	24,4	11,9
<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	sm	1,0	21,7	43,4	18,6	15,3
<i>Galio rotundifolii-Abietetum</i>	je	1,4	24,9	34,0	20,0	19,7
	sm	11,7	34,0	26,7	17,0	10,5
	skupaj	5,4	28,4	31,2	18,8	16,2
<i>Dryopterido-Abietetum</i> (Pohorje)	sm	0,0	21,2	45,1	17,6	16,1
<i>Aceri-Fraxinetum</i>	je	0,0	47,6	15,3	5,8	31,3
	sm	1,5	52,6	34,4	3,0	8,5
	skupaj	1,3	51,8	31,5	3,4	12,0
<i>Abio albae-Carpinetum betuli</i>	je	0,4	11,1	41,9	36,9	9,8
	sm	0,2	11,8	49,8	24,3	13,9
	skupaj	0,2	11,6	47,5	27,9	12,7
<i>Omphalodo-Fagetum</i>	je	1,6	10,7	22,3	53,3	12,1
	sm	0,0	30,3	32,7	30,8	6,3
	skupaj	1,6	11,5	22,7	52,4	11,9

je delež A in B-razreda bistveno večji pri smreki kot pri jelki. Jelka ima izredno velik delež deblovine v D, tj. najmanj kakovostnem razredu.

Razlike so tudi med rastiščnimi oziroma sintaksonomskimi enotami (preglednica 8), s katerimi podajamo rastišča. Največji delež deblovine kakovostnega razreda A je v gozdovih, ki rastejo na

rastiščih združbe *Galio rotundifolii-Abietetum*, kjer sta tako jelka kot smreka vrsti, ki se tu pojavljata po naravi. Podobno velja tudi za razred B; vzorca v združbi *Aceri-Fraxinetum* ne moremo obravnavati kot reprezentativnega, ker je v vzorcu zastopana samo ena ploskev.

4 ZAKLJUČKI IN SMERNICE ZA RAVNANJE Z GOZDOVI, KJER STA SMREKA IN JELKA GLAVNI ALI POMEMBNI GRADITELJICI SESTOJEV

4.1 Zaključki na podlagi analiz kakovosti debel v smrekovih in jelovih gozdovih

Do sedaj smo v Sloveniji izvedli analize kakovosti debel pri smreki in jelki le na osnovi zelo majhnih vzorcev, zato ne moremo podati ocene, kakšna je dejanska kakovost teh dveh drevesnih vrst v naših gozdovih. Tudi nekdanja statistika o prodaji sortimentov in njihovi kakovosti, ki je bila vodena za državne in zasebne gozdove, nam ne daje prave slike o kakovostni sestavi sortimentov. Količine kakovostnih razredov (klase) smo prilagajali tako, da smo dosegli izpogajano ceno, ker je bila cena kakovostnega razreda limitirana. Zato je bil delež sortimentov najvišjega kakovostnega razreda izračunan, a tudi približno ni ustrezal dejanskemu stanju. Izvedene pa so bile natančne analize za manjše količine napadlih sortimentov, vendar za potrebe raziskovalnega namena in ne za uradno statistiko (Otrin 1983). Prav tako so bile izvedene analize kakovosti sortimentov in debel za potrebe oblikovanja sortimentnih tablic (Rebula 1996a; Rebula 1996b) ter za potrebe določitve vrednosti debel in določitve ciljnega premera pri gospodarjenju (Rebula 1998a; Rebula 1998b; Rebula 2003). Prav tako je bila analizirana kakovostna zgradba debel v smrekovih gozdovih na njihovih naravnih rastiščih v Sloveniji (Kotar 1980), vendar z namenom določitve optimalne dolžine proizvodne dobe ter določitve ustreznega režima redčenj. Cela vrsta raziskav pri smreki in jelki pa je bila izvedenih, vendar samo na posameznih lokacijah, o vejnatosti jelke (Furlan 1974), o napadenosti smreke z rdečo trohnobo ter njenih posledicah oziroma o razvrednotenju lesa (Miklavčič 1972, Jurc 2001, Habjanič 1977, Puhek 1970, Bračič 1998) in o mokrem srcu pri jelki (Torelli et al. 2005).

Če strnemo dognanja vseh teh raziskav in jih dopolnimo z rezultati analiz, ki smo jih izvedli v okviru te naloge, lahko podamo naslednje ugotovitve:

1. Smreka in jelka imata v lesni zalogi slovenskih gozdov 40-odstotni delež, še večji pa je njun delež v letnem poseku. Večji delež tako v poseku kot v lesni zalogi je posledica večjih produktivnosti in večjih sanitarnih sečenj. Ti dve drevesni vrsti

imata izredno velik riziko proizvodnje, ki je posledica njunega pospeševanja na rastišča, ki so izven njunega naravnega areala (smreka), ali pa oblikovanja njunih čistih sestojev. Riziko proizvodnje oziroma povečan obseg sanitarnih sečenj pa je tudi posledica njunega propadanja zaradi onesnaževanja ozračja in tal (žveplo).

2. Delež smreke se bo z doslednejšim uveljavljanjem ekosistemskega upravljanja zmanjševal, vendar pa bosta obe drevesni vrsti – tako smreka kot jelka – še vedno pomembni graditeljici naših gozdov, in to v gozdovih, kjer se pojavljata po naravi. Smreka pa bo ostala pomembna vrsta tudi v gozdovih izven svojega naravnega areala, vendar le v tolikšni primesi, da ne bo predstavljala večje motnje v funkcioniranju gozdnega ekosistema, torej tam, kjer je riziko produkcije majhen.
3. Velik delež slovenskih gozdov raste na rastiščih, ki omogočajo pridelovanje sortimentov velikih dimenzij pri razmeroma kratkih proizvodnih dobah. Večina rastišč zato ne predstavlja omejitve pri pridelovanju sortimentov, ki so uvrščeni v najvišji kakovostni razred glede dimenzij.
4. Sestoji smreke in jelke so glede kakovosti debel izredno variabilni. Posamezni sestoji imajo izredno visok delež dreves, ki imajo v spodnji četrtini debla sortimente najvišjega kakovostnega razreda, na drugi strani pa imamo sestoje, kjer dajejo debla le sortimente s podpopovprečno kakovostjo. Visokokakovostni sestoji uspevajo predvsem na rastiščih, kjer ti dve vrsti tvorita naravne fitocenozе.
5. Poleg zdravosti lesa, ki je najpomembnejši izločitveni dejavnik pri uvrščanju sortimentov v posamezne kakovostne razrede – ob predpostavki, da imamo debla zahtevanih dimenzij – je odločujoč indikator pri ugotavljanju deleža posameznih kakovostnih razredov vejnatost oziroma, pri sortimentih, grčavost. Na manj produktivnih rastiščih pa je odločilna tudi koničnost. V velikem delu smrekovih in jelovih gozdov so debla vejnata celo v spodnji četrtini; imajo veliko število mrtvih vej. Glede vejnatosti imamo v Sloveniji paradoks: večina dreves ima, ko doseže ciljno dimenzijo, prekratko zeleno krošnjo, na drugi strani pa ima večina dreves veje celo v spodnji tretjini ali v spodnji četrtini debla. To je posledica nezadostne ali pa nepravilne nege. Velika variabilnost glede števila vej in njihove debeline nam kaže, da lahko s pravilnim ravnanjem in usmerjanjem rasti in razvoja sestoja pomembno zmanjšamo vejnatost v spodnji četrtini ali celo polovici debla in s tem

dvignemo kakovost sortimentov, tj. vrednostno proizvodnjo.

6. Zdrav les je predpogoj za uvrstitev sortimenta v višji kakovostni razred. Pri smreki je na posameznih rastiščih izredno velik delež dreves, ki so napadena z rdečo trohno. Pri drevesih, ki jih je napadla rdeča trohna, je običajno uničen spodnji del debla, tj. od 2 do 3 m višine. Delež napadenosti dreves z rdečo trohno je odvisen od rastišča, načina obnove sestoja ter gojitvene obravnave sestoja. Pri jelki pa je pomembna napaka pojav mokrega srca, ki je v zadnjem času dosegel zastrašujoč obseg. Pri starejših drevesih, ki so nevtalna, je pojav mokrega srca že pravilo, in to tako v prebiralnih kakor tudi v enomernih sestojih. Mokro srce sega praviloma do 16 m in več višine debla in tako razvrednoti spodnjo polovico debla, tj. njegov najvrednejši del. Kolesivost je pojav, ki je še posebej pogost pri jelki v prebiralnem gozdu. Na silikatni podlagi delež kolesivih debel lahko doseže celo 50 % in več. V kolikor je kolesivost omejena na prvi centimeter ali dva okrog stržena, potem je to manjša napaka. Zato lahko to napako s pravilnim prebiranjem in pravilno določitvijo obhodnice zmanjšamo na minimum.
7. Velik del napak, ki pomembno vplivajo na uvrstitev posameznih delov debla v kakovostne razrede sortimentov, lahko odpravimo ali pa zmanjšamo ter tako dvignemo vrednostno proizvodnjo lesa. Gozdnogospodarsko in gozdnogojitveno načrtovanje je usmerjeno predvsem v količinsko proizvodnjo, za lastnika gozda pa je pomembna predvsem vrednostna. Nedvomno je, da je količinska proizvodnja temelj vrednostni proizvodnji, vendar zgolj visoka količinska proizvodnja ne zagotavlja visoke vrednostne proizvodnje. Cilj gospodarjenja z gozdovi pa je med drugim tudi čim višja vrednostna proizvodnja.

4.2 Smernice za ravnanje s smrekovimi in z jelovimi gozdovi za doseganje večje kakovosti debel

1. Prva in najpomembnejša smernica za gospodarjenje z gozdovi ne samo smreke in jelke je zdravi in stabilni gozdovi. Zato bomo smreko in jelko pospeševali predvsem na njihovih naravnih rastiščih, tj. tam, kjer sta ti dve vrsti sestavni del naravnih fitocenoz. Ker je ekološki maksimum smreke različen od njenega fiziološkega

maksimuma, jo lahko v primesi širimo tudi na rastišča izven njenega naravnega areala. Pri tem pa moramo upoštevati, da je na teh rastiščih bolj podvržena vremenskim ujmam, pa tudi raznim boleznim in insektom. Za smreko se rastišča izven njenega naravnega areala, ki so visoko-produktivna, manj primerna. Na teh rastiščih so širine branik prevelike, kar velja tudi za njene višinske prirastke. Zato je les takšnih dreves manj odporen proti rdeči trohni, pa tudi proti snegolomu in vetrolomu. Zato je delež rdeče trohne na rastiščih *Abio albae-Carpinetum* in *Hedero-Fagetum* večji v dolinah oziroma tam, kjer je proizvodna sposobnost največja. Preširoka branika zmanjšuje trdnost lesa, istočasno pa je manj zaželen v pohištveni industriji.

2. Če izhajamo iz tega, da imamo smreko in jelko na primernih rastiščih z ustreznim proverenostjo in da ne uporabljamo gnojenja, potem nam od ukrepov, s katerimi lahko vplivamo na kakovost lesa, ostaneta le oblikovanje ravnega prostora in obvejevanje (Mosandl et al., 1995; Kenk 1988; Seeling et al. 2004).
3. Pri oblikovanju ravnega prostora pri smreki je pomembno, da dosežemo dimenzijsko razmerje $R = 80$ ali manj, ki zagotavlja mehansko stabilnost sestoja. Nižje dimenzijsko razmerje pa pomeni nekoliko večjo debelino vej, večje in globlje krošnje ter večjo koničnost. Pri snovanju smrekovih sestojev zadostuje 2.000–3.000 sadik na 1 ha, pri naravnem in gostem mladju smreke pa je potrebno izvesti rahljanje; enako velja za mladje jelke. Mladja, ki jih prepustimo naravnemu razvoju, se razvijejo v previtke in nestabilne gošče. Takšne so tudi nenegovane gošče. Prepuščanje smrekovih in jelovih sestojev naravnemu razvoju ne vodi k visoki vrednostni proizvodnji lesa. V sestojih, kjer imajo drevesa premajhen rastišni prostor, so potrebne dolge proizvodne dobe, da drevesa dosežejo ciljni premer.
4. Na rastiščih, kjer se drevesa slabo naravno čistijo vej, je za doseganje visokokakovostnih sortimentov potrebno izvajati obvejevanje. Obvejevanje izvajamo v letvenjakih in tanjših drogovnjakih. Poleg obvejevanja suhih vej izvajamo tudi obvejevanje živih vej. Pri vejah debeline do 40 mm se rane lepo zarastejo (Bues 1996; Mosandl et al. 1995), le paziti moramo, da ne poškodujemo debla ob veji (ovratnik veje). Umetno obvejenih dreves ni potrebno posebej označiti, ker so v sestoji jasno vidna še več desetletij po obvejitvi (celo 100 let).

Na dobrih rastiščih je smiselno, da obvejujemo do višine 8,5 m oziroma, v izjemnih primerih, do višine 12,5 m. Na rastiščih, kjer se jelka in smreka dobro čistita vej in kjer ni nevarnosti snegolomov, izvajamo t. i. stopnjevano redčenje. Pri tem najprej izvajamo redčenja s šibko jakostjo, ki zagotovijo naravno čiščenje vej, ko pa drevo doseže zeleno višino čistega debla, preidemo na redčenja močne jakosti, ki nam zagotovijo čimprejšnje doseganje ciljnih premerov ter preprečujejo skrajševanje krošnj.

5. Izbrana in pospeševana drevesa morajo imeti globoke zelene krošnje. Nekdanja predstava, da naj bo čista dolžina debla čim večja, je v nasprotju z zahtevo po čim večji stabilnosti sestoja. Pospeševana drevesa morajo imeti krošnjo, ki je daljša od polovice debla. Vrsta strokovnjakov priporoča, da naj ima smreka krošnjo, ki dosega celo 75 % končne dolžine debla, spodnja četrtnina debla pa naj bo popolnoma brez vej (Seeling et al. 2004).
6. V prebiralnem gozdu, ki se v največji meri neguje sam (ob pravilno izvajanjem prebiranju), doba čakanja pri čakalcih naj ne bo predolga, predvsem pa naj drevesa ne menjavajo socialnih položajev v obratni smeri, kot jih narekuje socialni vzpon, tj. ko drevo preide iz čakalca v tekača in zmagovalca, naj ne preide zopet nazaj v čakalca, sicer bo v deblu zelo verjetno nastopila kolesivost.
7. Pri določanju ciljnih premerov in dolžin proizvodnih dob tako pri jelki kot pri smreki premalo upoštevamo rastišče. Proizvodne dobe variirajo od rastišča do rastišča; tako je lahko proizvodna doba pri smreki od 60 (na rastiščih hrasta z gabrom) do 180 let (gorski smrekovi gozdovi). Glede ciljnih premerov so dosedanje raziskave (Rebula 1998a; Rebula 1998b; Rebula 2003) pri jelki pokazale, da dobimo najvrednejše deske pri debelini hlodov 45 cm, vendar pa povečani količinski izkoristek hloda pri debelejših hlodih pokrije zmanjšano kakovost desk še do debeline okoli 55 cm (Rebula 2003). Pri deblih nastopa kulminacija vrednosti lesa pri prsnih premerih 65–70 cm. Vse to pa velja za zdrava drevesa. Ker je debelina drevja povezana tudi s starostjo dreves, s starostjo pa so pogostejše tudi bolezni, imamo v naših gozdovih zelo pogost primer, da je les debla že poškodovan ali drugače razvrednoten zaradi pojavov, ki spremljajo visoko starost, še preden deblo doseže ciljni premer. Verjetno je takšen pojav mokro srce pri jelki, ki naj bi bilo tudi posledica starosti (Torelli et al.

2005). Da ima debelo drevje pogostejše napake, kažejo tudi odkupne cene, ki so pri hlodih jelke nad premerom 50 cm za 10–13 €/m³ nižje. Tudi sicer je cena lesa jelke okrog 10 % nižja kot cena smrekovine pri istem kakovostnem razredu.

Debelo drevje je kazalec uspešnega gospodarjenja le v primeru, da so drevesa vitalna in les debla zdrav ter dobre kakovosti, nasprotno pa je debelo drevje z nekvalitetnim lesom odraz nestrokovnega dela v gozdu. V prihodnosti bomo dosegali večje ciljne dimenzije pri nižji starosti dreves in zato pri bolj zdravih sestojih, če bomo sestoj pravilno negovali. Pod nego pa ne smemo razumeti samo nege mladja, ampak izvajanje redčenj v sestoji vse do njegove obnove.

5 SUMMARY

The share of Norway spruce and silver fir together in the growing stock amounts to 40 %, while their share in felling exceeds 50 %, which is the consequence of salvage cuttings occurring every year. The causes for such cuttings are extreme weather events, diseases and insect attacks. Sometimes the causes for the degradation of Norway spruce and silver fir are not known. It is very likely that the share of spruce will decrease in the future due to the reduction of its abundance on sites potentially dominated by other tree species. Nevertheless, Norway spruce and silver fir will still be our most important tree species on account of their large log quantities, i. e. wood used for further processing into high quality products. Both analysed species belong to tree species with large quantity production. On the most productive sites they achieve as much as 17 m³/ha/year of mean annual volume increment. In forest management though, value production is even more important than volume production. Value production depends on stem quality or assortment structure of stems when the trees are harvested. Criteria important for the classifying of stem parts into assortment groups are dimensions, the absence of infections in wood or damage to wood, stem form and wood structure. The first criterion is dimension, which defines whether it is possible or not for a particular stem part to be classified in a particular quality class. In the case of spruce and fir this is a log. The second indicator of timber quality is the absence or presence of infections/damage on wood. In some regions spruce is very often degraded by red rot, which can completely devalue the lowest stem part usually up to the height of 2-3 m. The share of stems degraded by red

rot is dependent on site, stand origin, silvicultural treatment, damage to trees and soil, forest pasture, age etc. In silver fir the most common defects are defects of the heart. The first is ring shakiness and the second is wetheart. Ring shakiness is relatively frequent in selection forests, while wetheart is frequent in trees older than 100 years.

If we presume that the dimension criterion for the stem is fulfilled, the second most frequent defect is knottiness. Knottiness, which is the consequence of branchiness, is dependent on site, on provenience and on silvicultural treatment applied to the stand during its growth and development. Branchiness depends on growing space available to the tree during its growth; bigger growing space results in thicker branches and poorer self pruning of branches. Higher stand density, which means smaller growing space per tree, accelerates self pruning of branches, i. e. it causes better stem cleaning and thinner branches. On the other hand higher stand densities enlarge dimension ratio (h/dbh), which means increased danger of snow and wind breaks. This leads to higher production risks. It has been proved that the stem quality of spruce and fir is increased and so is the value production, when the stems in thinner pole stand phases are pruned. The target trees of spruce and fir should have the lower quarter or third of the stem branch free, while the green crown should extend over a half of the tree's height. Trees with large crowns achieve target diameters much sooner than trees having short or narrow crowns or trees from stands where only weak thinnings were performed or where there were no silvicultural measures. Target diameters for spruce lie between 60-70 cm of dbh, if the timber is non-degraded and of high quality. Higher diameters are uneconomical and they lead to lower value production. Target diameters in fir should be lower in comparison with spruce due to wetheart which appears at higher diameters and ages and devalues timber substantially. The value production of spruce and fir will be increased with pruning and with the achievement of target diameters within shorter production periods. The shortening of production periods and at the same time production of thick trees are possible only when thinnings are performed from the stages of pole stands to mature stands. Shorter production periods also mean lower risk, i. e. the danger of fungal and insect attacks. The vitality of spruce and fir, especially when they grow on sites potentially dominated by other tree species, is diminished in the case of long production periods. Evidence of this are

extensive areas of overaged spruce stands, especially on sites outside the natural areal of spruce, which were partially or even completely destroyed by bark beetle in the last years. In silver fir the evidence of too long production periods applied can be seen in the high degree of degradation caused by wetheart in stands of ages above 120-140 years.

6 ZAHVALA

Pri izvedbi analize so mi pomagali številni sodelavci ter kolegi in na tem mestu se jim najlepše zahvaljujem. Še posebej se zahvaljujem Jožetu Primcu, inž. gozd. (ZGS, OE Novo mesto, KE Žužemberk), ki mi je pomagal pri zbiranju terenskih podatkov, dr. Alešu Kaduncu za obdelavo podatkov ter pomoč na terenu in Savini Terlep za pisno oblikovanje izdelka (oba z Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL).

7 LITERATURA

- ABETZ, P., UNFRIED, P., 1983. Aststärken an Z-Bäumen in einem Fichtenstandraumversuch im Forstbezirk Riedlingen/Donau, AFJZ, S. 189-197.
- BACHMANN, R. P., 1968. Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunktes im Waldbau. Zürich, Bühler Buchdruck, 112 s.
- BRACIČ, B., 1998. Ekonomski učinki smrekovih monokultur na Rakovcu. Diplomsko delo, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, 78 s.
- BUES, C. T., 1996. Zur Holzqualität weitständig gepflanzter und geschneitelter Fichten aus dem Frankenwald. Forst und Holz, 51. Jahrgang, S. 45-49.
- FERK, D., 2006. Gozdnogojitvena problematika posesti Kajzar na Pohorju. Diplomsko delo, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, Ljubljana, 81 s.
- FURLAN, F., 1974. Grčavost deblovine jelovega drevja v določenem sečišču. Raziskovalno delo za Prešernovo nagrado. Oddelek za gozdarstvo, BF, UL, Ljubljana, 68 s.
- GRAF, E., 1993. Einfluss von Forstinsekten auf die Holzqualität. Schweiz. Z. Forstwes., 144 (1993) 10; S. 789-802.
- GRAMMEL, R., 1990. Zusammenhänge zwischen Wachstumsbedingungen und holztechnologischer Eigenschaften der Fichte. Forstw. Cbl. 109 (1990), S. 119-129.
- HABJANIČ, R., 1977. Gozdnogojitvene posledice zaradi rdeče trohnobe na primeru smrekove monokulture v Prekmurju. Diplomsko delo, Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, UL, 44 s.

- HANNRUP, B., CAHALAN, C., CHANTRE, G., GRABNER, M., KARLSSON, B., LE BAYON, I., JONES, G. L., MÜLLER, U., PEREIRA, H., RODRIGUES, J. C., ROSNER, S., ROZENBERG, P., WILHELMSSON, L., WIMMER, R., 2004. Genetic Parameters of Growth and Wood Quality Traits in *Picea abies*. *Scand. J. Forest Res.* 19, p. 14–29.
- JURC, D., 2001. Rdeča trohnoba (povzročitelj, opis bolezni in ukrepi proti njej). *Gozdarski inštitut Slovenije, Strokovna monografija, Ljubljana*, 36 s.
- KADUNC, A., KOTAR, M., 2006. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje smrekovih sestojev v gorskih legah Slovenije. *GozdV* 64, 2, s. 76–80 in 97–104
- KENK, G., 1988. Fichtenwirtschaft ohne Vornutzung? *AFZ* 30 (1988), S. 837–839.
- KENK, G., WEISE, U., 1998. Zu: Beobachtungen zur Bestandesstruktur undurchforsteter Fichtenbestände. *AFZ/Der Wald* 18 (1998), S. 937–939.
- KOTAR, M., 1970. Določanje vrednosti in vrednostnega prirastka sestojaja. *GozdV* 56 (1970), s. 202–208.
- KOTAR, M., 1980. Rast smreke *Picea abies* (L.) Karst na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. Doktorska disertacija, Univerza EK, Biotehniška fakulteta, Gozdarstvo, Ljubljana 165 s.
- LEIBUNDGUT, H., 1966. *Die Waldpflege*. Haupt Verlag, Bern, 192 s.
- MIKLAVČIČ, T., 1972. Rdeča trohnoba na smreki v zgornjem povirju reke Krke. Diplomsko delo, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, Ljubljana, 34 s.
- MOSANDL, R., BUES, C. T., HANNIG, W., WALTHER, G., 1995. Geastete Fichten im Frankenwald als Leitbild für die künftige Fichtenerziehung. *AFZ/Der Wald* 24 (1995), S. 1300–1306.
- MUTZ, R., SEELING, U., 2002. Mehrebenenanalyse in der Holzforschung am Beispiel der Modellierung der Astdurchmesser in verschiedenen Stammhöhen am Fichtenrundholz in Abhängigkeit vom Standraum und Brusthöhendurchmesser. *Forstarchiv* 73 (2002), S. 179–186.
- OTRIN, Z., 1983. Kvaliteta v gozdarstvu. V: *Pomen kvalitete v gozdarstvu in lesarstvu. Zveza inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije*. Ljubljana 1983, 84 s.
- PUHEK, V., 1970. Smreka v vzhodni Sloveniji. Diplomsko delo, Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, UL, 45 s.
- REBULA, E., 1996a. Sortimentne in vrednostne tablice za debela jelke. *GozdV*, 54 (1996), str. 1–31.
- REBULA, E., 1996b. Sortimentne i vrijednosne tablice za deblovinu jele. *Meh. šumar.* 21 (1996) 4, s. 201–222.
- REBULA, E., 1998a. Vrednost jelovih hlovdov, njeni kazalci in njihova uporabnost pri razvrščanju hlovdov. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 55, 1998, s. 151–199.
- REBULA, E., 1998b. Vpliv debeline in višine jelovega drevesa na njegovo vrednost in donosnost. *Zbornik referatov: Gorski gozd XIX*. *Gozdarski študijski dnevi*, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, s. 191–205.
- REBULA, E., 2003. Ciljne debeline jelke in smreke v naših dinarskih gozdovih. *GozdV* 61 (2003), s. 208–212.
- SCHMIDT, M., 2002. Modellierung der Qualitätsentwicklung (Astigkeit) der Baumart Fichte und Douglasie. *Deutscher Verband forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde*. Schwarzburg/Thüringen, S. 7–32.
- SEELING, U., RECK, P., BECKER, G., BÜCKING, M., 2004. Zur Qualität von Furnieren und Schnitthölzern, hergestellt aus geasteten, langkronigen und stark dimensionierten Fichten. *Forst und Holz*, 59. Jahrgang, S. 63–68.
- SPELLMANN, H., SCHMIDT, M., 2003. Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte in Abhängigkeit von der Bestandesbehandlung. *Forst und Holz*, 58. Jahrgang, S. 412–419.
- STRÜTT, M., 1991. Zur wirtschaftlicher Bedeutung von Stabilitäts- und Holzqualitätszielen in der Fichtenwirtschaft. *Forstarchiv*, 62 Jahrgang (1991), S. 56–63.
- SVETLIČIČ, A., 1968. Primerjalna klasifikacija in žaganje hlovdov za žago jelke, smreke ter medsebojna količinska in vrednostna razmerja. *Študija*. Poslovno združenje Les, Ljubljana.
- TORELLI, N., GORIŠEK, Ž., OVEN, P., MERELA, M., 2002. Mokro srce pri jelki (*Abies alba* Mill.). *Les* 57 (2005), 1–2. s. 4–10.
- ZGS, 2006. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2005. *Zavod za gozdove Slovenije*, Ljubljana, 71 s.