

- UVODNIK 454 **Franci FURLAN** Naši gozdovi zmoreje in morajo dajati mnogo več
- ZNANSTVENE RAZPRAVE 455 **Aleš KADUNC**  
Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca  
*The quality and value of European beech roundwood (Fagus sylvatica L.) with special regard to red heartwood formation*
- 377 **Aleš KADUNC**  
Kakovost in vrednost okroglega lesa plemenitih listavcev  
*The quality and value of valuable broadleaves roundwood*
- 393 **Jošt JAKŠA**  
Zdravje gozda  
Gozdni požari  
*Forest fires*
- 409 **Marijan KOTAR**  
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*
- 428 **Niko TORELLI**  
Vpliv razvoja, staranja in poškodovanj drevesa na lastnosti in kvaliteto lesa  
*Influence of tree development, ageing and injury on wood properties and quality*
- GOZDARSTVO V ČASU 442 **Janez KAVČIČ** Ob spomeniški rekonstrukciji idrijske gozdne  
IN PROSTORU železnice
- 444 **Janez KRČ** Odprtje stalne postavitve lesenih kipov  
na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške  
fakultete
- 446 **Vida PAPLER-LAMPE** Vetrolom na Jelovici

## Naši gozdovi zmoreje in morajo dajati mnogo več

Znano je, da gospodarjenje z gozdovi zahteva zelo širok pristop in znanja različnih področij, če hoče biti uspešno. Prav tako lahko ugotovimo, da pri splošnem ravnanju z okoljem dopuščamo mnoge vrste zelo problematičnih ravnanj in toksičnih emisij. Pri gospodarjenju z gozdovi pa stroka z zakonodajo pogosto sebi postavlja ovire, s katerimi zmanjšuje učinkovitost gospodarjenja v primerjavi z drugimi deželami. Pri tem so v Evropi znani drugi pristopi gospodarjenja, ki so učinkovitejši, pa gozdov še vedno ne ogrožajo. Največja grožnja slovenskim gozdom so glede na to vplivi z različnimi emisijami na okolje.

Gozdarska stroka se v okviru Posvetovanja, 24. in 25. oktobra 2006 v organizaciji Združenja za gozdarstvo pri Gospodarski zbornici Slovenije, Gozdarskega inštituta Slovenije in UL BF, Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire potekala na Gospodarski zbornici Slovenije loteva zelo aktualnih tem, ki so tudi znotraj stroke deležne različnih pogledov.

Gre za področja s katerimi lahko povečamo učinkovitost gospodarjenja z gozdovi brez dodatnih skrajnih obremenjevanj človeških in naravnih virov in se nanašajo na možnosti za povečanje kakovosti pridobljenega lesa in zmanjševanju tveganja pri izvajanju vseh del v gozdovih.

Možnosti za povečano učinkovitost na področju pridobivanja lesa je več. Pomembno nižanje stroškov dela je možno doseči z boljšo pripravo dela, ki jo žal ne redko celo opuščamo, čeprav je znano, da je njen prispevek h končnemu rezultatu dela celo do 80 %. Na področju krojenja lesa so možnosti za večji dohodek tako pri iglavcih kot pri listavcih. Pri tem je pomembna še namembnost predelave posameznih gozdnih lesnih sortimentov. Mnogo tehničnega lesa listavcev (celo furnirski hlodi in hlodi za luščenje) uporabimo zlasti iz zasebnih gozdov za pridobivanje toplote. Tu se takoj postavi vprašanje smiselnosti bioloških vlaganj v gozdove. Učinkovitost zmanjšujejo še prevelika ali premajhna nadmera lesa, visoki panji, slaba kakovost obdelave lesa, slaba izraba lesne mase drevesa na deblu in vrhu, napačna uporaba spravilnih sredstev, napake pri razvrščanju mnogokratnikov in kombiniranih hlobov pri prodaji lesa, uporabljene tablice za ugotavljanje volumna lesa, itd. Mnogo krat je zato potrebno izdelati npr. 110 in več kubikov lesa zato, da jih tržimo le 100.

Kakovost in vrednost lesa bomo povečali, če bomo čim več drevja zajeli v posek preden se posuši. Vrednost sortimentov suhega drevesa je najmanj pol nižja od sortimentov živega drevesa. Raziskave kažejo, da pri nas gojimo prestaro in predebelo drevje, ki je že zdavnaj doseglo višek vrednosti. Sortimente nad 50 cm srednjega premera kupci v tujini odklanjajo ali pa so cene 20 – 30 % nižje. Proizvodne dobe je zato treba skrajšati in v izbiro drevja zajemati čim več drevja na višku vrednosti. Tak pristop bo povečal interes za sečnje tudi v zasebnih gozdovih. Povečati je treba tudi količinski posek lesa in ga skušati držati na istem nivoju s trendom naraščanja. Velika nihanja, zlasti navzdol, pomenijo velike probleme (ljudje, kapacitete) v procesu pridobivanja in predelave lesa, poleg tega pa so tudi strokovno zelo oporečna.

Vidik visokega tveganja pri izvajanju del v gozdovih še vedno preveč zanemarjamo. Smrtne nezgode, poškodbe in invalidnost, poklicne bolezni so stalna spremljevalka klasičnega načina sečnje. Ljudje so preveč prizadeti, da bi se tudi pri nas lahko izognili strojni sečnji večjega obsega. Včasih se celo zdi, da bolj ščitimo naravo kot človeka. K temu prispeva celo država, ki dovoljuje medsosedsko pomoč pri izvajanju del v zasebnih gozdovih. Tveganje pri izvajanju del v teh gozdovih so za smrtne nezgode celo 10 – 15 krat višje kot pri izvajanju del s poklicnimi delavci. Posledice smrtnih nezgod in nezgod s hujšimi telesnimi posledicami so socialne, psihološke, psihične in materialne narave. Na posamezni posesti je lahko trajno prekinjena vsaka gospodarnost del v gozdovih.

Večjo gospodarnost se torej da doseči v obstoječem stanju naravnih in človeških virov, le da lahko ob isti količini lesa dosežemo več prihodkov. Možno je tudi obratno. Oboje pa pomeni še vedno zelo ekološki in znatno boljši gospodarski pristop k upravljanju z vsemi gozdovi.

Franci FURLAN

## Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca

*The quality and value of European beech roundwood (*Fagus sylvatica* L.) with special regard to red heartwood formation*

Aleš KADUNC<sup>1</sup>

### Izvleček:

Kadunc, A.: Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. Gozdarski vestnik, 64/2006, št. 9. V slovenščini, z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 39. Prevod v angleščino avtor, lektorirala Jana Oštir.

Namen prispevka je ugotoviti povezave med kakovostjo bukovih dreves (*Fagus sylvatica* L.) oziroma sestojev in značilnostmi dreves, rastišč ter vplivom gojitvenih ukrepov. Poseben poudarek je dan zakonitostim pojavljanja rdečega srca. V raziskavo smo zajeli 5.058 bukovih dreves s 27 lokacij oziroma 13 gozdnih združb. Vse drevje je bilo uvrščeno v kakovostne razrede, na vseh čelih sortimentov pa se je izmeril obseg rdečega srca. V analizi smo predvideli šest scenarijev cen gozdnih sortimentov in tri scenarije proizvodnih stroškov. Na nižjo verjetnost pojava srca oziroma manjši obseg le-tega lahko pomembno vplivamo z redčenji v zrelem obdobju sestojev, t.j. v debeljakih. Če je cilj čimvišja pridelava furnirske kakovosti, potem je potrebno najkvalitetnejše drevje posekati v 10. debelinski stopnji. Z redčenjem lahko povečamo delež furnirske kakovosti in delež hlodov za žago I. in II. razreda. Različni scenariji cen sortimentov in različni scenariji proizvodnih stroškov ne vplivajo močno na čas kulminacije povprečnega vrednostnega prirastka sestojev. Velik vpliv na vrednostno kulminacijo ima starost. Na nižjih bonitetah rastišč imamo izredno širok časovni razpon za izrabo vrednostnega prirastka sestojev. Na produktivnejših rastiščih, zlasti na apnenčasti matični podlagi pa odmiki od kulminacije vrednostnega prirastka sestoja hitro pomenijo večje izgube.

**Glavne besede:** bukev, sestoj, kakovostna struktura, vrednostni prirastek, rdeče srce

### Abstract:

Kadunc, A.: The quality and value of European beech roundwood (*Fagus sylvatica* L.) with special regard to red heartwood formation. Gozdarski vestnik, Vol. 64/2006, No. 9. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 39. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

The aim of the paper is to establish the relations between the quality of European beech (*Fagus sylvatica* L.) trees or stands and tree traits, site characteristics and the influences of silvicultural measures. Red heartwood formation and its impact on timber value are in the focus of the research. Altogether 5058 beech trees on 27 locations and on 13 site units were included in the research. Each tree was classified into timber quality classes, on all log-fronts the extent of red heartwood was measured. In the analysis six scenarios of timber price lists and three scenarios of harvesting costs were taken into consideration. With the use of thinnings of adequate intensity in the mature phase of the stands the probability of red heartwood formation and its extent are substantially lower. If our goal is maximum sliced veneer production, then trees of highest timber quality should be harvested when their dbh is between 45 and 50 cm. The result of thinnings are higher shares of sliced veneer timber and sawlog timber of first and second class in comparison with unthinned stands. Different timber price lists scenarios and different harvesting costs scenarios have a rather weak influence on the time of mean annual value stand increment culmination. By contrast the production period is strongly influenced by the age of trees or stands. On less productive sites there is a very wide time range when it is possible to utilize the mean annual value increment of the stands, while on more productive sites, particularly on limestone bedrock, delaying culmination of mean annual value increment of the stands relatively quickly leads to financial losses.

**Key words:** European beech, stand, quality structure, value increment, red heartwood

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

Gozdni fondi srednje Evrope so se v zadnjih desetletjih močno okrepli. Dosedanja, marsikje stoletja trajajoča, naravnost gozdarjev k varovanju, celo skrivanju lesnih zalog in prirast-

kov je s tem izgubila realno podstat. Potreben bo zasuk v miselnosti od varovanja »izčrpanih gozdov« k preudarnemu in ambicioznemu uprav-

<sup>1</sup> dr. A. K., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO, ales.kadunc@bf.uni-lj.si

ljanju z vsemi gozdnimi potenciali (Teuffel 1999).

Kljub naraščanju pomena nelesnih vlog gozdov postaja vse očitnejše, zlasti ob energetskih kratkih stikih, da proizvodnja lesa še zdaleč ni v zatonu, prej se ji obeta renesansa.

V zadnjih desetletjih je gozdarska stroka doma in tudi v tujini (srednja Evropa) pridno negovala mlajše in odraščajoče sestoje, obnovo starejših sestojev pa prelaga. Velik delež slednjih vsaj delno prispeva k obsežnejšim kalamitetam. Z današnjega gledišča se marsikatero odločitve v preteklem gospodarjenju zdijo ekonomsko neupravičene ali vsaj neoptimalne. Namen tega prispevka pa nikakor ni obsojanje razmišljanja, razumevanja in ravnanja v preteklosti, pač pa podati kakovostne, preverjene podlage za čimboljše odločanje v prihodnje. Vsaka stroka, ki si želi obstanka in veljave v družbi, mora delovati ambiciozno ter racionalno upravljati vire, ki so ji zaupani.

Namen te študije je ugotoviti povezave med kakovostjo bukovih dreves oziroma sestojev in značilnostmi dreves, rastišč ter vplivom gojitvenih ukrepov. Velik poudarek je dan zakonitostim pojavljanja rdečega srca, ki še vedno predstavlja eno ključnih napak pri uvrščanju sortimentov bukke v kakovostne razrede. Na tej osnovi bomo podali tudi vrednostne zakonitosti pri razvoju bukovih sestojev.

Poudariti je potrebno, da izsledki oziroma napotki za optimalnejše gospodarjenje veljajo za sestoje, kjer lesnoproizvodna vloga ni pomembneje omejevana s strani drugih, nelesnih vlog.

Večina analiz je izvedenih v enomernih bukovih sestojih, ki so večino svoje življenjske dobe (pogosto celotno) rasli in se razvijali brez ustrezne nege. Le manjši del zbranih podatkov je zajet v sestojih z nekaj desetletji nege po sodobnih načelih. Večina analiziranih dreves je rasla z ozirom na zunanje napake debel v relativno kvalitetnih, vendar nenegovanih sestojih. Relativno pomeni v okviru rastiščnih sposobnosti in upošteva negovanost.

Študija je nastala na pobudo Gospodarskega interesnega združenja gozdarstva.

## 2 OBMOČJE RAZISKAVE 2 RESEARCH AREA

Za potrebe te študije smo uporabili podatke iz različnih raziskav oziroma nalog. Glavnino podatkov predstavlja raziskava proizvodnih sposobnosti bukovih rastišč, ki jo je vodil prof. dr. Marijan Kotar (Kotar 1991, Kotar 1994a, Kotar 1994b). Edini vir podatkov o kakovosti bukovih dreves v prebiralnih

sestojih smo pridobili iz raziskave na rastišču *Omphalodo-Fagetum* (Kotar 1993). Naslednji vir podatkov so bile številne diplomske naloge opravljene pod mentorstvom prof. dr. Kotarja. Za veliko večino analiziranih dreves bukke lahko trdimo, da praktično niso bila deležna nege (zlasti ne izbiralnih redčenj), ponekod pa so bili sestoji negovani šele v visoki starosti zadnjih 20 let pred analizo (posekom!). Edini pravi podatki, zbrani v okviru ustreznih negovanih sestojev (zadnjih 40 let), izvirajo iz Brezove rebri na Dolenjskem (Kadunc 2003, Kadunc 2005).

Skupno smo zajeli v analizo 5.058 dreves bukke oziroma 10.074 m<sup>3</sup> neto debeljadi.

Z ozirom na produktivnost rastišč smo analizirane lokacije razdelili v štiri razrede. To smo storili na podlagi ocenjenih rastiščnih indeksov pri starosti 100 let (višina 100 najdebelejših dreves na hektar pri starosti 100 let; v nadaljevanju  $SI_{100}$ ). Omenjene razrede bomo v nadaljevanju imenovali bonitete (Preglednica 2).

Analizirane združbe se po bonitetnih razredih porazdeljujejo z različno variabilnostjo. Velika variabilnost je posledica predvsem preohlapnih sintaksonomskih opredelitev fitocenoz, zato bomo v nadaljevanju prikazovali podatke po bonitetnih razredih.

Ker pa produktivnost rastišča ni edini potencialni dejavnik rastiščnega kompleksa, ki vpliva na kakovost bukovega drevja, je za analizirane lokacije potrebno opredeliti še vsaj matično podlago in vlažnostne razmere. Za vse lokacije je bila matična podlaga poznana, da pa podatkov ne bi preveč razdrobili po vseh zajetih tipih, smo za potrebe te študije razlikovali le dolomitno podlago, apnenčasto in silikatno (skupaj z mešanim silikatno-karbonatnim tipom) podlago. Večja težava je opredeliti vlažnostne razmere na lokacijah. Pravih podatkov ni, lokacije bi lahko le rangirali. Poznano je, da ima vzhodni del Slovenije manj padavin, večina naših silikatnih lokacij pa se nahaja ravno tam. Izkaže se, da se tipi podlag precej prekrivajo s padavinskimi razmerami (bolj suho – silikat, vlažneje – karbonat). Ker pa tudi sama matična podlaga v precejšnji meri vpliva na vlažnost tal, je smotrno, da vlažnostnih razmer ne opredelimo kot samostojno stratifikacijsko spremenljivko. Podobno je z nadmorsko višino, silikatna podlaga je na nižjih legah, karbonatna pa na višjih. Poleg tega je vpliv nadmorske višine v veliki meri že zajet v boniteti rastišč.

Če sklenemo. Vzorec analiziranih dreves smo stratificirali glede na kombinacijo bonitete (4 razredi) in tipom matične podlage (3 tipi). Ker pri

## Preglednica 1: Splošne značilnosti analiziranih lokacij

Table 1: General characteristics of analysed sites

Lokacija	Združba	Št. dreves	Prsni premer (cm) Povp. /min/max	Skupen neto volumen (m <sup>3</sup> )	Avtor	
Bohor	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	87	62,5/32,5/87,5	459	Šmajdek 2001	
	<i>Cardamini savensi-Fagetum</i>	109	50,6/32,5/77,5	304		
Brezova reber	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	140	50,6/22,0/78,6	612	Kadunc 2003, Kadunc 2005	
	<i>Hedero-Fagetum</i>	128	49,0/24,6/70,7	484		
Dletvo	<i>Castaneo-Fagetum</i>	136	42,8/13,9/63,1	295	Kotar 1991, Kotar 1994a, Kotar 1994b	
Sviščaki	<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i>	303	29,8/9,7/51,9	254		
Polamanek	<i>Luzulo-Fagetum abiet.</i>	184	37,4/10,8/88,2	342		
Velika Kopa	<i>Luzulo-Fagetum</i>	145	40,3/11,2/72,0	329		
Jurjeva dolina	<i>Omphalodo-Fagetum maianthem.</i>	119	39,4/11,0/58,2	204		
Bukov vrh	<i>Hedero-Fagetum</i>	165	40,8/11,1/71,0	358		
Peščenik	<i>Hacquetio-Fagetum</i>	161	40,1/12,9/95,0	320		
Log-Tisovec	<i>Vicio oroboidi-Fagetum</i>	192	36,5/13,8/92,4	394		
Mošnjevec	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	151	37,5/10,0/77,0	271		
Mamolj	<i>Blechno-Fagetum</i>	135	41,1/16,5/70,9	307		
Ogence	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	159	37,9/14,3/82,0	303		
Gozdec	<i>Anemone-Fagetum var. geogr. Luzula nivea</i>	408	22,9/9,2/51,3	178		
Krma	<i>Anemone-Fagetum</i>	197	32,2/18,1/51,2	262		
Starod	<i>Seslerio-Fagetum</i>	204	28,4/10,1/48,4	158		
Šoštanj	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	155	37,2/12,2/63,4	306		
Gače	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	257	33,0/11,3/91,8	310		
Pendirjevka	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	167	39,6/11,9/65,3	367		
Ždroclje	<i>Ranunculo platanifolii-Fagetum</i>	396	23,8/9,7/69,9	167		
Soteska	<i>Omphalodo-Fagetum omph.</i>	171	53,8/25,5/92,0	699		Kotar 1993
	<i>Omphalodo-Fagetum typ.</i>	317	48,0/24,3/90,8	888		
Hrastnik	<i>Hacquetio-Fagetum</i>	32	55,2/42,0/74,2	136		Kovač 1999
G. Radgona	<i>Castaneo-Fagetum</i>	20	57,1/43,0/71,6	90		Zupanič 2001
	<i>Vicio oroboidi-Fagetum</i>	12	55,7/39,8/70,7	56		
Verače	<i>Castaneo-Fagetum</i>	45	55,8/48,5/70,5	194	Bovha 2005	
Redički gozd	<i>Vicio oroboidi-Fagetum</i>	45	54,9/48,0/69,7	202	Muršič 2005	
Haloze	<i>Polysticho setiferi-Fagetum</i>	16	61,1/46,4/74,1	82	Kopušar/ Vidovič 2001	
	<i>Castaneo-Fagetum</i>	32	54,4/43,8/77,7	137		
	<i>Vicio oroboidi-Fagetum</i>	8	57,1/47,4/65,4	36		
Gojzdek	<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	262	40,5/17,0/67,0	572	Omahen 1998	

## Preglednica 2: Značilnosti bonitetnih razredov

Table 2: Characteristics of site quality classes

Boniteta	Razpon SI <sub>100</sub>
1 (nizka)	14 – 20 m
2 (zadovoljiva)	22 – 26 m
3 (zelo dobra)	28 – 32 m
4 (odlična)	34 – 38 m

vseh kombinacijah nismo razpolagali z zadostnim številom analiziranih dreves, smo stratuma določili na 3. in 4. boniteti rastišča združili, iz istih razlogov smo združili tudi stratuma silikat 1. in 2. bonitete. Oznaka dol1 tako pomeni, da gre za stratuma rastišč nizke bonitete na dolomitu, oznaka apn3redc, da gre za redčene sestoje na apnencu zelo dobre bonitete in oznaka apn2preb, da gre za

prebiralne sestoje na apnencu zadovoljive bonitete. Na lokaciji Brezova reber smo dodatno opredelili še skupino dreves, ki so bila deležna ustrezne nege v pomembnem delu svojega življenjskega obdobja (gre za približno 40-letno obdobje), in skupino, ki tega ni bila deležna.

### 3 METODE DE LA

#### 3 METHODS

V tej študiji zajeti podatki so bili zbrani za različne namene in se zato uporabljene metode po posameznih virih bolj ali manj razlikujejo. V grobem lahko podatkovno zbirko te študije razdelimo v naslednje sklope:

- A. raziskava bukovih gozdov (rast, zgradba – tudi kakovostna, pojav srca; debelne analize); 3.634 dreves (Kotar 1991, Kotar 1994a, Kotar 1994b),
- B. diplomske naloge, katerih osrednji cilj je predstavljati ugotavljanje proizvodne sposobnosti rastišč (Kovač 1999, Zupanič 2001, Kopušar in Vidovič 2001, Muršič 2005, Bovha 2005); debelne analize,
- C. študije in diplomske naloge, kjer je v ospredju kakovost lesa, sortimentni sestav in pojav rdečega srca (Kotar 1993, Omahen 1998, Šmajdek 2001, Kadunc 2003, Kadunc 2005); delno z debelnimi analizami.

Pri raziskavah pod točkama A in B se je kakovost drevoja ocenjevalo še na stoječem drevju po četrtinah (pravzaprav petinah, saj je približno zgornja petina drevesa že predrobna za debeljad). Vsako četrtino se je uvrstilo v enega od naslednjih kakovostnih razredov (ki temelje na standardu za bukove hlode JUS 1979):

1. hlodi za rezani ali luščeni furnir (v nadaljevanju furnir in luščenc),
2. hlodi za žago 1. kakovostnega razreda,
3. hlodi za žago 2. in 3. kakovostnega razreda,
4. prostorninski les.

Ker se je vse v teh študijah zajeto drevje posekalo, se je lahko na vseh prerezih (čelih) izmerilo premer rdečega srca. Z ozirom na pojav in obseg rdečega srca (relativni premer) ter izmerjeno debelino kosa debela (hloda) se je ocenjeno kakovost (na stoječih drevesih) lahko korigiralo oziroma določilo natančneje (npr. luščenc).

Torej smo četrtine debel kakovosti 1 uvrstili med furnir oziroma luščenc glede na pojav srca na obeh čelih in glede na (ne)doseganje minimalnega srednjega premera hloda.

Za vse četrtine, ki so bile po kakovosti opredeljene kot hlodovina, smo preverili, če izpolnjujejo dimenzijske zahteve (minimalen srednji premer hloda) za ocenjeno kakovost.

Volumen četrtin debel, ki smo jih po kakovosti uvrstili v tretji razred (hlodi za žago 2. in 3. kakovostnega razreda), smo razdelili med hlode za žago 2. in 3. razreda glede na razmerje teh dveh sortimentov pri bukvi v različnih raziskavah (Omahen 1998, Šmajdek 2001, Štefančič 1998). Zlasti raziskava na Hrvaškem je omogočila podroben vpogled v razmerja sortimentnega sestava glede na prsni premer dreves (Štefančič 1998). Pri drevju s prsnim premerom pod 40 cm smo predpostavili 85-odstoten delež hlodovine za žago 2. razreda, za drevje s prsnim premerom med 40 in 55 cm 53-odstoten in za drevje s prsnim premerom nad 55 cm 43-odstoten delež žagovcev 2. razreda.

Za vsako četrtino smo ugotovili volumen tako, da smo pomnožili volumen drevesa z ustreznim faktorjem za dano četrtino (prvo, drugo, tretjo ali četrto). Ustrezne faktorje smo določili glede na nepravno obličnico drevesa (podroben opis metode je v Kotar 1970). Vsako drevo smo glede na nepravno obličnico uvrstili v enega od naslednjih oblikovnih tipov:

- A. kvadratični paraboloid
- B. kubični paraboloid
- C. stožec
- D. neiloid

Deleži četrtin (tistega dela debela, ki ga uvrščamo v debeljad, torej gre pravzaprav za petine) v volumnu debela po omenjenih štirih oblikovnih tipih so:

- A. tip: 1 četrtina 0,3750; 2. četrtina 0,2917; 3. četrtina 0,2083; 4. četrtina 0,1250
- B. tip: 1 četrtina 0,4354; 2. četrtina 0,2989; 3. četrtina 0,1809; 4. četrtina 0,0848
- C. tip: 1 četrtina 0,4919; 2. četrtina 0,2984; 3. četrtina 0,1532; 4. četrtina 0,0565
- D. tip: 1 četrtina 0,5913; 2. četrtina 0,2804; 3. četrtina 0,1042; 4. četrtina 0,0240

Pri raziskavah pod točko C pa se je ugotovilo natančen sortimentni sestav dreves po poseku (glede na standard JUS 1979 za bukove hlode). Prav tako se je izmerilo na vseh čelih obseg rdečega srca.

Ker smo pri raziskavah tipa A in B napravili debelne analize, smo lahko ugotovili neto volumen debeljadi. Tako imamo za vseh 5.058 bukev ugotovljen neto volumen debeljadi in sortimentni sestav.

S pomočjo cenikov različnih podjetij, ki se ukvarjajo z odkupom lesa v Sloveniji (11 cenikov; različni predeli Slovenije, ceniki veljajo za decem-

ber 2005), smo ugotovili povprečne odkupne cene (fco. kamionska cesta) posameznih sortimentov (furnir, luščenc, hlodi za žago 1., 2. in 3. razreda, prostorninski les).

Povprečja odkupnih cen po kakovostnih razredih so naslednja:

- furnir: 27.700 SIT/m<sup>3</sup> (115,6 €/m<sup>3</sup>)
- luščenc: 17.764 SIT/m<sup>3</sup> (74,1 €/m<sup>3</sup>)
- hlodi za žago 1. razreda: 13.636 SIT/m<sup>3</sup> (56,9 €/m<sup>3</sup>)
- hlodi za žago 2. razreda: 9.616 SIT/m<sup>3</sup> (40,1 €/m<sup>3</sup>)
- hlodi za žago 3. razreda: 6.606 SIT/m<sup>3</sup> (27,6 €/m<sup>3</sup>)
- prostorninski les: 7.027 SIT/m<sup>3</sup> (29,3 €/m<sup>3</sup>)

V nadaljevanju bomo vrednosti izražali v evrih (uporabili smo srednji tečaj Banke Slovenije z dne 29.12. 2005; 1 € = 239,5725 SIT), saj že v kratkem pričakujemo, da bo ta valuta uradna tudi v Sloveniji. To bo omogočalo lažje primerjave v prihodnje.

V okviru te študije smo operirali s šestimi cenovnimi scenariji. Prvi scenarij so obstoječa (zgoraj prikazana) povprečja cen. Drug scenarij predvideva rast povpraševanja (popularnosti) po »rdeči« bukovini in zmanjševanje razlik med »belo« in »rdečo« (tehnično gledano kakovostno) bukovino. Ker je »rdeče« bukovine na trgu in v gozdovih dovolj, si lahko obetamo predvsem padec cen furnirske (»bele«) bukovine (Preglednica 3). Za ta scenarij predpostavljamo razmerje med furnirjem in luščencem 1,2 : 1, v času raziskave je bilo to razmerje približno 1,6 : 1. Vse cene razen za furnir, ki se zniža, ostanejo iste. Scenarij 3 nasprotno predvideva še večjo iskanost »bele« bukovine, zato se cena furnirju dvigne (ostale cene ostanejo nespremenjene) in razmerje furnir : luščenc je 2 : 1. Četrti scenarij predvideva le rast cene drv (prostorninskega lesa), ki se poviša za 30 % (to se je v letu 2006 že uresničilo). Peti scenarij se glede na prvega razlikuje po 70 % višji ceni prostorninskega lesa. Zadnji scenarij pa

predpostavlja isto ceno prostorninskega lesa kot peti scenarij, pri furnirski kakovosti, luščencih in hloodih za žago 1. razreda pa predvideva rast cen z naraščanjem debeline hloda (prilagodili smo švicarska razmerja na naše kakovostne razrede in cene). Namen scenarijev je proučiti vpliv tržnih sprememb oziroma nihanj na vrednostni prirastek bukovih dreves in sestojev.

Vrednost vsakega drevesa (na kamionski cesti) smo dobili tako, da smo njegov volumen po kakovostnih razredih pomnožili z ustrezno ceno danih kakovostnih razredov (za vseh 6 scenarijev). Dodati je potrebno, da cena prostorninskega lesa presega ceno hloodov za žago 3. razreda (pri nekaterih scenarijih tudi ceno hloodov za žago 2. razreda), zato smo v primeru slednjega sortimenta volumen pomnožili s ceno prostorninskega lesa (saj višjo kakovost lahko preuvrstimo v nižjo, če je cena ugodnejša).

Za izračun vrednosti dreves na panju smo potrebovali še stroške pridobivanja lesa. Upoštevali smo podoben način izračuna stroškov kot ga predlagata Rebula in Kotar (2004). Le urna postavka sekača/traktorista je korigirana na vrednost za leto 2005 (3.915,1 SIT/h), ki sta jo ugotovila Malovrh in Winkler (2006). Rebula in Kotar (2004) sta predpostavila razdaljo zbiranja 20 m in srednje ugodne pogoje dela ter razdaljo vlačjenja 400 m pri kategoriji ravno. Materialne stroške za motorno žago in traktor sta povzela po kalkulacijah Združenja gozdarstva pri Gospodarski zbornici Slovenije. Mi smo tudi materialne stroške revalorizirali na leto 2005. Všteti so tudi stroški vzdrževanja gozdnih vlak (ibid.).

Ker se tudi stroški gozdnega dela spreminjajo, vpliv teh sprememb na vrednostni prirastek dreves na panju pa nas zanima, smo stroške izračunali glede na 3 scenarije. Prvi scenarij so stroški ob današnjih, zgoraj opisanih predpostavkah. Naslednji scenarij predvideva nižje stroške za faktor 0,75, ta scenarij bi stopil v veljavo ob povečani ponudbi delovne sile (primer gradbenih delavcev iz Slovaške). Zadnji

**Preglednica 3:** Odkupne cene fco. kamionska cesta po različnih scenarijih (€/m<sup>3</sup>)

*Table 3: Buying prices fco. forest road with regard to various scenarios (€/m<sup>3</sup>)*

Kakovostni razred	Scenarij 2	Scenarij 3	Scenarij 4	Scenarij 5	Scenarij 6
Furnir	89,0	148,3	115,6	115,6	113,8-271,3
Luščenc	74,1	74,1	74,1	74,1	68,3-98,5
Hlodi za žago 1. razreda	56,9	56,9	56,9	56,9	47,8-76,3
Hlodi za žago 2. razreda	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1
Hlodi za žago 3. razreda	27,6	27,6	27,6	27,6	27,6
Prostorninski les	29,3	29,3	38,1	50,1	50,1

(tretji) scenarij pa predvideva dvig stroškov za faktor 1,25. Dvig stroškov dela nastopi ob porastu življenjskega standarda prebivalstva. Vrednost lesa na panju smo po vseh treh scenarijih stroškov pridobivanja lesa izračunali le za prvi scenarij cen lesa (cene na koncu leta 2005). Pri ostalih scenarijih cen lesa smo upoštevali stroške pridobivanja lesa po prvem ali drugem scenariju.

Poleg ugotavljanja kakovosti oziroma vrednosti dreves, se je za vsako drevo določilo socialni razred po Kraftovi petstopenjski lestvici (razred 1 označuje nadvladajoče drevje, razred 2 vladajoče, razred 3 sovladajoče, razred 4 obvladano drevje in razred 5 podstojno drevje) in velikost krošnje po Assmannovi (1961) lestvici:

1. krošnja je prevelika
2. krošnja je normalno velika in simetrična
3. krošnja je normalno velika vendar asimetrična
4. krošnja je majhna
5. krošnja je izredno majhna

V prebiralnem sestoju se je seveda določalo socialne položaje (1 – zmagovalci, 2 – tekači, 3 – čakalci; (Kotar 1993). Poleg tega se je za vse drevje ugotovilo prsni premer (v nadaljevanju: dbh), višina se je ugotovila za 94 % analiziranih dreves, starost in povprečna širina ranice (0,5 · prsni premer/starost; v nadaljevanju  $i_d$ ) za 85 % dreves, za 80 % dreves se je ugotovilo debelinski in višinski prirastek zadnjih 20 let (v nadaljevanju  $DI_{20}$  in  $HI_{20}$ ). Pri vseh drevesih pa se je izmerilo obseg rdečega srca na prerezih debel (na 1 cm natančno). Za prav tako 80 % dreves se je izmerilo višino pričetka krošnje (delež krošnje smo izračunali, da smo razliko med višino drevesa in višino pričetka krošnje podelili z višino drevesa). V tej študiji je v ospredju pojav srca na panju, na koncu prvega in koncu drugega hloda.

Za analizo odvisnosti pojava srca smo uporabili binarno logistično regresijo, kjer odvisna spremenljivka (npr. pojav srca na določenem čelu oziroma pojav srca nad kritično mejo za furnir na določenem prerezu) zavzema vrednosti 1 (pojav je) in 0 (pojava ni). Logistična regresija je preprosta in robustna. Procedura izpelje parametre ( $b_1 - b_j$ ) linearne funkcije. S pomočjo te funkcije se ugotovi »logit vrednosti« za drevo s specifično kombinacijo karakteristik drevesa in rastišča ( $X_1 - X_j$ ):

$$\text{Logit } P(Y = 1) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_j X_j \quad (1)$$

$P(Y = 1)$  je napovedana verjetnost pojava (srca),  $b_1 - b_j$  so parametri funkcije,  $X_1 - X_j$  so neodvisne spremenljivke. Eksponentna transformacija vsakega

od teh parametrov ( $b_1 - b_j$ ) predstavlja razmerje obetov za izid  $Y = 1$ , ko se neodvisne spremenljivke povečajo za eno enoto (Kleinbaum in Klein 2002). Da se model po vključevanju nadaljnih neodvisnih spremenljivk izboljšuje, nakazuje zniževanje vrednosti  $-2\log\text{-likelihood}$ . To znižanje kaže na vpliv novo vključene spremenljivke. V statističnem postopku smo odstranili tudi osamelce. Uporabili smo metodo Backward Conditional z Likelihood Ratio preizkusom. Kar zadeva multikolinearnost, smo v regresijske modele vključili le tiste kombinacije spremenljivk, katerih toleranca je presegala vrednost 0,2 oziroma katerih condition index je bil pod 30.

Omeniti velja, da smo potrdili pretesno povezanost med povprečno širino ranice in prsnim premerom oziroma  $DI_{20}$ . S pomočjo regresijske analize smo odstranili vpliv prsnega premera na povprečno širino ranice in shranili »ostanke« (residualne). V nadaljevanju smo operirali s to »prečiščeno« spremenljivko in jo označili  $i_d - \text{res}$ .

S pomočjo logistične regresije smo ugotovili verjetnost pojava srca iznad tolerančne vrednosti za furnir pri prvem hlodu drevesa glede na prsni premer ali starost. Zanimalo nas je, kolikšna je verjetnost po debelinskih stopnjah oziroma starostnih razredih, da ima drevo obseg srca pod mejo za furnirsko kakovost. Na podlagi tega pa smo ugotovili tudi verjetnost pojava srca iznad tolerančne meje za naslednjih 10 let. Za vsako debelinsko stopnjo smo po stratumih preračunali debelinski prirastek za 10 let. Ta debelinski prirastek smo prišteli dani debelinski stopnji in dobili neko novo vrednost debeline. Za to vrednost smo iz verjetnostne krivulje odčitali verjetnost pojava srca. Od te verjetnosti smo odšteli verjetnost pojava srca pri »izvorni« debelinski stopnji. To razliko smo delili z verjetnostjo, da ima drevo pri »izvorni« debelinski stopnji obseg srca še pod toleranco. Tako smo prišli do verjetnosti, koliko od še »furnirskih« (»belih«) dreves bo v naslednjih 10 letih prešlo med »rdeča« drevesa, torej kolikšna je verjetnost, da v desetih letih dobimo pri prvem hlodu luščenc, če je prej še bil furnir.

Povprečni vrednostni prirastek sestoja smo za neredčene sestoje izračunali (zmodelirali) tako, da smo pri dani starosti zmnožili skupno produkcijo neto debeljadi do dane starosti (od katere smo odšteli ocenjeno mortalieto) s povprečnim vrednostnim prirastkom  $1 \text{ m}^3$  neto debeljadi (na panju) pri dani starosti (predhodno smo po stratumih neredčenih sestojev s pomočjo regresijske analize poiskali odvisnosti med vrednostjo  $1 \text{ m}^3$  neto debeljadi na panju od starosti; le za drevje iz 1. in 2. socialnega



razreda). Pravega razvoja skupne produkcije za naše lokacije ne poznamo, menimo pa, da veliko ne odstopajo od tabličnih vrednosti po primerljivih bonitetnih razredih slovaških donosnih tablic (Halaj et al. 1987), ki sta jih za naše potrebe privedila Kotar in Levanič (2003). Skupno produkcijo smo torej odčitali po starostnih intervalih iz prirejenih slovaških tablic (Kotar in Levanič 2003) za ustrezne bonitetne razrede. Mortalitetu smo ocenili glede na primerjavo lesnih zalog negospodarjenih (oziroma gospodarjenih z izredno šibko jakostjo) sestojev (Kotar 1994a) in skupne neto produkcije v prirejenih slovaških tablicah (Kotar in Levanič 2003). Pri starostih nad 140 let znaša mortaliteta okoli 30 % skupne produkcije. Podobno navaja tudi Pretzsch (2002). Delež mortalitete v skupni neto produkciji je neodvisen od rastiščnega indeksa (parcialna korelacija ob izključenem vplivu starosti;  $r = -0,017$ , stopnja tveganja = 0,876). Ker pa smo potrebovali lesno zalogo negospodarjenih sestojev po starostih, ki pa je v povezavi z deležem mortalitete (v mladosti je najvišja), smo zmodelirali deleže mortalitete glede na jakost redčenj. Naprimer, če je jakost redčenj po tablicah za celotno obdobje tabeliranega razvoja sestoja (160 let) znašala 43 % glede na skupno produkcijo, mortaliteta v istem obdobju pa bi znašala 30 %, smo z razmerjem mortaliteta/jakost redčenj (za obdobje 160 let) pomnožili vse tabelirane jakosti redčenj po starostnih intervalih. Relativna jakost redčenj je podobno kot (relativna) mortaliteta s starostjo padajoča. Tako smo dobili mortaliteto v % od skupne produkcije za dane starosti po bonitetah. To smo preračunali v absolutne številke, ki smo jih nato odšteli od skupne neto produkcije. Z razliko med skupno neto produkcijo in mortaliteto (po starostih) smo pomnožili povprečne vrednostne prirastke  $1 \text{ m}^3$  neto debeljadi (na panju) pri dani starosti (Kadunc 2006). Tako smo storili v primeru neredečenih sestojev.

V primeru redčenih sestojev smo uporabili podatke, zbrane za potrebe gozdnogospodarskega načrta enote Brezova reber (GGN za GGE Brezova reber 2005-2014; Kadunc 2005). V okviru obeh stratumov (apn3redc in apn4redc), katerih analizirano drevje izvira prav iz sestojev na Brezovi rebri, smo pri izračunu upoštevali vložek nege (predkomercialni ukrepi; nega mladja, nega gošče, prvo, drugo in tretje redčenje) po metodologiji Kotarja (1997), predčasne (pozitivne) donose – redčenja in glavni donos (pomladitvene sečnje). Čas posekov (redčenj in pomladitvenih sečenj), njihovo količino in sortimentni sestav smo ugotovili na podlagi analiz

in meritev sestojev ter opravljenih debelnih analiz in sortimentacij pri podrtem drevju na Brezovi rebri (Kadunc 2004). Stroške pridobivanja lesa smo izračunali na podlagi metodologije Rebulje in Kotarja (2004). Vse stroške in prihodke gospodarjenja s sestoji pred obnovo smo ustrezno prolongirali z 0 %, 1 %, 2 %, 3 % in 4 % obrestno mero. Opozoriti pa je potrebno, da analiza redčenih sestojev temelji na boljših ali slabših ocenah strukturne dinamike sestojev. Še lep čas namreč ne bomo razpolagali s podatki o celotnem razvoju posameznih sestojev (za različne, vendar strokovno dodelane in dosledne gojitvene obravnave), o vsej izvedeni negi, o vseh donosih in učinkih, tako v kvalitativnem kot kvantitativnem pogledu. Zato se v tej študiji poslužujemo »sestojnih zlepkov«, oziroma kritične rabe pristopa space-for-time substitution, kjer ustvarimo umetno časovno vrsto. Z analizo zajamemo sestoje v različnih fazah in ugotovimo sedanje stanje, ter delno s pomočjo prirastoslovnih raziskav tudi stanje v preteklosti. Metoda je seveda pomanjkljiva.

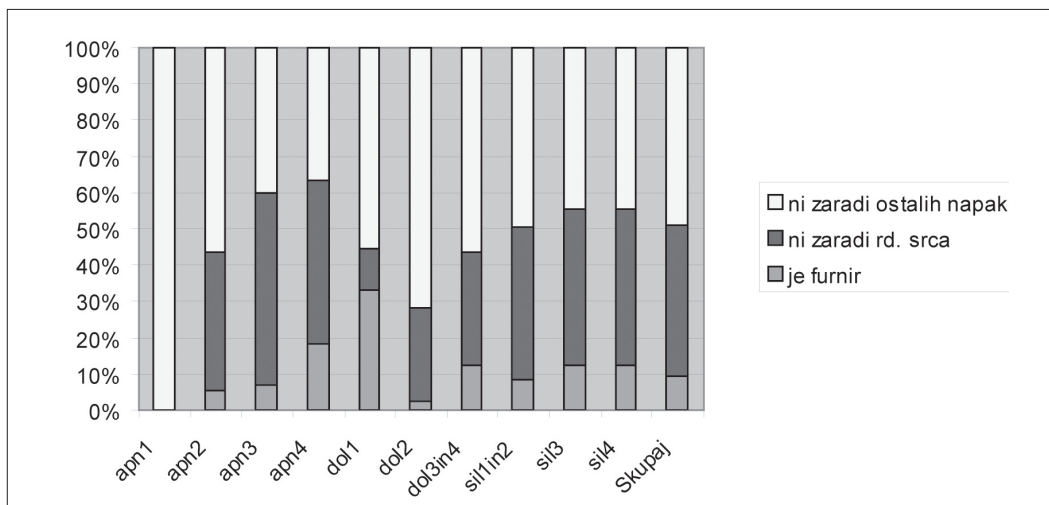
Vse statistične analize smo izvedli v programu SPSS 13.0 for Windows. Znak \* označuje interakcije med spremenljivkami.

## 4 REZULTATI

## 4 RESULTS

### 4.1 Možnosti doseganja furnirske kakovosti v spodnjem delu debla

Spodnji del debla bukev, predvsem prvi hlood, zavzema daleč največji delež v vrednosti drevesa. V tem delu debla se lahko pojavi les najvišje kakovosti (furnir), les visoke kakovosti (luščenc), les solidne kakovosti (hlodi za žago 1. razreda) ali povprečna (hlodi za žago 2. razreda) oziroma podpovprečna kakovost lesa (hlodi za žago 3. razreda, prostorninski les). Razpon je izredno velik. Ker ima najvišji dimenzijski prag furnir (srednji premer > 40 cm), smo v analizo možnosti doseganja te kakovosti, vključili le drevje, ki dosega potrebne dimenzije za pojav omenjenega sortimenta (Slika 1). Od skupno 1.843 dreves s potrebno debelino, jih je le dobrih 9 % izpolnjevalo kriterije za furnirsko kakovost v spodnjem delu debla (povprečje za vse stratumne). Najvišji delež, nekoliko presenetljivo, dosegajo lokacije na dolomitu najslabše bonitete. Tu le redko katero drevo preraste dimenzijski prag, vendar imajo ti osebk praviloma dolge, široke krošnje in zato manjšo verjetnost pojava rdečega srca. Na apnenčasti podlagi najslabše bonitete pa do furnirske kakovosti ne pride,



**Slika 1:** Vpliv rdečega srca in ostalih napak na možnost doseganja furnirske kakovosti (vključeno le drevje, katerega dimenzije omogočajo furnirsko kakovost)

**Figure 1:** Influence of red heartwood and other defects on possibility of achieving sliced veneer quality (included only trees whose dimensions are above the criterion for veneer quality)

kljub podobnim krošnjam (vzrok ni v obsegu srca ampak zaradi pojava slepic in zdravih velikih grč). Na velik del izpada dreves s potencialno furnirsko kakovostjo vpliva obseg rdečega srca. V povprečju je kar 42 % dreves, ki bi ob manjšem obsegu srca oziroma brez pojava srca, imela furnirsko kakovost. Običajno izpad furnirske kakovosti v tem primeru nadomesti luščenc. Pogosto je obseg (in tip) srca prevelik tudi za kriterije luščenca. Velik del »izgube« furnirske kakovosti se da zmanjšati s pravočasnim posekom najkvalitetnejših dreves. Tisti del kolektiva dreves, ki pa kljub odsotnosti srca ne bi imel furnirske kakovosti, je rezultat nenegovanosti oziroma v primeru nizke bonitete rastišča skrajnih razmer. V tem primeru na »nepojav« furnirske kakovosti običajno vplivajo slepice in tudi velike zdrave grče.

V nadaljevanju smo s pomočjo logistične regresije poizkušali ugotoviti, katere značilnosti dreves oziroma rastišč vplivajo na pojav rdečega srca pri bukvi. Kot odvisno spremenljivko smo izbrali pojav srca na koncu prvega hloda (drugi prerez), saj le to srce razvrsti najboljše del debla (prvi in drugi hlod). Srce na panju namreč razvrsti samo prvi hlod, pojavlja pa se manj pogosto in praviloma v manjšem obsegu kot srce na drugem prerezu (Kotar 1994b). Kot neodvisne spremenljivke pa smo preizkusili: prsni premer (dbh), starost,  $DI_{20}$ ,  $HI_{20}$ , povprečno braniko ( $i_d$  – res), delež krošnje, velikost krošnje, socialni razred, matično podlago,  $SI_{100}$ , višino prereza, višino prereza<sup>2</sup> (v primeru, če

bi srce potekalo vzdolžno v deblu v obliki parabole 2. stopnje). Poleg 12 osnovnih spremenljivk smo preizkusili še 5 interakcij:  $SI_{100}$  \* podlaga, starost \* dbh, delež krošnje \* velikost krošnje,  $SI_{100}$  \* starost, socialni razred \* velikost krošnje. Če je vrednost kazalca  $Exp(\beta)$  nad 1 (Preglednica 4, tretji stolpec), pomeni da se z naraščanjem dane spremenljivke povečuje verjetnost pojava. In obratno, vrednosti manjše od 1 pomenijo, da se z naraščanjem dane spremenljivke zmanjšuje verjetnost pojava srca.

S povečevanjem starosti se verjetnost pojava srca rahlo zmanjšuje, kar je na prvi pogled nenavadno. To je posledica tega, da drevje po različnih rastiščih ni enako staro, in tega, da je ponekod (nižje bonitete) staro drevje relativno drobno. Verjetnost pojava srca je tudi manjša v primeru višjega debelinskega prirastka v zadnjih 20 letih ( $DI_{20}$ ). Višji debelinski prirastek v zrelem obdobju dreves pomeni večje možnosti preraščanja odlomljenih vej, poškodb debla in slepic. Tako se zmanjša verjetnost vdora kisika v notranjost debla, torej verjetnost nastanka rdečega srca.

Verjetnost pojava srca pa je večja pri drevju 4. socialnega razreda (obvladani osebki) v primerjavi s podstojnimi osebki. Podstojni osebki imajo praviloma relativno veliko, dolgo krošnjo in so praviloma precej mlajši. Obvladani osebki pa so poraženci v »stari« generaciji.

Verjetnost pojava srca se zmanjšuje tudi z naraščanjem produktivnosti rastišč. Na produktivnejših

rastiščih je ob istih drugih pogojih verjetnost pojava srca manjša.

Pojav srca pa je verjetnejši pri višjih povprečnih širinah branik. Drevje s hitrejšo debelinsko rastjo v vsem obdobju hitreje ustvari neaktivno sredico v deblu, kjer se vzpostavi suho stanje, kar je pogoj za nastanek srca v primeru vdora kisika. Hitrejša rast lahko tudi pospešuje procese staranja (Bosshard 1984).

Nastanek srca (na koncu prvega hloda) pa je manj verjeten s povečevanjem višine prereza oziroma dolžine prvega hloda ( $\text{Exp}(\beta) = 0,640$ ). Na primer, hlod dolg 6 m ima le še 0,64 tiste verjetnosti pojava srca, ki jo ima 5 m dolg hlod, na tanjšem čelu seveda.

Pojav srca pa je verjetnejši pri višjih bonitetah na apnenčasti kot na silikatni podlagi. Manjšo verjetnost pojava pa imajo daljše, normalno velike asimetrične krošnje v primerjavi z majhnimi krošnjami.

Starejše drevje ima pri boljših bonitetah in višjih prsnih premerih večjo verjetnost pojava srca.

Z modelom smo pojasnili 64,4 % pseudovariance (Nagelkerke's  $R^2$ ). Po modelu bi se 83,1 % vseh enot v analizi uvrstilo pravilno.

V nadaljevanju nas zanima, kakšne so možnosti doseganja furnirske hlodovine z ozirom na pojav srca pri kolektivu dreves v sestoji, ki je gojitveno najbolj pospeševan in od katerega največ pričakujemo. Analizo (logistična regresija, neodvisna spremenljivka je prsni premer; odvisna spremenljivka je pojav srca nad oziroma pod tolerančno mejo za furnir pri prvem hlotu) smo torej izvedli samo za nadvladajoče in vladajoče drevje (1. in 2. socialni razred), ki je imelo

vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo (Preglednica 5). Za stratuma apn1 in dol1 nismo imeli dovolj podatkov in ju zato ne prikazujemo.

Poudarjeno so označene vrednosti po stratumih, ko delež potencialno furnirskih dreves pade pod 50 %. Na dolomitni podlagi se to praktično zgodi že, ko drevje šele doseže dimenzijski prag za furnir. Očitno pa je, da verjetnost proizvodnje furnirja močno upade po prsnem premeru nad 50 cm pri vseh stratumih. Najugodnejši je potek na silikatni matični podlagi, najmanj ugoden pa na dolomitni. Potek na višjih bonitetah je praviloma ugodnejši (pri isti debelini je drevje mlajše). V prebiralnem sestoji je verjetnost pridelave furnirja pri zmagovalcih (socialni položaj 1) izredno pičila, nekoliko je ta verjetnost višja za tekače (socialni položaj 2). V redčenih sestojih na apnencu pa verjetnost »belih« prvih hlodov počasneje upada kot v primerljivih neredčenih sestojih.

Najboljše ukrepanje ni posek drevja, ki je najslabše, v tem primeru najbolj rdečo, tudi ne posek kateregakoli drevesa, ki je še belo, pač pa posek tistega še belega (prvi hlot) drevesa, ki bo v naslednjem obdobju »postalo rdeče«. Ker gozdarji razmišljamo v desetletjih, si pogledjmo verjetnosti prehoda »belih dreves med rdeče« po debelinskih stopnjah za naslednjih 10 let (Preglednica 6). Ugotovimo lahko, da se po prsnem premeru 40-50 cm velik del še belih »spreobrača« med rdeče. Če bi želeli pridelovati furnirsko bukovino, bi morali najkvalitetnejše drevje posekati v deveti in deseti debelinski stopnji. Pri redčenih sestojih na apnencu je »spreobračanje«

**Preglednica 4:** Vpliv značilnosti drevja in rastišč na pojav rdečega srca (drugi prerez)

**Table 4:** Influence of tree traits and site characteristics on red heartwood formation (second cross-section)

Spremenljivka	Stopnja tveganja	Exp ( $\beta$ )	Vpliv na verjetnost pojava srca
Starost	0,000	0,938	zmanjšuje
DI <sub>20</sub>	0,000	0,829	zmanjšuje
Obvladano drevje v primerjavi s podstojnim drevjem	0,007	2,643	povečuje
SI <sub>100</sub>	0,000	0,811	zmanjšuje
i <sub>d</sub> – res	0,001	198606492	povečuje
Višina prereza	0,000	0,640	zmanjšuje
Višje bonitete na apnencu v primerjavi s silikatom na istih bonitetah	0,014	1,087	povečuje
Normalno velike, asimetrične krošnje, če so dolge, v primerjavi s majhnimi krošnjami	0,000	0,968	zmanjšuje
Starost v povezavi z višjo produktivnostjo	0,000	1,002	povečuje

**Preglednica 5:** Delež »izbranih« bukavih dreves, katerih prvi hlood je glede obsega srca še pod furnirsko toleranco, po rastiščnih stratumih glede na prsni premer (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

*Table 5: Share of »selected« beech trees whose butt log with regard to red heartwood extent is still below the sliced veneer tolerance value, by site strata and with regard to dbh (included only trees of 1. and 2. social class with a crown of at least normal size, although asymmetrical)*

Stratum	Prsni premer (cm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
apn2	0,92	0,82	0,62	<b>0,38</b>	0,18	0,08	0,03	0,01	0,00
apn3	0,72	0,60	<b>0,46</b>	0,33	0,22	0,14	0,09	0,05	0,03
apn4	0,99	0,97	0,88	0,60	<b>0,24</b>	0,06	0,01	0,00	0,00
dol2	0,96	0,81	<b>0,44</b>	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
dol3in4	0,75	0,59	<b>0,40</b>	0,23	0,12	0,06	0,03	0,01	0,01
sil1in2	0,95	0,86	0,69	<b>0,43</b>	0,21	0,09	0,03	0,01	0,00
sil3	0,83	0,71	0,56	<b>0,39</b>	0,25	0,14	0,08	0,04	0,02
sil4	0,97	0,92	0,79	0,56	<b>0,30</b>	0,13	0,05	0,02	0,01
apn3redc	0,99	0,98	0,95	0,85	0,63	<b>0,34</b>	0,13	0,04	0,01
apn4redc	0,99	0,96	0,88	0,68	<b>0,39</b>	0,16	0,06	0,02	0,01
apn2preb zmagovalci	<b>0,30</b>	0,22	0,15	0,10	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01
apn2preb tekači	0,64	<b>0,49</b>	0,34	0,22	0,13	–	–	–	–

nekje vmes med apn3 in apn4 za neredčene sestoje. Potek pri redčenih sestojih je ugodnejši od poteka pri neredčenih sestojih na apn4, a manj ugoden od poteka pri neredčenih sestojih na apn3. V prebiralnih

sestojih poteka »spreobračanje« relativno zmerno, kar je posledica tega, da je že v izhodišču izredno velik delež rdečih bukev. Pospešeno prehajanje nakazujejo poudarjene vrednosti.

**Preglednica 6:** Verjetnost, da drevo, ki še ne presega furnirske omejitve rdečega srca, v naslednjem desetletju to vrednost preseže, po rastiščnih stratumih glede na prsni premer (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

*Table 6: Probability for a tree, currently still below the tolerance value for sliced veneer quality regarding red heartwood, to exceed this value in the next decade, by site strata and with regard to dbh (included only trees of 1. and 2. social class with a crown of at least normal size, although asymmetrical)*

Stratum	Prsni premer (cm)								
	30	35	40	45	50	55	60	65	70
apn2	0,04	0,11	0,22	<b>0,38</b>	0,49	0,60	0,57	0,66	0,18
apn3	0,06	0,12	0,15	0,23	<b>0,26</b>	0,37	0,40	0,41	0,57
apn4	0,01	0,03	0,14	<b>0,37</b>	0,61	0,77	0,80	0,80	0,92
dol2	0,04	0,19	<b>0,47</b>	0,65	0,72	0,76	0,80	0,78	0,72
dol3in4	0,09	0,21	<b>0,36</b>	0,40	0,42	0,48	0,57	0,53	0,43
sil1in2	0,03	0,09	<b>0,25</b>	0,45	0,55	0,61	0,59	0,56	0,59
sil3	0,06	0,11	0,20	<b>0,28</b>	0,35	0,42	0,43	0,44	0,43
sil4	0,01	0,07	0,22	<b>0,40</b>	0,53	0,61	0,65	0,72	0,67
apn3redc	0,00	0,01	0,04	0,16	<b>0,33</b>	0,59	0,67	0,69	0,84
apn4redc	0,01	0,03	0,10	0,24	<b>0,44</b>	0,64	0,69	0,70	0,85
apn2preb zmagovalci	0,13	0,17	0,20	<b>0,25</b>	0,28	0,35	0,32	0,39	0,08
apn2preb tekači	0,09	0,14	0,19	<b>0,25</b>	0,34	–	–	–	–

**Preglednica 7:** Delež »izbranih« bukovih dreves, katerih prvi hloed je glede obsega srca še pod furnirsko toleranco, po rastiščnih stratumih glede na starost (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

*Table 7: Share of »selected« beech trees, whose butt log with regard to red heartwood extent is still below the sliced veneer tolerance value by site strata and with regard to age (included only trees of 1. and 2. social class with a crown of at least normal size, although asymmetrical)*

starost	apn2	apn3	apn4	apn4redc	dol2	dol3in4	sil1in2	sil3	sil4
70	povezava ni značilna	0,90	0,91	0,99	0,99	0,94	0,86	0,98	0,74
80		0,83	0,82	0,94	0,99	0,89	0,81	0,95	0,65
90		0,73	0,67	0,77	0,97	0,83	0,73	0,89	0,54
100		0,60	<b>0,47</b>	<b>0,41</b>	0,94	0,74	0,64	0,78	<b>0,43</b>
110		<b>0,45</b>	0,28	0,12	0,87	0,62	0,53	0,61	0,32
120		0,31	0,15	0,03	0,76	<b>0,48</b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	0,23
130		0,20	0,07	0,01	0,59	0,35	0,33	0,23	0,16
140		0,12	0,03	–	<b>0,39</b>	0,24	0,24	0,12	0,11
150		0,07	0,01	–	0,23	0,15	0,17	0,06	0,07
160		0,04	0,01	–	0,12	0,09	0,12	0,03	0,05

Podobno kot za potek deleža »belih« bukev glede na prsni premer smo izvedli analizo še glede na starost (Preglednica 7). Tokrat podatkov za prebiralne sestoje ne prikazujemo (starost drevja za veliko večino dreves ni poznana). Na bolj produktivnih rastiščih delež »belih« bukev hitreje pada. Sicer delež najhitreje upada na apnencu, sledi silikat in najpočasneje na dolomitu. Primerjava redčenih sestojev (podatki so le za apnec najboljše bonitete, za stratum apn3 je premalo podatkov) z ustreznimi neredčenimi pokaže, da do starosti 95 let počasneje upada delež belih v redčenih sestojih, po tej starosti pa hitreje.

Na boljših bonitetah rastišč se »spreobračanje v rdeče« dogaja bolj zgodaj (Preglednica 8). Najugodnejši (počasno spreobračanje) potek je na

dolomitni podlagi, sledi silikat in nato apnenčasta podlaga. V redčenih sestojih je po 80. letu verjetnost prehoda bele bukke med rdeče večja kot v primerljivih neredčenih.

#### 4.2 Sortimentni sestav – neredčeni in redčeni enomerni sestoji ter prebiralni gozd

Eden ključnih kazalcev uspešnosti našega gospodarjenja z gozdovi je realiziran sortimentni sestav. V tem podpoglavju prikazujemo strukturo po sortimentih v neto volumnu oziroma so deleži posameznih kakovostnih razredov izračunani glede na neto volumen drevesa ali skupine dreves.

**Preglednica 8:** Verjetnost, da drevo, ki še ne presega furnirske omejitve rdečega srca, v naslednjem desetletju to vrednost preseže, po rastiščnih stratumih glede na starost (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

*Table 8: Probability for a tree, currently still below the tolerance value for sliced veneer quality regarding red heartwood, to exceed this value in the next decade by site strata and with regard to age (included only trees of 1. and 2. social class with a crown of at least normal size, although asymmetrical)*

starost	apn2	apn3	apn4	apn4redc	dol2	dol3in4	sil1in2	sil3	sil4
70	povezava ni značilna	0,08	0,10	0,05	0,01	0,04	0,07	0,03	0,13
80		0,12	0,19	0,18	0,02	0,07	0,09	0,06	0,17
90		0,18	<b>0,30</b>	<b>0,47</b>	0,03	0,11	0,13	0,12	<b>0,21</b>
100		<b>0,25</b>	0,40	0,69	0,07	0,16	0,16	<b>0,22</b>	0,25
110		0,31	0,48	0,77	0,13	<b>0,22</b>	0,20	0,33	0,28
120		0,36	0,52	0,79	<b>0,22</b>	0,28	<b>0,23</b>	0,43	0,30
130		0,40	0,54	–	0,33	0,32	0,26	0,50	0,32
140		0,42	0,55	–	0,42	0,36	0,29	0,53	0,34
150		0,43	0,55	–	0,48	0,38	0,31	0,55	0,35

V neredčenih enomernih sestojih je delež furnirske hlodovine najvišji med prsnim premerom 40 in 60 cm, potem močno upade (Preglednica 9). Najvišji dosežen delež na dol1 stratumu je posledica izredno majhnega vzorca in dejstva, da je tisto redko drevje, ki doseže večje dimenzije, praviloma izredno »belo«, prvi hlod je odlične kakovosti, kasneje pa vejatost onemogoči višjo kakovost. Sicer pa delež furnirja le redko seže preko 5-6 %. Delež furnirja je praviloma višji na boljših bonitetah. Delež luščenca narašča z debelino drevja. Nizek je med prsnim premerom 40 in 50 cm, kar gre deloma na račun višjega deleža furnirja. Delež luščenca ne kaže jasne zakonitosti v povezavi z boniteto. Največji delež tega sortimenta je na apnenčasti podlagi, sledi silikat in nazadnje dolomit. Zdi se, da je do prsnega premera 70 cm druga boniteta najmočnejše zastopana s tem

deležem. To je lahko posledica oblike debla. Na nižjih bonitetah ima spodnji del debla (petina ali četrtnina ali prvi hlod) večji delež volumna kot na višjih bonitetah, kjer so debla polnolesnejša. Delež hlodov za žago 1. razreda povsem jasno pada z debelino. Pri drobnejšem drevju je pogosto prvi ali/in drugi hlod te kakovosti, pri močnejšem drevju pa je spodaj luščenic ali celo zelo slaba kakovost (pri velikih napakah debel), zgoraj pa le še žagovci II ali III in pragovci. Najvišji delež žagovcev I imata tretja in četrta boniteta, po tem deležu tudi rahlo izstopa silikat. Tudi delež žagovcev II pada z debelino, jasne povezave z boniteto ni, po tem deležu rahlo izstopa dolomit (verjetno na račun nižjih deležev drugih kakovostnih razredov). Delež žagovcev 3. razreda je višji pri debelinah drevja nad 60 cm, na dolomitu je delež te kakovosti nekoliko višji v primerjavi z

**Preglednica 9:** Sortimentni sestav (%) po rastiščnih stratumih in debelinskih razredih (samo drevje 1. in 2. socialnega razreda s prsnim premerom nad 40 cm)

**Table 9:** Assortment structure (%) by site strata and diameter classes (only trees of 1. and 2. social class with dbh above 40 cm)

Kakovostni razred	Debelinski razred (cm)	apn1	apn2	apn3	apn3 redc	apn4	apn4 redc	dol1	dol2	dol3in4	sil1in2	sil3	sil4
F	40 - 50	0,0	6,0	2,6	<b>21,0</b>	6,3	<b>9,4</b>	3,9	1,0	4,9	3,0	6,9	4,3
	50 - 60	–	2,8	2,8	<b>9,0</b>	6,1	<b>3,1</b>	<b>43,5</b>	1,7	5,9	3,8	4,8	8,3
	60 - 70	0,0	0,8	3,6	<b>0,0</b>	1,6	<b>0,0</b>	–	0,0	3,1	2,8	2,5	0,0
	> 70	–	2,3	0,0	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L	40 - 50	4,9	15,4	17,2	<b>13,7</b>	22,5	<b>15,6</b>	15,4	11,2	12,8	13,6	19,1	15,4
	50 - 60	–	39,2	31,1	<b>4,0</b>	28,4	<b>23,6</b>	0,0	16,6	18,9	27,4	26,2	19,7
	60 - 70	0,0	39,7	32,7	<b>26,8</b>	35,9	<b>23,8</b>	–	17,4	18,6	32,2	27,6	22,3
	> 70	–	43,1	44,7	–	–	–	–	6,6	18,9	0,0	20,7	35,1
I	40 - 50	3,9	16,3	23,0	<b>16,0</b>	21,0	<b>28,1</b>	7,7	17,1	18,0	19,8	19,4	18,1
	50 - 60	–	8,1	15,0	<b>27,2</b>	14,4	<b>15,9</b>	0,0	9,2	13,5	15,5	15,2	16,9
	60 - 70	0,0	4,5	10,1	<b>0,0</b>	5,7	<b>5,5</b>	–	6,8	10,4	7,1	16,0	14,3
	> 70	–	3,9	1,2	–	–	–	–	11,0	0,0	19,6	21,5	6,8
II	40 - 50	18,1	18,3	18,0	<b>19,0</b>	16,4	<b>20,8</b>	18,9	23,1	21,1	17,6	13,2	16,9
	50 - 60	–	8,8	13,8	<b>20,3</b>	13,9	<b>22,3</b>	15,8	22,6	17,2	13,3	13,3	13,3
	60 - 70	0,0	4,2	10,7	<b>6,8</b>	7,9	<b>27,0</b>	–	15,5	18,9	7,0	11,0	15,2
	> 70	–	5,1	7,0	–	–	–	–	10,6	14,9	33,1	9,7	14,3
III	40 - 50	16,0	17,1	17,0	<b>13,6</b>	14,3	<b>13,2</b>	16,8	20,5	18,7	17,6	13,2	16,6
	50 - 60	–	12,5	17,8	<b>22,2</b>	19,6	<b>19,1</b>	14,0	22,8	17,6	15,5	15,1	16,1
	60 - 70	0,0	19,3	17,6	<b>30,6</b>	24,8	<b>29,3</b>	–	20,5	25,0	30,9	17,4	20,3
	> 70	–	14,7	18,4	–	–	–	–	14,0	19,8	0,0	17,3	22,0
D	40 - 50	57,2	26,9	22,3	<b>16,7</b>	19,3	<b>12,8</b>	37,3	27,2	24,6	28,5	28,2	28,7
	50 - 60	–	28,7	19,5	<b>17,4</b>	17,6	<b>16,0</b>	26,6	27,0	26,8	24,6	25,4	25,7
	60 - 70	100,0	31,5	25,3	<b>35,8</b>	24,2	<b>14,4</b>	–	39,8	24,0	20,1	25,4	28,0
	> 70	–	30,8	28,7	–	–	–	–	57,8	46,3	47,2	30,8	21,7

ostalima podlagama. Jasne povezave med deležem žagovcev III in boniteto ni. Delež prostorninskega lesa nad debelino 70 cm močno naraste. Z naraščanjem bonitete delež prostorninskega lesa na apnencu in dolomitu pada, na silikatu ni jasne težnje. Najmanjši delež tega sortimenta je na apnencu, sledi silikat, največji delež ima dolomit.

Opozoriti je potrebno, da prikazana sortimentna struktura (Preglednica 9) velja v primeru, ko za dane debelinske razrede (in stratum) sekamo vodilni del sestoja (nadvladajoče in vladajoče drevje) in ne predvsem konkurenta ali celo nekvalitetne osebke (negativna izbira).

Primerjava redčenih in neredčenih sestojev (samo na apnenačasti podlagi) po bonitetah kaže na znatno večji delež furnirja v debelinskem razredu 40-50 cm pri redčenih sestojih (Preglednica 9). Tudi v debelinskem razredu 50-60 cm se nakazuje višji delež furnirja v redčenih sestojih. Po tej debelini v redčenih sestojih furnirja več ne beležimo. Neredčeni sestoji pa nasprotno beležijo znatno večji delež luščenca. Omeniti je potrebno, da so redčeni sestoji istih debelin mlajši, imajo daljše in večje krošnje, ter zato več zdravih, večjih grč in manj slepic. Deleža žagovcev I in II pa sta praviloma opazno višja v redčenih sestojih. Delež žagovcev III je pri nižjih debelinah praviloma višji v neredčenih sestojih, kasneje med sestoji ni jasnih razlik. Delež prostorninskega lesa je vseskozi večji v neredčenih sestojih.

Lahko bi rekli, da je za analizirane redčene sestoje značilen furnirski prvi hlood, kateremu sledi hlood žagovec I, nato pogosto še žagovec II ali III oziroma pragovec. Nato seveda prostorninski les. V neredčenih sestojih je spodnji, prvi hlood luščenic (žal dokaj pogosto tudi žagovec III ali II), drugi hlood je lahko še vedno luščenic ali žagovec III včasih žagovec II. Prvi hlood je ponavadi dolg. Neredko se kasneje zaradi večvrhatosti prične prostorninski les. Pogosto se drevje pri podiranju razkolje, tako da je kakovost posekanega znatno nižja od kakovosti na stoječem.

V prebiralnih sestojih (analizirani sta samo dve rastišči, mešan gozd), ki so uvrščeni v stratum apn2-prebiralni, nismo imeli furnirske kakovosti (Preglednica 10). Delež luščenca z debelino narašča, izredno velik delež tega sortimenta nastopi pri drevju, debelejšem od 70 cm. Delež žagovcev I je pri zmagovalcih največji pri debelini 30-40 cm, nato pada. Med tekači je delež tega sortimenta najvišji med 40 in 50 cm debeline, očitno so tekači pri tej debelini dovolj očiščeni vej, hkrati pa so premalo kakovostni za luščenic (nepreraščene slepice). Žagovec II je

pri zmagovalcih največ pri debelini 30-40 cm, nato z debelino delež pada. Pri tekačih je delež najvišji v debelinskem razredu 50-60 cm, pri čakalcih pa med 30 in 40 cm. Delež žagovcev III pri zmagovalcih močno naraste z debelino 40 cm, nato ostaja približno enak. Pri tekačih delež tega sortimenta z debelino vztrajno raste, v razredu 50-60 cm zavzame izredno visok delež. Tudi pri čakalcih delež žagovcev III z debelino narašča. Delež prostorninskega lesa pri zmagovalcih je razumljivo najvišji v razredu 20-30 cm, nato z debelino strmo upade, najnižjo vrednost doseže v razredu 40-50 cm, nato spet narašča. Pri tekačih in čakalcih delež prostorninskega lesa z

**Preglednica 10:** Sortimentni sestav (%) po socialnih položajih in debelinskih razredih v prebiralnem sestoji (samo drevje s prsnim premerom nad 20 cm)

*Table 10: Assortment structure (%) by social positions and diameter classes in selection forest (only trees with dbh above 20 cm)*

Kakovostni razred	Debelinski razred (cm)	Socialni položaj		
		1	2	3
L	20 – 30	0,0	0,0	0,0
	30 – 40	4,3	1,8	0,0
	40 – 50	13,8	0,0	10,2
	50 – 60	10,2	0,0	–
	60 – 70	10,0	–	–
	> 70	19,2	–	–
I	20 – 30	0,0	1,5	0,0
	30 – 40	25,0	9,0	3,8
	40 – 50	18,2	19,2	9,4
	50 – 60	17,3	0,0	–
	60 – 70	18,7	–	–
	> 70	12,9	–	–
II	20 – 30	15,5	22,8	16,6
	30 – 40	37,1	21,8	35,7
	40 – 50	23,2	19,1	17,2
	50 – 60	20,1	40,4	–
	60 – 70	19,4	–	–
	> 70	16,1	–	–
III	20 – 30	2,7	16,3	5,6
	30 – 40	6,5	17,6	14,8
	40 – 50	19,8	29,3	23,2
	50 – 60	24,8	47,5	–
	60 – 70	23,4	–	–
	> 70	21,0	–	–
D	20 – 30	81,8	59,4	77,8
	30 – 40	27,0	49,8	45,8
	40 – 50	25,0	32,4	40,0
	50 – 60	27,6	12,2	–
	60 – 70	28,5	–	–
	> 70	30,8	–	–

debelino vztrajno pada. Ugotovljamo, da sortimentni sestav tekačev jasno odstopa od sortimenacije drugih dveh socialnih položajev. Prebiralni gozd ima v primerjavi z ustreznimi (neredčenimi) enomernimi gozdovi nižji delež furnirja in luščenca ter večji delež žagovcev.

### 4.3 Vrednostni prirastek sestojev

Vrednostni prirastek sestoja se prikazuje v povezavi s starostjo. Čas nastopa povprečnega vrednostnega prirastka sestoja smo izračunali za različne scenarije cen sortimentov in stroškov pridobivanja lesa (Preglednica 11).

Povprečni vrednostni prirastek hitreje kulminira pri višjih bonitetah ter pri višjih obrestnih merah in nekoliko hitreje v redčenih sestojih kot neredčenih. Na apnenčasti podlagi nastopi večinoma prej kot na silikatu, najkasneje nastopi na dolomitu. Na najnižjih bonitetah nastopi verjetno desetletje kasneje kot je označeno v preglednici 11, vendar so uporabljene tabele izdelane le do starosti 160 let (Kotar in Levanič

2003). Pri tistih stratumih, ki imajo najvišjo vrednost pri prvem podatku (starosti), smo predpostavili, da takrat tudi kulminirajo, saj šele pri prvih podatkih dosežejo dimenzije furnirja (45 cm). Tudi ogled raztrosa točk pri regresijski analizi daje slutiti, da pri mlajšem drevju vrednosti padejo.

Ciljni premeri znašajo pri večini primerov okoli 50 cm. Izjema so najmanj produktivna rastišča (apn1, dol1), kjer lahko brez večjih ekonomskih izgub postavimo višji ciljni premer, v primeru, če s sestoji sploh gospodarimo.

V primeru nižjih cen furnirja (druga kombinacija v preglednici 11) se pri nizkih bonitetah nič ne spremeni. Pri bonitetah 2 in 3 pa se optimalne proizvodne dobe nekoliko podaljšajo glede na osnovni scenarij (apn2, apn3, sil3). Pri vseh solidnih in odličnih bonitetah se vrednostni prirastki zmanjšajo, najizraziteje na apnencu. Čas kulminacije se v primeru višjih cen furnirja (tretja kombinacija) spremeni pri stratumu sil3 in deloma pri redčenih sestojih apn3 (skrajša). Na nižjih bonitetah se s spremembo cen furnirja ne dogaja praktično nič. Z višjimi cenami

**Preglednica 11:** Čas kulminacije povprečnega vrednostnega prirastka sestoja glede na različne scenarije cen sortimentov in stroškov pridobivanja lesa po stratumih ter okvirni ciljni premer

*Table 11: Time of mean value stand increment culmination with regard to different price and harvest cost scenarios by site strata, and the target diameter by site strata*

Stratum	cene 1	cene 2	cene 3	cene 4	cene 1	cene 1	cene 5	cene 6	Ciljni premer (cm)	
	stroški 1	stroški 1	stroški 1	stroški 1	stroški 2	stroški 3	stroški 2	stroški 2		
apn1	160+	160+	160+	160+	160+	ni znač.	140	140	30	
apn2	110	120	110	100	110	120	100	110	45-50	
apn3	110	120	110	110	110	110	110	110	50-55	
apn4	80	80	80	80	80	80	80	80	50	
dol1	160+	160+	160+	160+	160+	160+	160+	160+	40	
dol2	160+	160+	160+	150	150	160+	110	150	50 (45)	
dol3in4	110	110	110	110	110	110	110	110	50	
sil1in2	150	150	150	150	150	140	150	150	55	
sil3	100	130	90	90	90	90	90	90	50	
sil4	90	90	90	90	90	90	90	90	50	
apn3 redc	0 %	100	110	90	90	90	110	90	90	45 (90 let)
	1 %	110	110	110	110	110	110	110	120-130	55 (110 let)
	2 %	110	110	90	110	110	90	120-140	120-140	55 (110 let)
	3 %	90	90	90	110	90	90	120-140	120-140	45 (90 let)
	4 %	80	80	80	90	90	70	120-140	120-140	40 (80 let)
apn4 redc	0 %	80	80	80	80	80	80	80	80	50 (80 let)
	1 %	80	80	80	80	80	80	80	150+	50 (80 let)
	2 %	80	80	80	150	80	80	150+	150+	50 (80 let)
	3 %	80	80	80	80	80	80	150+	150+	50 (80 let)
	4 %	80	80	80	80	80	80	150+	150+	50 (80 let)



**Preglednica 12:** Potek povprečnega vrednostnega prirastka sestoja po stratumih (scenarij: cene 4 in stroški pridobivanja lesa 1); 100 % je v času kulminacije

*Table 12:* Course of the mean value stand increment by strata (scenario for prices 4 and for harvest costs 1); 100% is at culmination time

Starost	apn1	apn2	apn3	apn4	dol1	dol2	dol3 in4	sil1 in2	sil3	sil4	apn3redc 1 % obr. m.	apn4redc 1 % obr. m.
60	–	78,3	–	–	–	–	–	–	–	–	44,3	–
70	–	87,9	–	–	–	–	–	–	–	–	63,0	–
80	–	94,4	–	<b>100,0</b>	–	–	–	–	–	–	83,6	<b>100,0</b>
90	–	98,2	–	95,9	–	–	–	–	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	98,9	95,4
100	82,2	<b>100,0</b>	–	91,7	–	–	–	91,5	99,3	99,1	98,6	85,4
110	87,9	99,8	<b>100,0</b>	87,4	–	95,1	<b>100,0</b>	95,3	97,8	97,0	<b>100,0</b>	86,0
120	92,3	98,5	98,5	83,3	68,7	97,7	98,7	97,8	96,4	94,2	92,3	85,4
130	95,6	96,3	96,1	79,4	79,3	99,4	96,7	99,5	94,8	90,9	–	87,2
140	97,8	93,1	93,1	75,7	88,6	99,9	94,2	99,9	93,1	87,3	–	89,0
150	99,1	89,5	89,6	72,2	95,6	<b>100,0</b>	91,3	<b>100,0</b>	91,2	83,4	–	90,9
160	<b>100,0</b>	85,7	86,0	68,7	<b>100,0</b>	99,7	88,1	99,2	89,6	79,4	–	–

drv (prostorninskega lesa; kombinacija 4) se pri vseh stratumih povečajo vrednostni prirastki glede na osnovno (prvo) kombinacijo, relativno velik skok imajo najnižje bonitete. Zanimivo je, da se pri višjih cenah drv, čas kulminacije ne podaljša, pač pa se pri treh stratumih skrajša (apn2, dol2, sil3). Pri nižjih stroških pridobivanja lesa (peta kombinacija) se, razumljivo, prirastki povečajo, pri dveh stratumih pa se čas kulminacije spremeni (skrajša; dol2, sil3). V primeru dražjega pridobivanja lesa (šesta kombinacija) se prirastki zmanjšajo, pri enem stratumu se optimalna proizvodna doba podaljša (apn2), pri dveh pa skrajša (sil1in2, sil3). V primeru visokih cen drv in nižjih stroškov pridobivanja lesa (sedma kombinacija) se pri treh stratumih optimalne proizvodne dobe skrajšajo (apn1, dol2, sil3), v primeru redčenih sestojev pa se pri višjih obrestnih merah podaljšajo. Pri osmi, zadnji kombinaciji (visoke cene drv, nižji stroški pridobivanja lesa, progresivne cene glede na debelino hloda znotraj istih kakovostnih razredov) se pri treh neredčenih stratumih optimalne proizvodne dobe skrajšajo (apn1, dol2, sil3), pri redčenih stratumih pa se v primeru pozitivne obrestne mere podaljšajo.

Višje obrestne mere v redčenih oziroma negovanih sestojih praviloma znižujejo optimalno proizvodno dobo, v primeru izredno visokih cen drv pa podaljšujejo optimalno proizvodno dobo.

V redčenih sestojih se v primeru izredno visokih cen drv (in nižjih stroškov pridobivanja lesa) in vsaj 2-odstotne realne obrestne mere pojavi kulminacija izredno pozno, tj. izven časovnega okvirja raziskave.

To je posledica izredne donosnosti vseh redčenj (zlasti zgodnjih), ki z obrestmi več kot odtehtajo počasnejšo volumensko rast in manjše vrednostne prirastke lesne mase stoječega sestoja ter zlahka pokrijejo stroške nege.

Ker pa dejanskega poteka vrednostnega prirastka, vmesnih in glavnih donosov v celotni življenjski dobi ne poznamo, smo v prikazanih rezultatih uporabili podatke iz sestojev, ki so bili po sodobnih načelih negovani le 40 let. V primeru, da bi v sestoju izvajali nego v vseh obdobjih, bi zlasti pri pomladitvenih sečnjah pri starostih in debelinah, ko majhna prisotnost rdečega srca še dopušča furnirsko kakovost, zagotovo dosegli višje donose, kot v analiziranih sestojih z le 40-letno nego. Iz tega razloga smo zmodelirali sortimentne strukture sestoja negovanega vse obdobje po starostih. Podrobnosti modela zaradi prihranka prostora ne prikazujemo in so na voljo pri avtorju. Pokazalo se je, da se proizvodne dobe ne spremenijo bistveno. Kot zanimivost dodajmo, da v primeru stratuma apn4redc in 2-odstotne obrestne mere (scenarij: cene 5, stroški 2) donos (sortimentna struktura je zmodelirana) pri 150 letih le še za 10 % odstotkov presega donos pri 80 letih, v primeru naših podatkov (40 let redčeni sestoji) pa je donos pri 150 letih višji za 32 %.

Zaradi pomanjkanja prostora prikazujemo relativni potek povprečnega vrednostnega prirastka sestojev le za scenarij s cenami 4 in stroški 1 (Preglednica 12).

Pri nižjih bonitetah je kulminacija praviloma zelo »sploščena«, kar pomeni, da imamo širok časovni

**Preglednica 13:** Razmerje med stroški nege in glavnim donosom (N/GD) ter razmerje med redčenji in glavnim donosom (R/GD) v času kulminacije povprečnega vrednostnega prirastka sestoja (2-odstotna obrestna mera)

**Table 13:** Ratio between tending costs and final yield (N/GD) and ratio between thinnings and final yield (R/GD) at the culmination time of mean value stand increment (interest rate is 2%)

Stratum	Razmerje v %	cene 1	cene 2	cene 3	cene 4	cene 1	cene 1	cene 5	cene 6
		stroški 1	stroški 1	stroški 1	stroški 1	stroški 2	stroški 3	stroški 2	stroški 2
apn3redc	N/GD	50	54	34	46	46	42	43	39
	R/GD	42	45	18	72	62	3	137	123
apn4redc	N/GD	27	28	25	75	24	29	59	55
	R/GD	12	13	11	119	18	5	165	154

manevrski prostor za uvedbo sestojev v obnovo (pri zamiku nekaj desetletij izgubimo silno malo na vrednostnem prirastku, relativno in absolutno). Pri višjih bonitetah pa je različno, na dolomitni in silikatni z odmikom od kulminacije izgublamo relativno malo, na apnenčasti podlagi pa vrednosti padejo hitreje, zlasti v redčenih sestojih. Kolikšna izguba je še sprejemljiva, je težko odgovoriti. V resnih, ambicioznih gospodarstvih, kakršnega si verjetno želimo tudi pri nas, izguba 4-5 % predstavlja nesprijemljivo število, ki je posledica premika obhodnje v sestojih rdečega bora z optimalnih 74 let na 80 let (Penttinen 2006). V primeru redčenih sestojev bi potemtakem lahko odlašali z obnovo maksimalno 10 let, v primeru 3 in 4 bonitete neredčenih sestojev pa 20-30 let. Na apnenčasti podlagi še manj, saj se izguba hitreje povečuje.

Pri redčenih sestojih nas zanimata tudi razmerje med stroški nege v primerjavi z glavnim (končnim) donosom in razmerje med (komercialnimi) redčenji in glavnim donosom (Preglednica 13).

Z daljšanjem proizvodne dobe se razmerje pri pozitivni obrestni meri med vložkom nege in glavnim donosom ter razmerje med vmesnimi donosi (redčenji) in glavnim donosom povečujeta. Pri daljših proizvodnih dobah in višjih obrestnih merah se relativni pomen glavnega donosa v povprečnem vrednostnem prirastku sestoja zmanjšuje. Višje obrestne mere razumljivo povečujejo ekonomsko težo nege in redčenj, zlasti najzgodnejših. Donosnost redčenj je pogojena predvsem z ceno drv in tudi stroški dela. Visoka cen drv rezultira v izjemno povečanem donosu redčenj.

## 5 RAZPRAVA 5 DISCUSSION

Ta študija ima nekaj metodoloških pomanjklivosti. Prva je, da izbira sestojev oziroma dreves v analizo ni bila slučajnostna. Pri raziskavi bukke na 18

rastiščnih enotah po Sloveniji (Kotar 1991, Kotar 1994a) se je izbralo predvsem vizualno kakovostnejše sestoje, a čimmanj gospodarjene. V okviru drugih raziskav zunanja kakovost debel ni igrala vloge pri izbiri objektov. Kljub temu je potrebno zapisati, da se dejanska sortimentna struktura na sečiščih v bukovih sestojih žal le redko približa sortimentnemu sestavu prikazanemu v tej študiji. Razlog je preprost. Pri rednemu odkazilu praviloma ne izbiramo za posek najlepših, dominantnih dreves, takšno drevje običajno prej »postaramo«. Seveda so tudi izjeme, vendar je miselnost, »zakaj je buke padla, ko je bila pa še dobra«, še trdno zasidrana pri mnogih strokovnih delavcih, gozdnih delavcih in celo pri lastnikih gozdov. Navajeni smo tudi gojiti drevje do precejšnje debeline, saj so veljali in mnogokje še veljajo sestoji z debelimi in izredno debelimi drevesi za znak premišljenega, zadržanega in zdravega gospodarjenja, ki misli in varčuje za prihodnost. To naravnost je deloma podpiral tudi trg v nekdanji državi Jugoslaviji. Na tem trgu smo poznali anomalije kot so fiksirane cene, odkup po povprečnih cenah, nespoštovanje-ignoriranje standardov poleg tega pa je bil razpon cen za bukove sortimente tudi na širšem evropskem trgu relativno ozek, kar je destimuliralo ambiciozno nego in obnavljanje sestojev. Danes se zdi, da je organiziranost stroke v tem pogledu dosegla dvojen učinek. Velik del strokovnjakov ne čuti posledic svojih odločitev pri gospodarjenju z gozdom in je neobčutljiv za ekonomske posledice (ne)ukrepanja oziroma ekonomsko nepretehtane in neracionalne odločitve, deloma tudi zaradi preslabe informiranosti o dogajanju na trgu lesa, kjer je neredko že težava dobiti jasno informacijo o odkupnih cenah ipd. Nasprotno pa je del stroke popolnoma odvisen od prodaje lesa, kar lahko pelje v pretirano ozke poglede na cilje gospodarjenja z gozdovi. Za boljše gospodarjenje se morajo vsi, ki sodelujejo pri upravljanju z gozdnimi ekosistemi, potruditi te težave odpravljati.

Precejšnja težava je tudi s cenami gozdnih sortimentov. Marsikje ceniki in odkup ne upoštevajo naraščanja cene z debelino znotraj istega kakovostnega razreda, ponekod se to upošteva delno ali po »domače«, drugod pa sistemsko. Vpliv razlik v ceni glede na debelino hloda znotraj istega kakovostnega razreda smo poskušali zajeti s scenarijem cenika 6. V zadnjem času postaja vse bolj aktualno vprašanje, kako vrednotiti drva (bukve). Uradni odkupni ceniki imajo praviloma cene po katerih drv nihče ne prodaja, saj so prenizke. Neuradne »kmečke« cene sicer poznamo, vendar vključitev le-teh v analizo znižuje znanstvene standarde študije. Delno smo ta problem poskušali odpraviti s scenariji (četrti scenarij cenika postavlja 30 % višjo ceno prostorninskega lesa, peti scenarij pa 70 % višjo ceno glede na cene konec leta 2005). V povezavi z nepreglednim delovanjem trga lesa pri nas pa ne moremo spregledati posebnega vzorca vedenja, ko se cene sortimentov velikokrat ne spremenijo, kljub spremembam v ponudbi ali povpraševanju, pač pa zanihajo »kriteriji« pri sortimentih oziroma se »dogajajo preklasiranja«.

Popolnoma korekten izračun sestojnega vrednostnega prirastka bi lahko napravili, če bi poznali resničen potek skupne neto produkcije analiziranih sestojev glede na starost. Ker teh podatkov nismo imeli, smo z uporabo prirejenih slovaških tablic simulirali potek neto produkcije po stratumih (Kotar in Levanič 2003), kar je seveda le boljši ali slabši približek. Ena od pomembnih pomanjkljivosti (v neredčenih sestojih) je korektna ocena količine naravne mortalitete tekom razvoja sestoja.

Za korektnjšo analizo kakovosti bukovih debel, predvsem v povezavi s pojavom rdečega srca, nekaj pomembnih spremenljivk nismo zajeli in ovrednotili. Prva je tip rdečega srca. Gozdarska stroka večinoma razlikuje med običajnim rdečim srcem, plamenastim, črno obrobljenim-abnormalnim in ranitvenim srcem (npr. Sachsse 1991). Nekateri avtorji predlagajo še podrobnejše delitve, kjer se »normalno« srce deli na srce povsem pravilne oblike in na oblačkasto srce (Höwecke 1998). Ta hiba nebeleženja tipa srca nima tako velikega pomena pri uvrščanju hlodov v kakovostne razrede, saj se plamenasto in tudi abnormalno srce praviloma pojavljata v takem obsegu, da sortimenta, tudi če obseg napake pojmuje kot zdravo srce, ne bi uvrstili v visokokakovosten razred hlodovine. Je pa hiba precej manj prijetna pri analizi vpliva značilnosti dreves in rastišč na pojav in tvorjenje srca, tukaj se zakonitosti lahko nekoliko zamegljijo. Raziskava v Baden-Württembergu je pokazala, da plamenasto

srce ni tako pogosto, delež dreves s to obliko srca pa s prsnim premerom narašča (Höwecke 1998). Po raziskavi manjšega vzorca bukve v Nemčiji znaša delež dreves z plamenastim srcem okoli 5 %, delež dreves z abnormalnim pa okoli 3 % (Knoke 2003). Naslednja nebeležena spremenljivka je prisotnost večvrhatosti. Vpliv te spremenljivke in števila večjih poškodb debela, žmul, brazgotin, odlomov vej ter podobnega je zelo velik (in pozitiven) na verjetnost pojava srca (Knoke 2003). Analizo pojavljanja srca bi izboljšali tudi z merjenjem širine krošnje, namesto ocenjevanja velikosti.

Rezultati študije veljajo v razmerah klasične sečnje z motorno žago in traktorskega spravila ter pri opisanih scenarijih cen sortimentov in stroškov gozdnega dela. Študija se omejuje predvsem na enomerne sestojne bukve, ki so bili pretežni del svojega razvoja nenegovani, celo negospodarjeni. Za prebiralne gozdove smo izvedli le del analiz. Velik del sestojev, ki jih danes uvajamo v obnovo (ali razmišljamo o tem), oziroma jih bomo v »bližnji« prihodnosti, ima vrednostne karakteristike precej skladne z rezultati te študije. Tisti sestoji, ki so bili vzorno negovani (redčeni) že daljše obdobje, pa se lahko le deloma primerjajo z rezultati pričujoče študije, zlasti če njihova podlaga ni apnenčasta. Vendar je takšnih sestojev v Sloveniji žal relativno malo, saj se je »sodobna« nega pričela pred približno 40 leti, marsikje pa se še danes ni »prijela« (prešibka, premalo pogosta redčenja; neprimerni izbranci, ki imajo lepo, dolgo deblo in kratko, majhno krošnjo; redčenje prestarelih sestojev). Bukovih sestojev vzorno negovanih skozi celotno obdobje njihovega razvoja pa še nekaj desetletij ne bomo imeli. Do takrat pa bodo verjetno na voljo tudi rezultati raziskav takšnih sestojev, če bodo te dileme še aktualne.

V okviru te študije se pojav rdečega srca razume kot pomembna napaka pri kakovosti bukovega lesa. Pri normalnem srcu, ki je le estetska in ne tudi tehnična napaka, se pogledi, trendi, okusi lahko spreminjajo in s tem tudi vrednotenje bukovih dreves in sestojev. Vendar se zakonitosti vrednostnega priraščanja z drugim scenarijem cen (z nižjo ceno furnirja) niso bistveno spremenile. Zdi se, da ima na vrednostno kulminacijo najmočnejši vpliv čas oziroma starost. Dokler drevje hitro raste so prirastki vrednosti visoki, tudi če kakovost ni najvišja. Ko se rast upočasni, padejo vrednostni prirastki. Najvišje vrednostne prirastke ima relativno mlado in debelo, toda ne najdebelejše drevje (Kadunc 2006).

V povezavi z maksimalno izrabo vrednostnih potencialov velja osvetliti še eno gledišče. Z vidika

lastnika gozda visok delež sortimentov najvišje kakovosti (furnir) ne pomeni nujno najvišjega izkupička, z vidika celotne družbe pa se največja dodana vrednost ustvarja prav pri najkakovostnejših sortimentih. Vsa veriga od lastnika, trgovcev, lesnopredelovalne industrije do prodajalca končnega izdelka v normalnih razmerah zasluži največ pri najvišji kakovosti lesa. Vendar makroekonomski pogled presega okvir te študije.

Knoke (2002) je na primeru gospodarjenja z bukovimi sestoji opisal štiri strategije izkoriščanja vrednostnega potenciala sestojev. Prva strategija je sekati »rdečo« bukovino, po logiki, ki je pri nas dobro poznana in žal marsikje tudi usidrana. Druga strategija je posek »belih« bukev, kajti te imajo praviloma velik delež visokokakovostnih sortimentov. Tretja strategija je naključno odkazilo dreves (služi kot primerjava) in četrta strategija odkazilo tistih dreves, ki bodo v obdobju naslednjih 10 let (z visoko verjetnostjo) izgubila na kakovosti. Slednja strategija, ki je poimenovana »ohranjanje kakovosti«, se je izkazala za ekonomsko najučinkovitejšo (Knoke 2002). Zanimivo, da se je strategija poseka »belih« bukev izkazala celo za manj uspešno kot naključna izbira, predvsem na račun prezgodnjega poseka potencialno najkakovostnejših dreves.

Visoke lesne zaloge bukovih sestojev ne pomenijo nujno visoke vrednosti izkoristljive lesne mase v njih, ob izključitvi vpliva razlik v starosti sestojev in produktivnosti rastišč Kadunc in Kotar (2005) nista ugotovila povezave med lesno zalogo in tekočim vrednostnim prirastkom sestoja.

Izračunane optimalne dolžine proizvodnih dob so vsaj pri stratumih na produktivnejših rastiščih za dosedanjo prakso precej kratke. Da naši izračuni ne prinašajo radikalnih proizvodnih dob, pokaže že primerjava z Leibundgutom (1966), ki navaja za bukev interval gospodarske zrelosti med 80 in 140 let. Ker pa je tudi na dobrih rastiščih, kjer je manevrskega prostora s podaljševanjem proizvodnih dob relativno malo, potrebno zagotavljati habitate in procese, ki sicer potekajo v starih, razgrajajočih se sestojih, je potrebno na določenem deležu površin negospodariti oziroma jih prepuščati naravnemu razvoju (morda se bo za najučinkovitejšega izkazal sistem večjega števila manjših in manjšega števila večjih površin, kjer se gospodarskih ciljev ne bo zasledovalo). Podaljševanje proizvodnih dob do starosti, ko je dreveje še zdravo, povprečni vrednostni prirastek sestoja pa že nekaj časa pada, ne izpolnjuje zadovoljivo niti ekonomskih pričakovanj, niti »habitativnih«. Do podobnega sklepa prihajajo tudi drugi

avtorji (npr. Diaci in Perušek 2004). Za postavitev ciljnega premera pri 65 cm namesto (npr.) pri 50 cm (na produktivnejših rastiščih) moramo imeti res čvrste argumente s strani ekoloških in socialnih ciljev, sicer lastniku neopravičljivo zmanjšujemo dohodek (v prihodnosti bi se utegnile »zgoditi« tudi tožbe). Velikokrat »debelino« opravičujemo s pavšalnimi ocenami oziroma mnenji, npr. za hidrološko funkcijo je to ugodneje, to je ugodneje za živalski svet, tu je Natura 2000 območje, ipd. Zavedati se je potrebno, da za marsikatero skupino organizmov to ne drži in so njihove potrebe bolj zadovoljujete v presvetljenih gozdovih (npr. Golob 2006), v območjih z večjim deležem mlajših gozdov, v sestojih s večjim deležem manjšinskih drevesnih vrst (ki običajno »zmorejo« le krajše življenjske dobe in jih v sestoji uspešno vključujemo z velikopovršinskim gospodarjenjem, s kratkimi pomladitvenimi dobami).

Sortimentna struktura bukke v Sloveniji ima precej nižji delež furnirske hlodovine v primerjavi s Hrvaško (Krpan 2003), je pa delež hlodov za luščenje pri nas precej večji. Tudi slovaške tablice izkazujejo višji delež furnirske hlodovine v primerjavi z našimi rezultati (Petráš in Nociar 1991).

Izsledki oziroma napotki te študije veljajo za razmere, kjer lesnoprozvodna vloga ni pomembnejše omejevana s strani ostalih »nelesnih« vlog. Večji manevrski prostor za usklajevanje lesnoproizvodne vloge s preostalimi, zlasti ekološkimi vlogami imamo na manj produktivnih rastiščih in pa na dolomitu ter silikatu. Na produktivnih rastiščih z apnenčasto podlago nas kompromisi s podaljševanjem proizvodnih obdobj največ stanejo. Na teh rastiščih (apn3 in apn4) se v primeru močno poudarjenih vlog gozda, ki se z lesnoproizvodno vlogo težko »uskazujejo«, zastavlja vprašanje smiselnosti redčenj. Če je lesnoproizvodna vloga podrejena, so gojitvena vlaganja v višjo kakovost debel nesmiselna. To pa ne pomeni, da so vsa vlaganja neupravičena. Nekateri ukrepi so lahko nujni (premena drevesne sestave oziroma uravnavanje zmesi, pospeševanje pestrosti drevesnih vrst,...) in tudi, širše gledano, ekonomsko upravičeni.

Pri interpretaciji številke je potrebna precejšnja previdnost. Pomembnejši od konkretnih številke so zakonitosti in trendi. Na podlagi teh se je potrebno opredeljevati oziroma oblikovati sklepe.

## 6 SKLEPI

## 6 CONCLUSIONS

Sklepe smo oblikovali za tri ravni gospodarjenja oziroma upravljanja z gozdovi.

Usmeritve za gojenje sestojev, kjer bukev dominira, so naslednje:

- oblikovati dolge in široke, čimbolj simetrične krošnje,
- tudi v debeljakih je smiselno izvajati relativno močna svetlitvena redčenja,
- odkazovati drevje, kjer je visoka verjetnost za padec vrednosti, in ne že “rdeče” ali še (katerokoli) “belo” bukovino. Pravilen pristop je odkazovati tisto “belo” (in tudi sicer kakovostno) bukev, ki bo najverjetneje “prestopila med rdeče,”
- nega-redčenje sestojev terja krajše proizvodne dobe (sestoji prej kulminirajo in več vloženi sredstev je potrebno povrniti),
- če je cilj čimvišja pridelava furnirja, je potrebno najkvalitetnejše drevje posekati v 10. in deloma v 11. debelinski stopnji.

Za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja lahko podamo naslednje usmeritve:

- načrtovati višje možne poseke v kakovostnih debeljakih,
- za obnovu določati sestoje, kjer je bukev še “bela”, vendar bo kmalu postala “rdeča,”
- na manj produktivnih rastiščih ( $SI_{100} < 27$  m) imamo širok manevrski prostor pri dolžini proizvodne dobe, z odlašanjem obnove izgubljam malo,
- najhitreje z odlašanjem obnove izgubljam v redčenih sestojih, na produktivnih rastiščih in na apnenčasti podlagi, sledi silikat in nazadnje dolomit,
- boljše trženje rdeče bukovine ne bo bistveno vplivalo na čas kulminacije vrednostnih prirastkov,
- sortimentni sestav bukve iz prebiralnih sestojev je mnogo slabši kot iz enomernih sestojev na primerljivih rastiščih, verjetno tudi manjši delež drobnega lesa v poseku prebiralnih sestojev ne odtehta slabše strukture,
- pri iskanju kompromisov z nelesnimi vlogami bomo zagotovo našli več rešitev. Npr. posek le najkakovostnejših dreves (ki praviloma niso najdebelejša).

V okviru višje, strateške ravni oziroma gozdarske politike velja upoštevati naslednje:

- Na produktivnih rastiščih apnenčaste podlage je v primeru močno poudarjenih vlog gozda, ki se težko “uskaljujejo” z lesnoproizvodno vlogo, potrebno skrbno pretehtati obseg in strukturo vlaganj.

– Če je lesnoproizvodna vloga podrejena, so gojitvena vlaganja v višjo kakovost debel nesmiselna. To pa ne pomeni, da so vsa vlaganja neupravičena. Nekateri ukrepi so lahko nujni (premena drevesne sestave oziroma uravnavanje zmesi, pospeševanje pestrosti drevesnih vrst,...) in tudi (širše gledano) ekonomsko upravičeni.

– Z vidika narodnega gospodarstva so lahko optimalne dolžine proizvodnih dob drugačne. Npr. najvišjo dodano vrednost v celotni verigi lastnik gozda – kupec končnega izdelka iz lesa dosega praviloma najkakovostnejši sortimenti (furnir). Če bi poznali te “uteži”, bi se optimalna dolžina proizvodne dobe verjetno premaknila bliže trenutku, ko je produkcija furnirja največja.

Prikazani izračuni vrednostnega priraščanja so napravljeni z vidika dolgoročnega lastnika gozda, iz katerega lahko trži le les.

## 7 SUMMARY

The aim of this study is to establish the quality of beech roundwood in relation to site conditions; furthermore, to establish red heartwood formation with regard to tree traits and site characteristics and finally, to establish the value increment of beech stands.

In the analysis 5,058 beech trees on 27 locations and on 13 site units were included. Most of the stands were unmanaged and single-storied, only few of them were thinned or managed as a selection forest. This relatively large sample was stratified with regard to site productivity (4 site quality classes) and bedrock type (dolomite, limestone, silicate); beside this we distinguished the thinned and unthinned stands and the selection forest. For the trees the net volume by timber quality classes according to the standard for beech logs (JUS 1979) was ascertained. Furthermore, on the cross-sections the extent of red heartwood was measured. On the basis of buying prices fco. forest road the values of individual trees by six scenarios were established. By subtracting the harvest costs (cost of felling and skidding) of three different scenarios from tree values fco. forest road the stumpage values of the trees were obtained. The purpose of these scenarios is to simulate the conditions of »expensive« or »inexpensive« society. For the majority of trees the age was ascertained as well.

With regard to trees with diameter of the butt log above sliced veneer dimension threshold we established that 42 % of them did not reach but log quality in the class of sliced veneer, which was due

to red heartwood extent. Almost 50 % of all »thick enough« trees had no veneer logs due to other defects than red heartwood (mostly due to knots), which is a consequence of lack of tending.

The probability of heart formation is lower on more productive sites, in trees with larger diameter increment in the mature phase, in trees with longer crowns of normal size. Moreover, the probability of heart formation also decreases with the height of the cross-section. By contrast, wider average tree-rings (the cells are ageing faster) contribute to the increased probability of heart formation, this probability also being higher on more productive sites on limestone in comparison to more productive sites on silicate. Older, thicker trees have a higher probability as well. Furthermore, older trees on more productive sites enlarge the probability of heart formation. Trees from the fourth social class have a higher probability in comparison to trees of the fifth social class. The latter have a relatively large, long crown and are usually of lower age, while trees of the fourth class have already lagged behind in the competition.

If our goal is a maximum possible production of sliced veneer timber, then trees of the highest quality should be felled in the 10<sup>th</sup> diameter subclass; slightly later on very productive sites and sooner on less productive sites, in thinned stands not later than in the 11<sup>th</sup> subclass. In the case of limestone bedrock this occurs around the age of 100 years, while on silicate and dolomite bedrock approximately 20 years later (depending on site quality).

In unthinned, single-storied stands the share of sliced veneer timber is substantially lower at dbhs above 60 cm. The share of sliced veneer timber is usually higher on more productive sites.

Using thinnings the share of sliced veneer timber and the share of 1. and 2. class sawlogs can be increased, while the share of peeled veneer will be lower. The share of industrial or fuel wood is higher in unthinned stands in comparison with thinned stands of all dimensions.

The possibilities of sliced veneer production are negligible in selection forests. Moreover, the share of peeled veneer timber in such stands is also lower than in single-storied stands. From the point of view of production of highest quality timber the selection system turned out as inappropriate in the case of beech.

Mean value stand increment culminates faster on more productive sites. The culmination occurs sooner on limestone than on silicate or dolomite bedrock. The course of culmination is very flattened

on sites of low productivity, which is advantageous due to the wide time range available to start with stand regeneration (the lag of a few decades in regenerating stands causes very small losses of value increment). By contrast, on the more productive sites on limestone, especially in thinned stands, the value increments decrease rather quickly with the production period postponed, while on the silicate or dolomite bedrock of the same productivity the value increment decreases slower compared to the limestone.

Different price scenarios of assortment classes (ratio sliced veneer: peeled veneer, higher prices for fuel wood) and different harvest costs scenarios have a rather weak influence on the optimal production period. In the case of higher »popularity of red beechwood« only minor extensions of production periods on only few sites are reasonable. But different prices and harvest costs certainly influence the height of mean value stand increment. To conclude, moderate varying of prices or costs does not influence the optimal time for stand regeneration importantly. Higher prices of timber and lower harvest costs mostly shorten the production period, while lower prices extend it. Higher harvest costs have no one-way effect on the culmination time of the mean value stand increment.

It seems that the value culmination course is most strongly influenced by the age of stands. As long as the trees grow fast, the value increments are high as well, although their quality is not the highest. When the growth slows down, the value increments decrease as well. The highest value increments are achieved by relatively young, thick, but not the thickest trees.

The results of this study are valid in conditions of classic (manual) felling with motor saw and tractor skidding and taking into consideration the described price and harvest costs scenarios. This study is mainly limited to single-storied stands of beech which were not tended, which were even unmanaged during the greater part of their lifetime. For selection forests only part of the analyses were carried out.

The results or conclusions of this research are valid only for those forests where timber or wood production is not importantly restricted by the other »non-wood« roles.

Regarding the interpretation of the figures considerable cautiousness is required. More important than the figures are rules or principles and trends. It is on this basis that conclusions should be made.

## 8 VIRI

## 8 REFERENCES

- ASSMANN, E., 1961. Waldertragskunde. München, BLV Verlagsgesellschaft, 490 s.
- BOVHA, J., 2005. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Castaneo-Fagetum* na Kozjanskem. Diplomsko delo-Univerzitetni študij, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 146 s.
- BOSSHARD, H. H., 1984. Holzkunde. Band 2, 2. überarbeitete Auflage, Birkhäuser, Basel, 312 s.
- DIACI, J., PERUŠEK, M., 2004. Možnosti ohranjanja starega in odmrlega drevja pri gospodarjenju z gozdovi. V: Brus, R. (ur.). Staro in debelo drevje v gozdu. XXII. gozdarski študijski dnevi, Zbornik referatov, Marec 2004, UL, BF, Ljubljana, s. 227-240
- GOLOB, A., 2006. Izhodišča za monitoring ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov in habitatov vrst na območjih Natura 2000 v Sloveniji. V: Hladnik, D. (ur.). Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino. Studia Forestalia Slovenica, 127, s. 223-246
- HALAJ, J., et al., 1987. Rastové tabulky hlavných drevin ČSSR. Priroda, Bratislava, 361 s.
- HÖWECKE, B., 1998. Untersuchungen zum Farbkern der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Baden-Württemberg. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 149, 12, s. 971-990
- JUS D. B4. 020-029: 1979. Standard za bukove hlode.
- KADUNC, A., 2003. Vloga gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus* L.) v gozdnih ekosistemih. Disertacija, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 196 s.
- KADUNC, A., 2004. Neobjavljeno gradivo za Gozdnogospodarski načrt za GGE Brezova reber (2005-2014), Zavod za gozdove Slovenije, OE Novo mesto
- KADUNC, A., 2005. Gozdnogospodarski načrt za GGE Brezova reber (2005-2014), Zavod za gozdove Slovenije, Novo mesto, 102 s.
- KADUNC, A., 2006. Kakovost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. Študija, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, 37 s.
- KADUNC, A., KOTAR, M., 2005. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje visokokakovostnih bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 78, s. 69-96
- KLEINBAUM, D. G., KLEIN, M., 2002. Logistic Regression (A Self-Learning Text). Second Edition, Springer, 513 s.
- KNOKE, T., 2002. Value of Complete Information on Red Heartwood Formation in Beech (*Fagus sylvatica*). Silva Fennica, 36(4), s. 841-851
- KNOKE, T., 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). Ecological Modelling, 169, s. 295-312
- KOPUŠAR, K., VIDOVIČ, J., 2001. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov v Halozah. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 84 s.
- KOTAR, M., 1970. Določanje vrednosti in vrednostnega prirastka sestoja. Gozdarski vestnik, 28, 4, s. 202-208
- KOTAR, M., 1991. Zgradba bukovih sestojev v njihovi optimalni razvojni fazi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 38, s. 15-40
- KOTAR, M., 1993. Pridelovanje visokokakovostnega lesa in sonaravno gojenje gozdov na primeru bukve v prebiralnem jelovo-bukovem gozdu. Gozdarski vestnik, 51, 9, s. 370-383
- KOTAR, M., 1994a. Proizvodna sposobnost gozdnih rastišč, ki jih poraščajo smrekovi in bukovi gozdovi ter njihova proizvodna zmogljivost v optimalni razvojni fazi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44, s. 125-148
- KOTAR, M., 1994b. Vpliv nekaterih rastiščnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdečega srca pri bukvi. Gozdarski vestnik, 52, 9, s. 346-365
- KOTAR, M., 1997. Donos gozda v povezavi z nego gozda. Ali moramo načela nege gozda spremeniti? Gozdarski vestnik, 55, 3, s. 130-163
- KOTAR, M., LEVANIČ, T., 2003. Donosne tablice. V: Kotar, M. (ur.). Gozdarski priručnik, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, Ljubljana, s. 105-320
- KOVAČ, A., 1999. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov asociacije *Hacquetio-Fagetum* v območju Turja in Gor. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 80 s.
- KRPAN, A., 2003. Bukovi šumski proizvodi i tehnologije pridobivanja lesa iz bukovih sastojina. V: Obična bukva u Hrvatskoj (Ur. Matić S., Ljuljka B.), Hrvatske šume, Zagreb, s. 625-640
- LEIBUNDGUT, H., 1966. Die Waldpflege. Bern, Verlag Haupt, s. 192.
- MALOVRH, Š., WINKLER, I., 2006. Stroški gozdnega dela. Gozdarski vestnik, 64, 2, s. 105-114
- MURŠIČ, B., 2005. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Vicio oroboidi-Fagetum* in njihova zgradba v Prekmurju. Diplomaska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 56 s.

- OMAHEN, R., 1998. Vrednostni prirastek sestoja in njegov pomen v gojenju gozdov. Višješolska diplomska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 44 s.
- PENTTINEN, M. J., 2006. Impact of stochastic price and growth processes on optimal rotation age. *European Journal of Forest Research*, 125, s. 335-343
- PETRÁŠ, R., NOCIAR, V., 1991. Sortimentačné tabulky hlavných drevín. Slovenská akadémia vied, Bratislava, 304 s.
- PRETZSCH, H., 2002. Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Parey Buchverlag, Berlin – Wien, 414 s.
- REBULA, E., KOTAR, M., 2004. Stroški sečnje in spravila bukovih dreves ter vrednost bukovine na panju. *Gozdarski vestnik*, 62, 4, s. 187-200
- SACHSSE, H., 1991. Kerntypen der Buche. *Forstarchiv*, 6, s. 238-242
- ŠMAJDEK, K., 2001. Vpliv rdečega srca pri bukvi v fitocenozah asociacij *Lamio orvalae-Fagetum* in *Cardamini savensi-Fagetum* na kvaliteto lesa. Višješolska diplomska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 66 s.
- ŠTEFANČIČ, A., 1998. Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. *Šumarski list*, 7-8, s. 329-337
- TEUFFEL, v. K., 1999. Consequences of Increased Tree Growth on Forest Management Planning and Silviculture. V: Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe (Karjalainen T., Spiecker H., Laroussinie Olivier (eds.)), *EFI Proceedings*, 27, s. 229-236
- ZUPANIČ, B., 2001. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Castaneo-Fagetum* in *Vicio oroboidi-Fagetum* v Pesniški dolini. Diplomska naloga, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, 74 s.

## 9 ZAHVALA

## 9 ACKNOWLEDGMENT

V prvi vrsti sem hvaležen Gospodarskemu interesnemu združenju gozdarstva, da so mi zaupali izdelavo študije o kakovosti bukovega lesa pri nas.

Te naloge zagotovo ne bi bil zmožen opraviti brez predhodno opravljenega raziskovalnega dela izjemnega obsega pod vodstvom prof. dr. Marijana Kotarja s številnimi sodelavci. Poleg podatkov sem bil s strani prof. Kotarja deležen še številnih nasvetov, izkušenj, pomislekov in pogledov, torej neprecenljivih mehkih informacij.

Na tej podlagi se zahvaljujem prof. dr. Marijanu Kotarju in vsem, ki so s svojim raziskovalnim delom pripomogli k boljšemu poznavanju bukve in h kakovosti te študije.

Prav tako sem za dragocena posredovana spoznanja in izkušnje v povezavi z ekološkimi in ekonomskimi karakteristikami bukve hvaležen odličnim dolenskim gozdarjem, nekaterim že upokojenim in številnim še zaposlenim pri ZGS OE Novo mesto in GG Novo mesto.



## Kakovost in vrednost okroglega lesa plemenitih listavcev

### *The quality and value of valuable broadleaves roundwood*

Aleš KADUNC<sup>1</sup>

#### **Izvleček:**

Kadunc, A.: Kakovost in vrednost okroglega lesa plemenitih listavcev. *Gozdarski vestnik*, 64/2006, št. 9. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 32. Prevod v angleščino: avtor. Lektura angleškega besedila: Jana Oštir.

V prispevku želimo ugotoviti povezave med debelino, starostjo in kakovostjo oziroma vrednostjo lesa nekaterih naših drevesnih vrst, ki jih uvrščamo v skupino plemenitih listavcev. V raziskavo smo zajeli gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), divjo češnjo (*Prunus avium* L.) in črno jelšo (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Pri vseh analiziranih osebkih smo izvedli debelne analize, na celih sortimentov smo izmerili obseg diskoloriranega lesa oziroma trohnobe. Vse kose debeljadi smo uvrstili v kakovostne razrede. Analize smo izvedli na različnih rastiščnih enotah, zlasti na tistih, ki so z vidika obravnavanih vrst najpomembnejše. S pomočjo logistične regresije smo ugotavljali vpliv starosti, prsnega premera in drugih znakov drevesa oziroma karakteristik rastišča na pojav diskoloracije ali trohnobe v deblu. Na podlagi ugotovljenih starosti in vrednosti dreves smo po drevesnih vrstah iskali kulminacijo vrednostnega prirastka drevesa.

**Ključne besede:** plemeniti listavci, diskoloriran les, trohnoba, vrednostni prirastek

#### **Abstract:**

Kadunc, A.: The quality and value of valuable broadleaves roundwood. *Gozdarski vestnik*, Vol. 64/2006, No. 9. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 32. Translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir.

The aim of the contribution is to establish the relationships between age, thickness and wood quality or value of some tree species usually defined as valuable broadleaved tree species. Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), wild cherry (*Prunus avium* L.) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) were included in the research. Stem analyses were carried out for all analysed trees and on all log fronts the extent of discoloured wood or rot was measured. Moreover, all parts of usable timber were classified into timber quality classes. Analyses were carried out on different site units, mainly on those, where the analysed tree species play a more important role. Using logistic regression the influence of age, dbh and other tree traits or site characteristics on discoloured wood and rot was established. On the basis of tree age and its timber value the culmination of tree value increment was ascertained.

**Key words:** valuable broadleaves, discoloured wood, rot, value increment

## 1 UVOD

### 1 INTRODUCTION

V skupino plemenitih listavcev različne dežele uvrščajo različne drevesne vrste (Thies in Hein 2000). Praktično vselej se v skupini nahajajo gorski javor, veliki jesen, divja češnja ter ostrolistni javor. Zelo pogosto strokovnjaki uvrščajo v skupino tudi lipo, lipovec, gorski brest, navadni oreh, črno jelšo, različne vrste rodu *Sorbus* in celo breze, pravi kostanj in robinijo. Vrstam iz skupine plemenitih listavcev je skupno to, da gre večinoma za manjšinske drevesne vrste z lesom posebnih estetskih ali tehničnih lastnosti.

Pomen manjšinskih drevesnih vrst, posebno plemenitih listavcev, se je v zadnjih desetletjih povečeval,

tako v srednji Evropi (Thies in Hein 2000) kot tudi pri nas (npr. Kotar 1995). Povečanje zanimanja gre pripisati naraščajoči ozaveščenosti glede pomena biotske pestrosti in visokim cenam lesa večine vrst plemenitih listavcev v primerjavi z dominantnimi vrstami, kot sta denimo smreka in bukev pri nas (npr. Thoroe in Ollmann 2001).

Predvidevamo lahko, da se bo s povečevanjem zahtev po ekoloških in socialnih vlogah gozdom pomen plemenitih listavcev še nadalje povečeval. Prav tako trendi na trgu gozdno-lesnih sortimentov kažejo

<sup>1</sup> dr. A. K., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO, ales.kadunc@bf.uni-lj.si

na še nadaljnje povečevanje razlik med vrhunsko, solidno in podpovprečno kakovostjo lesa. Tudi to bo prispevalo k večji vlogi plemenitih listavcev, saj se pri teh drevesnih vrstah lahko dosega izredna kakovost, ki je in bo dobro plačana.

Iz tega sledi, da bo potrebno naše poznavanje o obravnavani skupini drevesnih vrst vztrajno izboljševati in dopolnjevati. V okviru klasičnega gospodarjenja z gozdovi bo potrebno intenzivirati proučevanje značilnosti razmnoževanja oziroma genetskih značilnosti, ekoloških potreb, rastno-prirastoslovnih zakonitosti in gojitvenih lastnosti ter karakteristik lesa. Z vidika ekosistemskega upravljanja z gozdnimi ekosistemi pa postaja neobhodno spoznati celostno vlogo teh drevesnih vrst v ekosistemih (npr. možnosti zadovoljevanja potreb po habitatih pri dani drevesni vrsti, vloga pri kroženju hranil). Vse bolj prihaja v ospredje potreba po znanju, kako hkrati pridelovati visokokakovosten les in pri tem ne ogroziti genofonda manjšinskih drevesnih vrst ter celo krepiti zadovoljevanje po ekoloških in socialnih vlogah gozdosv strani ustrezne kvantitativne in kvalitativne prisotnosti plemenitih listavcev v gozdnih sestojih.

V okviru pričujoče študije želimo ugotoviti povezave med debelino, starostjo in kakovostjo oziroma vrednostjo lesa nekaterih naših drevesnih vrst, ki jih uvrščamo v skupino plemenitih listavcev. V raziskavo smo zajeli gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.),

ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), divjo češnjo (*Prunus avium* L.) in črno jelšo (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

## 2 OBMOČJE RAZISKAVE

### 2 RESEARCH AREA

Raziskava kakovosti in vrednosti okroglega lesa štirih vrst plemenitih listavcev (gorski javor, ostrolistni javor, veliki jesen, divja češnja) je potekala praktično po vsej Sloveniji. Povezave med trohno, starostjo in premerom panjev pri črni jelši pa smo analizirali le v Prekmurju. Z ozirom na veliko število lokacij prikazujemo število analiziranih dreves po rastiščnih enotah (Preglednica 1).

V primeru črne jelše prva številka predstavlja število analiziranih panjev, druga številka pa število analiziranih prvih hlodov. Pri vseh drugih vrstah številke pomenijo število analiziranih dreves.

Vzorec analiziranih dreves opisujemo z osnovnimi podatki o prsnih premerih, višinah in starostih (Preglednica 2).

Ugotavljamo, da smo pri drevesnih vrstah zajeli zrelo drevje. Pri prsnih premerih med vrstami ni večjih razlik, nekoliko navzgor izstopa veliki jesen. Pri višinah prednjačita veliki jesen in divja češnja, vzorec teh vrst je tudi nekoliko mlajši. To je posledica tega, da smo precejšen del njunega

**Preglednica 1:** Osnovni podatki o vzorcu analiziranih dreves po drevesnih vrstah in rastiščnih enotah

Rastiščna enota	Gorski javor	Ostrolistni javor	Veliki jesen	Divja češnja	Črna jelša
<i>Carici-Alnetum</i>					441+84
<i>Quercu-Carpinetum s.lat.</i>			15	24	
<i>Aceri-Fraxinetum ill.</i>	42	11	19		
<i>Ulmo-Aceretum</i>	22	16	15		
<i>Aceretum pseudoplatani s. lat.</i>	16				
<i>Hedero-Fagetum</i>		13	55	52	
<i>Hacquetio-Fagetum</i>	45	5	1	12	
<i>Lamio orvalae-Fagetum</i>	85	57	36	14	
<i>Arunco-Fagetum</i>		6			
<i>Vicio oroboidi-Fagetum</i>		1			
<i>Castaneo-Fagetum</i>			6	6	
<i>Luzulo-Fagetum</i>	6		5		
<i>Blechno-Fagetum</i>			5		
<i>Omphalodo-Fagetum</i>	128	29			
<i>Homogyno sylvestris-Fagetum</i>	4				
<i>Cardamini savensi-Fagetum</i>	3	12	3		
<i>Dryopterido-Abietetum</i>			7		
<b>Skupaj</b>	<b>351</b>	<b>150</b>	<b>167</b>	<b>108</b>	<b>525</b>

Preglednica 2: Osnovni podatki o analiziranih drevesih

Parameter		Gorski javor	Ostrolistni javor	Veliki jesen	Divja češnja
Prsni premer (cm)	ar. sredina	43,9	44,5	47,4	44,0
	st. odklon	8,8611	9,8971	9,4769	8,1496
Višina (m)	ar. sredina	28,19	28,54	31,10	29,97
	st. odklon	4,1289	3,6103	4,0675	4,1875
Starost (leta)	ar. sredina	117,6	112,9	84,5	74,9
	st. odklon	31,7903	35,7174	26,3635	9,4703
Neto volumen (m <sup>3</sup> )	vsota	650,72	320,99	447,78	265,88

vzorca zajeli v kolinskem pasu na zelo produktivnih rastiščih.

Starost analiziranih sestojev črne jelše se je gibala med 55 in 74 let s povprečjem pri 67,7 letih. Razpon izmerjenih premerov panjev je od 22 do 93 cm s povprečjem 51,0 cm. Povprečen srednji premer analiziranih hlodov črne jelše znaša 31,6 cm.

Vzorke dreves gorskega javorja, ostrolistnega javorja, velikega jesena in divje češnje smo za potrebe nekaterih analiz stratificirali glede na produktivnost rastišč. Pri gorskem javorju smo tako oblikovali dve skupini, v prvi so drevesa, ki so dosegla pri starosti 100 let manj kot 26 m višine in v drugi tista, ki so to višino pri stotih letih preseglja. Pri ostrolistnem javorju smo za mejnik med dvema stratumoma postavili višino 21 m pri starosti 70 let, pri jesenu višino 28 m prav tako pri starosti 70 let in pri češnji višino 25 m pri starosti 50 let. Kriterije smo postavili tako, da so podvzorci še dovolj veliki za statistične obdelave, hkrati pa skupine prispevajo k večji preglednosti in uporabnosti rezultatov.

### 3 METODE DE LA 3 METHODS

Za vsa drevesa gorskega javorja, ostrolistnega javorja, velikega jesena in divje češnje se je ugotovilo natančen sortimentni sestav dreves po poseku (glede na standard JUS 1979 za bukove hlode; pri vseh vrstah smo izpustili sortiment hlodi za žago III. razreda, pri jesenu in češnji pa tudi luščenec). Prav tako se

je izmerilo na vseh čelih obseg rjavega srca. Pri vseh drevesih se je napravilo debelne analize.

Pri črni jelši se je izmerilo le premere panjev, premere trohnohe na istih panjih, na manjšem podvzorcu panjev se je ugotovilo starost sestojev, v katerih se je izvedlo analize. Na enem sečišču se je izmerilo tudi premere obeh čel pri 84 prvih (spodnjih) hlodih in na istih čelih tudi premere trohnohe.

Pri izračunu vrednosti lesa (na kamionski cesti) smo neto volumen posameznih sortimentov pomnožili z odkupnimi cenami teh sortimentov fco. kamionska cesta. Uporabili smo povprečja 5-10 cenikov, odvisno od drevesne vrste (Preglednica 3). Kljub temu, da nekateri kupci ostrolistnega javorja ne jemljejo, ga ostali plačujejo po istih cenah kot gorski javor. Posebnih cen za ostrolistni javor ni izoblikovanih.

Za izračun vrednosti dreves na panju smo potrebovali še stroške pridobivanja lesa. Pri stroških pridobivanja lesa smo predpostavili, da so zelo podobni kot pri bukvi. Upoštevali smo podoben način izračuna stroškov kot ga predlagata Rebula in Kotar (2004). Le urna postavka sekača/traktorista je korigirana na vrednost za leto 2005 (3915,1 SIT/h), ki sta jo ugotovila Malovrh in Winkler (2006). Rebula in Kotar (2004) sta predpostavila razdaljo zbiranja 20 m in srednje ugodne pogoje dela ter razdaljo vlačjenja 400 m pri kategoriji ravno. Materialne stroške za motorno žago in traktor sta povzela po kalkulacijah Združenja gozdarstva pri Gospodarski zbornici Slovenije. Mi smo tudi materialne stroške revalorizirali na leto 2005. Všteti so tudi stroški vzdrževanja gozdnih vlak (ibid.).

Preglednica 3: Odkupne cene fco. kamionska cesta (€/m<sup>3</sup>)

Kakovostni razred	Gorski javor	Ostrolistni javor	Veliki jesen	Divja češnja
Furnir	333,8	333,8	146,1	313,0
Luščenec	146,1	146,1	–	–
Hlodi za žago 1. razreda	116,8	116,8	62,6	116,8
Hlodi za žago 2. razreda	70,9	70,9	41,7	66,8
Drva (prostorninski les)	39,6	39,6	35,5	35,5

Poleg ugotavljanja kakovosti oziroma vrednosti dreves, se je za vsako drevo določilo socialni razred po Kraftovi petstopenjski lestvici (razred 1 označuje nadvladajoče drevje, razred 2 vladajoče, razred 3 sovladajoče, razred 4 obvladano drevje in razred 5 podstojno drevje) in velikost krošnje po Assmannovi (1961) lestvici:

1. krošnja je prevelika
2. krošnja je normalno velika in simetrična
3. krošnja je normalno velika vendar asimetrična
4. krošnja je majhna
5. krošnja je izredno majhna

Poleg tega se je za vse drevje ugotovilo prsni premer (v nadaljevanju: dbh), višino, starost in povprečno širino branike (0,5-prsni premer/starost; v nadaljevanju  $I_d$ ), debelinski in višinski prirastek zadnjih 20 let (v nadaljevanju  $DI_{20}$  in  $HI_{20}$ , pri češnji zaradi nizkih starosti za zadnjih 10 let). Pri vseh drevesih pa se je izmerilo obseg rjavega srca oziroma trohnobe (češnja) na prerezih debel (na 1 cm natančno). Prav tako se je izmerilo višino pričetka krošnje (delež krošnje smo izračunali tako, da smo razliko med višino drevesa in višino pričetka krošnje podelili z višino drevesa). V tej študiji je v ospredju pojav srca/trohnobe na koncu prvega hloda. Pojav diskoloracije ali trohnobe na tem mestu pomeni namreč največje razvrednotenje debla, saj znižuje vrednost tako prvemu kot tudi drugemu hlotu. Poleg tega je pojav na višini (dolžini), kjer ponavadi skrojimo prvi hlot tudi najverjetnejši oziroma največji (npr. Kadunc 2005, Kadunc 2006). Višino prereza v nadaljevanju označujemo s  $h$ . Za vsako drevo se je zabeležilo tudi ali ima en vrh oziroma je večvrhato.

Za analizo odvisnosti pojava srca smo uporabili binarno logistično regresijo, kjer odvisna spremenljivka (npr. pojav srca na določenem čelu oziroma pojav srca nad kritično mejo za furnir na določenem prerezu) zavzema vrednosti 1 (pojav je) in 0 (pojava ni). Logistična regresija je preprosta in robustna. Procedura izpelje parametre ( $b_1 - b_j$ ) linearne funkcije. S pomočjo te funkcije se ugotovi »logit vrednosti« za drevo s specifično kombinacijo karakteristik drevesa in rastišča ( $X_1 - X_j$ ):

$$\text{Logit } P(Y = 1) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_j X_j \quad (1)$$

$P(Y = 1)$  je napovedana verjetnost pojava (srca),  $b_1 - b_j$  so parametri funkcije,  $X_1 - X_j$  so neodvisne spremenljivke. Eksponentna transformacija vsakega od teh parametrov ( $b_1 - b_j$ ) predstavlja razmerje obetov za izid  $Y = 1$ , ko se neodvisne spremenljivke

povečajo za eno enoto (Kleinbaum in Klein 2002). Da se model po vključevanju nadaljnjih neodvisnih spremenljivk izboljšuje, nakazuje zniževanje vrednosti  $-2\log\text{-likelihood}$ . To znižanje kaže na vpliv novo vključene spremenljivke. V statističnem postopku smo odstranili tudi osamelce. Uporabili smo metodo Backward Conditional z Likelihood Ratio preizkusom. Kar zadeva multikolinearnost, smo v regresijske modele vključili le tiste kombinacije spremenljivk, katerih toleranca je presegala vrednost 0,2 oziroma katerih condition index je bil pod 30.

Omeniti velja, da smo potrdili pretesno povezanost med povprečno širino branike in prsnim premerom oziroma  $DI_{20}$ . S pomočjo regresijske analize smo odstranili vpliv prsnega premera na povprečno širino branike in shranili »ostanke« (residualne). V nadaljevanju smo operirali s to »prečiščeno« spremenljivko in jo označili  $I_d - \text{res}$ .

S pomočjo logistične regresije smo ugotovili verjetnost pojava srca iznad tolerančne vrednosti za furnir pri prvem hlotu drevesa glede na prsni premer ali starost. Zanimalo nas je, kolikšna je verjetnost po debelinskih stopnjah oziroma starostnih razredih, da ima drevo obseg srca pod mejo za furnirsko kakovost. Na podlagi tega pa smo ugotovili tudi verjetnost pojava srca iznad tolerančne meje za naslednjih 10 let. Za vsako debelinsko stopnjo smo po stratumih preračunali debelinski prirastek za 10 let. Ta debelinski prirastek smo prišteli dani debelinski stopnji in dobili neko novo vrednost debeline. Za to vrednost smo iz verjetnostne krivulje odčitali verjetnost pojava srca. Od te verjetnosti smo odšteli verjetnost pojava srca pri »izvorni« debelinski stopnji. To razliko smo delili z verjetnostjo, da ima drevo pri »izvorni« debelinski stopnji obseg srca še pod toleranco. Tako smo prišli do verjetnosti, koliko od še »furnirskih« (»belih«) dreves bo v naslednjih 10 letih prešlo med »rjava« drevesa, torej kolikšna je verjetnost, da v desetih letih dobimo pri prvem hlotu luščenc (ali še slabši sortiment), če je prej še bil furnir.

Povprečni starostni vrednostni prirastek drevesa smo izračunali tako, da smo od vrednosti njegovega lesa na kamionski cesti odšteli stroške pridobivanja in to razliko (vrednost lesa na panju) delili z njegovo starostjo. Odvisnost povprečnega starostnega prirastka drevesa od starosti smo preizkušali z regresijsko analizo po stratumih dreves. V okviru te analize smo poiskali najustreznejšo funkcijo. Na podlagi te smo poiskali čas kulminacije, če je do le-te prišlo v analiziranem časovnem intervalu. S pomočjo starosti v času kulminacije smo določili

tudi ciljni premer, saj imamo na razpolago krivulje debelinske rasti.

Vse statistične analize smo izvedli v programu SPSS 13.0 for Windows. Znak \* označuje interakcije med spremenljivkami. Kot oznako statistične značilnosti označuje ena zvezdica stopnjo tveganja manjšo od 5 %, dve zvezdici stopnjo tveganja manjšo od 1 % in tri zvezdice stopnjo tveganja manjšo kot 1 promil.

## 4 REZULTATI

### 4 RESULTS

#### 4.1 Vpliv značilnosti dreves in rastišč na pojav diskoloriranega lesa oziroma trohnobe

S pomočjo logistične regresije smo preizkusili, katere značilnosti dreves in rastišč vplivajo na pojav diskoloriranega lesa ali trohnobe na koncu prvega hloda (Preglednica 4). Kot neodvisne spremenljivke pa smo preizkusili: prsni premer (dbh), starost,  $DI_{20}$ ,  $HI_{20}$ , povprečno braniko ( $I_d - res$ ), delež krošnje, velikost krošnje,  $SI_{100}/SI_{70}/SI_{50}$ , višino prereza (h),  $h^2$  (v primeru, če bi srce potekalo vzdolžno v deblu v obliki parabole 2. stopnje), večvrhatost in vlažnost/bazičnost rastišča (aceretalna rastišča dobijo vrednost 1,

ostala rastišča vrednost 0). Poleg 12 osnovnih spremenljivk smo preizkusili še 4 interakcije: starost \* dbh, delež krošnje \* velikost krošnje, večvrhatost \* starost in vlažnost/bazičnost \*  $SI_{100}$ . Za veliki jesen te analize nismo izvedli, saj le pri šestih drevesih še ni prišlo do pojava rjavega srca. Ta drevesa so bila tanjša od 50 cm in mlajša od 65 let. Kljub temu se je pri nekaterih še mlajših oziroma tanjših drevesih srce že pojavilo.

Če je vrednost  $\text{Exp}(\beta)$  večja od 1, pomeni da spremenljivka povečuje pojav srca oziroma trohnobe, in obratno vrednost pod 1 pomeni, da spremenljivka zmanjšuje verjetnost pojava.

Kot vidimo smo potrdili vpliv sorazmerno majhnega števila spremenljivk na pojav diskoloracije. Pri gorskem javorju verjetnost pojava srca povečuje večja povprečna širina branike (hitreje staranje celic, hitreje pride do večje površine sušine), višja starost in relativno daljše krošnje. Te so pogosteje večvrhate in imajo pogosteje debele veje, grče oziroma bule, kar vse povečuje možnost vdora kisika v deblo. Verjetnost srca pri gorskem javorju pa zmanjšuje višji debelinski prirastek v zrelem obdobju. Pri ostrolistnem javorju se verjetnost povečuje s povprečno širino branike in z istočasnim naraščanjem starosti in prsnega premera. Zgolj naraščanje prsnega premera pomeni manjšo verjetnost pojava srca. Presenetljivo,

**Preglednica 4:** Vpliv značilnosti drevja in rastišč na pojav diskoloriranega lesa oz. trohnobe na koncu prvega hloda (vrednosti so  $\text{Exp}(\beta)$ )

Spremenljivka	Gorski javor	Ostrolistni javor	Divja češnja
Prsni premer	a	0,063**	a
Starost	1,025***	a	a
Rel. dolžina krošnje	5,884*	a	a
Velikost krošnje (širina)	a	a	a
Večvrhatost	a	a	a
$DI_{20}$ ( $DI_{10}$ )	0,914*	a	1,430**
$HI_{20}$ ( $HI_{10}$ )	a	a	0,494*
$I_d - res$	1,24 · 10 <sup>7</sup> ***	3,28 · 10 <sup>90</sup> **	a
Višina prereza	a	a	a
Višina prereza <sup>2</sup>	a	a	a
$SI_{100} / SI_{70} / SI_{50}$	a	a	a
Vlažnost/bazičnost rastišča	a	b	b
Prsni premer*starost	a	1,021**	a
Večvrhatost*starost	a	a	a
Rel. dolž. krošnje*velikost krošnje	a	a	a
Vlažnost/bazičnost* $SI_{100}$	a	b	b

a vpliva spremenljivke na pojav nismo potrdili

b spremenljivke za dano drevesno vrsto nismo preizkusili

**Preglednica 5:** Vpliv značilnosti drevja in rastišč na obseg diskoloriranega lesa oz. trohnobe na koncu prvega hloda (vrednosti so regresijski koeficienti b)

Drevesna vrsta	Odvisna spr.	Značilna enačba	R <sup>2</sup>
Gorski javor	premer (cm)	$-6,294 + 0,053\text{starost} - 0,699h + 1,719\text{večvrhatost} + 0,164\text{dbh} + 1,622\text{velikost krošnje (majhne krošnje)}$	0,249
	rel. prem (%)	$-2,353 + 0,160\text{starost} - 1,296h + 4,344\text{večvrhatost}$	0,163
Ostrolistni javor	premer (cm)	$-12,212 + 0,093\text{starost} + 0,260\text{dbh} - 0,563\text{DI}_{20}$	0,547
	rel. prem (%)	$0,050 + 0,003\text{starost} - 0,013\text{DI}_{20} - 0,165\text{rel. dolžina krošnje}$	0,410
Veliki jesen	premer (cm)	$-12,568 + 0,806\text{dbh} - 0,544\text{DI}_{20} - 1,250h + 0,071\text{starost} + 2,639\text{večvrhatost}$	0,583
	rel. prem (%)	$17,686 + 0,185\text{starost} + 0,873\text{dbh} - 1,503\text{DI}_{20} - 2,148h + 5,593\text{večvrhatost}$	0,371
Divja češnja	premer (cm)	$-3,242 + 0,223\text{dbh}$	0,033
	rel. prem (%)	nobena spremenljivka ni značilno vplivala	-

višji debelinski prirastek v zrelem obdobju pri divji češnji povečuje verjetnost trohnobe (ali nakazuje velike krošnje, ki so v starosti že krhke in prihaja do pogostejših odlomov vej in razkolov krošnje?), verjetnost pa je zmanjšana pri večji višinski rasti v zrelem obdobju.

Ker je poleg samega pojava diskoloracije in trohnobe pomembna še velikost te napake, smo s pomočjo multiple regresije preizkušali vpliv različnih značilnosti drevja in rastišč na premer diskoloracije (trohnobe) oziroma na relativni premer (premer napake/premer čela) diskoloracije na koncu prvega hloda. Tu smo izvedli tudi analizo za veliki jesen (Preglednica 5). Kot neodvisne spremenljivke smo preizkusili isti nabor spremenljivk kot je v preglednici 4, le da smo interakcije izpustili.

Positivna vrednost regresijskega koeficienta (b) pomeni, da se z naraščanjem dane spremenljivke povečuje tudi obseg diskoloracije (trohnobe), in obratno, negativne vrednosti kažejo na zmanjšanje obsega

napake pri naraščanju (neodvisne) dane spremenljivke. Na večji obseg srca pri gorskem javorju pozitivno vplivajo starost, večvrhatost, prsni premer in majhnost krošnje. Obseg srca je manjši na večjih višinah prereza (daljši hlood). Pri ostrolistem javorju se obseg srca povečuje s starostjo in prsnim premerom, zmanjšuje se pa s večjim  $\text{DI}_{20}$  in relativno daljšimi krošnjami. Na večji obseg srca pri jesenu vplivajo prsni premer, starost in večvrhatost, na manjši pa višina prereza ter  $\text{DI}_{20}$ . Pri češnji smo potrdili le pozitiven vpliv prsnega premera na večji obseg trohnobe.

## 4.2 Možnosti doseganja furnirske kakovosti v spodnjem delu debla

V nadaljevanju nas je zanimalo, kakšne so možnosti doseganja furnirske hlo dovine z ozirom na pojav srca (trohnobe) pri kolektivu dreves v sestoji, ki je gojitveno najbolj pospeševan in od katerega največ pričakujemo. Analizo (logistična regresija, neodvisna

**Preglednica 6:** Delež »izbranih« dreves, katerih prvi hlood je glede obsega srca še pod furnirsko toleranco, po bonitetnih razredih glede na prsni premer (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

Dbh (cm)	Gorski javor		Ostrolistni javor		Veliki jesen		Veliki jesen		Divja češnja oba $\text{SI}_{50}$
	$\text{SI}_{100} < 26$	$\text{SI}_{100} > 26$	$\text{SI}_{70} < 21$	$\text{SI}_{70} > 21$	$\text{SI}_{70} < 28$	$\text{SI}_{70} > 28$	silikat	karbonat	
30	0,93	0,91	0,97	1,00	0,98	0,89	0,99	1,00	0,75
35	0,91	0,90	0,86	1,00	0,91	0,80	0,95	0,98	0,70
40	0,88	0,89	0,50	0,98	0,70	0,66	0,81	0,84	0,64
45	0,84	0,89	0,14	0,87	0,35	0,48	0,49	0,43	0,58
50	0,79	0,88	0,03	0,51	0,11	0,31	0,18	0,09	0,52
55	0,74	0,87	0,00	0,14	0,03	0,18	0,05	0,01	0,45
60	0,68	0,86	0,00	0,02	0,01	0,09	0,01	0,00	0,39
65	0,61	0,85	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,34
70	0,53	0,84	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,28

**Preglednica 7:** Verjetnost, da drevo, ki še ne presega furnirske omejitve rjavega srca (trohnobe), v naslednjem desetletju to vrednost preseže, po bonitetnih razredih glede na prsni premer (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

Dbh (cm)	Gorski javor		Ostrolistni javor		Veliki jesen		Veliki jesen		Divja češnja oba SI <sub>50</sub>
	SI <sub>100</sub> <26	SI <sub>100</sub> >26	SI <sub>70</sub> <21	SI <sub>70</sub> >21	SI <sub>70</sub> <28	SI <sub>70</sub> >28	silikat	karbonat	
30	0,02	0,01	0,08	0,00	0,13	0,16	0,08	0,05	0,07
35	0,02	0,01	0,31	0,02	0,38	0,26	0,26	0,27	0,08
40	0,03	0,01	0,62	0,13	0,66	0,38	0,57	0,70	0,09
45	0,04	0,01	0,74	0,47	0,81	0,48	0,78	0,90	0,11
50	0,05	0,01	0,76	0,77	0,85	0,56	0,85	0,93	0,12
55	0,06	0,01	0,76	0,86	0,86	0,60	0,87	0,94	0,13
60	0,07	0,01	0,76	0,87	0,87	0,62	0,87	0,94	0,15
65	0,09	0,01	0,76	0,87	0,87	0,63	0,87	0,94	0,16
70	0,10	0,01	0,76	0,87	0,87	0,64	0,87	0,94	0,17

spremenljivka je prsni premer; odvisna spremenljivka je pojav srca nad oziroma pod tolerančno mejo za furnir pri prvem hlodu) smo torej izvedli samo za nadvladajoče in vladajoče drevje (1. in 2. socialni razred), ki je imelo vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo (Preglednica 6).

Pri gorskem javorju upada delež »belih« dreves sorazmerno počasi, saj še pri prsnem premeru 55 cm velik delež dreves lahko izpolnjuje pogoje za furnirsko kakovost. Nasprotno je pri ostrolistnem javorju na slabših bonitetah po 40 cm premera le

še majhen delež »belih«, na boljših bonitetah pa delež »belih« močno upade po premeru 50-55 cm. Veliki jesen ima že pri premeru 45 cm majhen delež belih dreves, t. j. ko šele doseže dimenzijski prag za furnir. S češnjo je podobno kot pri jesenu, po 45 cm premera ima le polovica dreves glede na trohnobo lahko furnirsko kakovost spodnjega hloda.

Najboljše ukrepanje ni posek drevja, ki je najslabše, v tem primeru najbolj »rjavo«, tudi ne posek kateregakoli drevesa, ki je še belo, pač pa posek tistega še belega (prvi hlod) drevesa, ki bo v

**Preglednica 8:** Delež »izbranih« dreves, katerih prvi hlod je glede obsega srca še pod furnirsko toleranco, po bonitetnih razredih glede na starost (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

Starost	Gorski javor		Ostrolistni javor		Veliki jesen		Veliki jesen		Divja češnja oba SI <sub>50</sub>
	SI <sub>100</sub> <26	SI <sub>100</sub> >26	SI <sub>70</sub> <21	SI <sub>70</sub> >21	SI <sub>70</sub> <28	SI <sub>70</sub> >28	silikat	karbonat	
50	–	–	–	–	0,58	0,67	0,59	0,68	neznačilna
60	0,98	1,00	–	–	0,30	0,49	0,43	0,41	povezava
70	0,98	1,00	0,99	1,00	0,12	0,31	0,28	0,18	
80	0,97	1,00	0,97	0,99	0,04	0,17	0,17	0,07	
90	0,96	1,00	0,92	0,91	0,01	0,09	0,10	0,02	
100	0,95	1,00	0,77	0,44	0,00	0,04	0,05	0,01	
110	0,93	0,98	0,50	0,06	0,00	0,02	0,03	0,00	
120	0,91	0,95	0,24	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	
130	0,88	0,87	0,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
140	0,85	0,67	0,03	0,00	–	–	–	–	
150	0,80	0,39	0,01	0,00	–	–	–	–	
160	0,75	0,17	–	–	–	–	–	–	
170	0,69	0,06	–	–	–	–	–	–	
180	0,63	0,02	–	–	–	–	–	–	
190	0,56	0,01	–	–	–	–	–	–	
200	0,48	0,00	–	–	–	–	–	–	

**Preglednica 9:** Verjetnost, da drevo, ki še ne presega furnirske omejitve rjavega srca, v naslednjem desetletju to vrednost preseže, po bonitetnih razredih glede na starost (zajeto samo drevje 1. in 2. socialnega razreda, z vsaj normalno veliko, četudi asimetrično krošnjo)

Starost	Gorski javor		Ostrolistni javor		Veliki jesen		Veliki jesen		Divja češnja
	SI <sub>100</sub> <26	SI <sub>100</sub> >26	SI <sub>70</sub> <21	SI <sub>70</sub> >21	SI <sub>70</sub> <28	SI <sub>70</sub> >28	silikat	karbonat	oba SI <sub>50</sub>
50	–	–	–	–	0,48	0,27	0,27	0,40	neznačilna
60	0,01	0,00	–	–	0,61	0,37	0,34	0,55	povezava
70	0,01	0,00	0,02	0,01	0,66	0,44	0,40	0,63	
80	0,01	0,00	0,06	0,08	0,68	0,48	0,43	0,66	
90	0,01	0,00	0,16	0,52	0,69	0,51	0,45	0,67	
100	0,02	0,01	0,34	0,87	0,69	0,52	0,47	0,68	
110	0,02	0,03	0,53	0,92	0,69	0,53	0,47	0,68	
120	0,03	0,09	0,63	0,92	0,69	0,53	0,48	0,68	
130	0,04	0,22	0,67	0,92	–	–	–	–	
140	0,05	0,41	0,69	0,92	–	–	–	–	
150	0,06	0,57	–	–	–	–	–	–	
160	0,08	0,64	–	–	–	–	–	–	
170	0,10	0,67	–	–	–	–	–	–	
180	0,11	0,68	–	–	–	–	–	–	
190	0,13	0,68	–	–	–	–	–	–	

naslednjem obdobju »postalo rjavo«. Ker gozdarji razmišljamo v desetletjih, si pogledjmo verjetnosti prehoda »belih dreves med rjave« po debelinskih stopnjah za naslednjih 10 let (Preglednica 7).

Prevrščanje pri gorskem javorju od »belih« k »rjavim« je izredno počasno. Na slabših bonitetah se pri ostrolistnem javorju velik preskok med »rjave« zgodi že pri premerih 35–40 cm, na boljših bonitetah pa po 45 cm premera. Pri velikem jesenu se pomemben delež dreves že pri premeru 35 cm prevršča med »rjave«. Pri češnji delež dreves v spreobračanju narašča zmerno.

Podobno kot za potek deleža »belih« dreves plemenitih listavcev glede na prsni premer smo izvedli analizo še glede na starost (Preglednica 8).

Pri gorskem javorju se še do starosti 140 let velik delež dreves uvršča med »bele«. Pri ostrolistnem javorju se po 100. letu prične hitro upadanje deleža »belih«, pri jesenu se to dogaja že pri 50. letu.

Na boljših bonitetah rastišč se »prevrščanje v rjave« dogaja bolj zgodaj (Preglednica 9).

Pri gorskem javorju na manj produktivnih rastiščih se prevrščanje tudi v visoki starosti ne dogaja intenzivno, na produktivnejših rastiščih pa se intenzivneje prične dogajati po 130. letu. Na boljših bonitetah za ostrolistni javor se že po 90. letu prične velik delež dreves uvrščati med »rjava«, na slabših se to zgodi 10 let kasneje. Pri jesenu se prevrščanje dogaja intenzivno že pri 50. letu.

### 4.3 Vrednostni prirastek dreves v sestoji

Glede na to, da se plemeniti listavci pojavljajo večinoma kot primes v sestojih, se pri določanju njihove sečne zrelosti (z vidika vrednosti lesa) lahko odločamo na nivoju posameznih dreves in ne sestoja.

Če povprečni starostni vrednostni prirastek dreves neke manjšinske drevesne vrste že upada, preden začne upadati tudi povprečni vrednostni prirastek sestoja (ki je praviloma v največji meri pogojen z karakteristikami dominantnih drevesnih vrst), potem je ekonomsko racionalno posek dreves manjšinske vrste izvršiti preden uvedemo sestoj v obnovo. Včasih je potrebno vsaj del dreves manjšinske drevesne vrste »prihraniti« do obnove sestoja, da bi zagotovili prisotnost (pomladek) te vrste tudi v naslednji generaciji. Pogosto pa nam pomladek dane manjšinske vrste zagotovijo osebkovi iz bližnjih sestojev. Razen v izjemnih primerih lahko večji del dreves manjšinske drevesne vrste posekamo pred uvedbo sestoja v obnovo. Če so nekatere lastnosti, ki se nanašajo na kakovost lesa dedne, je smiselno del najkakovostnejših dreves zavoljo reprodukcije »žrtvovati« (jih še ne posekamo, kljub upadanju vrednostnega prirastka).

V primeru, da kulminacija vrednostnega prirastka dreves manjšinske vrste sovпада s kulminacijo sestojnega prirastka, potem drevesa manjšinske vrste posekamo pač v času obnove sestoja.



Tretji primer se zgodi, ko povprečni vrednostni prirastek drevesa manjšinske vrste kulminira za sestojnim. V tem primeru moramo tudi drevje manjšinskih vrst posekati enkrat v času obnove oziroma jih izjemoma lahko pustimo kot prihranjence v novem sestoji. Slednje se v primeru javorjev zaradi sušenja vrhov ne obnese (Kadunc 2001).

Drevje plemenitih listavcev pospešujemo v sestojih iz različnih razlogov. V primeru, ko jih pospešujemo zaradi višjih vrednostnih donosov lesa, je smiselno ugotoviti vpliv kakovosti drevesa na sečno zrelost drevesa. Ker najpogosteje kot konkurentne odstranjujemo drevje dominantnih drevesnih vrst (bukev, smreka, hrast), bomo primerjali potek povprečnega vrednostnega prirastka obravnavanih vrst plemenitih listavcev s potekom pri bukvu.

Povprečni vrednostni prirastek drevesa je močno odvisen od njegove kakovosti. Pogosto smo v dilemi ali je bolje dati prednost manj kakovostnemu plemenitemu listavcu (npr. javorju) ali kakovostni bukvu, ki sicer v sestoji dominira. Iz takšnih razlogov je smiselno podati potek vrednostnega priraščanja najkakovostnejših dreves primešane vrste, dreves povprečne kakovosti in potek priraščanja dominantne drevesne vrste. Primerjava teh priraščanj daje čvrsto oporo za odločanje pri odkazilu in tudi za postavljanje realnih in pretehtanih ciljev in ukrepov v okviru gozdnogospodarskih načrtov. Kot primerjavo z dominantno vrsto bomo uporabili vrednostni prirastek bukovih dreves na primerljivih

rastiščih (Kadunc 2006). Kot najkakovostnejše osebke pri gorskem in ostrolistnem javorju smo smatrali tiste, ki imajo del debla kakovosti furnirskega hloda ali hloda za luščenje. Pri jesenu in češnji smo imeli nižje kriterije (pogostejše razvrednotenje hlodov zaradi rjavega srca oziroma trohnobe), za najkakovostnejše osebke smo opredelili tiste, ki imajo del debla kakovosti furnirskega hloda ali hloda za žago 1. kakovostnega razreda. Ta drevesa smo v nadaljevanju poimenovali visokokakovostna. Drevesa, ki teh pogojev niso dosegala, smo smatrali za povprečna oziroma podpovprečna (v nadaljevanju povprečna). Vrednostno priraščanje gorskega javorja smo primerjali z bukvijo na apnencu (Preglednica 10). Stroški pridobivanja lesa so odšteti.

Kulminacija povprečnih dreves gorskega javorja na manj produktivnih rastiščih ne nastopi v analiziranem starostnem intervalu. Visokokakovostna drevesa iste bonitete kulminirajo pri 150 letih. Na produktivnejših rastiščih se to za visokokakovostno drevje zgodi pri 100-110 letih, za povprečna drevesa pa po 140. letu. Vrednostni prirastek bukovih dreves nikoli ne doseže prirastka visokokakovostnih gorskih javorjev. Pač pa bukev presega povprečno drevje gorskega javorja do starosti 140 let.

Vrednostno priraščanje ostrolistnega javorja smo primerjali z bukvijo na apnencu (Preglednica 11).

Ostrolistni javor kulminira pri starosti 90 let, izjema so povprečni osebki, katerim vrednostni

Preglednica 10: Vrednostni prirastek dreves gorskega javorja in bukke (v €/leto/drevo)

Starost	SI <sub>100</sub> < 26 m povprečni	SI <sub>100</sub> < 26 m visoko- kakovostni	SI <sub>100</sub> > 26 m povprečni	SI <sub>100</sub> > 26 m visoko- kakovostni	Bu - apnenc SI <sub>100</sub> = 24 m	Bu - apnenc SI <sub>100</sub> = 30 m
50	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-
70	0,14	1,53	0,55	3,04	-	-
80	0,15	1,80	0,57	3,55	0,71	-
90	0,17	2,04	0,58	3,87	0,64	-
100	0,20	2,24	0,60	4,01	0,57	-
110	0,22	2,41	0,61	3,97	0,51	0,94
120	0,25	2,55	0,61	3,75	0,46	0,86
130	0,28	2,65	0,62	3,36	0,41	0,79
140	0,32	2,72	0,63	2,78	0,37	0,72
150	0,36	2,75	-	-	0,33	0,66
160	0,41	2,74	-	-	0,29	0,60
170	0,46	2,71	-	-	-	-

Preglednica 11: Vrednostni prirastek dreves ostrolistnega javorja in bukve (v €/leto/drevo)

Starost	Visokokakovostni	Povprečni	SI <sub>70</sub> < 21 m	SI <sub>70</sub> > 21 m	Bu - apnenec SI <sub>100</sub> = 24 m	Bu - apnenec SI <sub>100</sub> = 30 m
60	–	0,85	–	0,69	–	–
70	2,42	0,82	–	1,59	–	–
80	2,55	0,80	–	2,07	0,71	–
90	2,59	0,77	1,51	2,24	0,64	–
100	2,54	0,75	1,38	2,19	0,57	–
110	2,42	0,73	1,28	2,01	0,51	0,94
120	2,25	0,70	1,19	1,81	0,46	0,86
130	2,04	0,68	1,11	1,68	0,41	0,79
140	1,80	0,66	1,04	–	0,37	0,72
150	1,56	0,64	0,99	–	0,33	0,66
160	1,31	0,62	0,94	–	0,29	0,60

Preglednica 12: Vrednostni prirastek dreves velikega jesena in bukve (v €/leto/drevo)

Starost	Visokokakovostni	Povprečni	SI <sub>70</sub> < 28 m	SI <sub>70</sub> > 28 m	Bu - silikat SI <sub>100</sub> = 30 m	Bu - silikat SI <sub>100</sub> = 36 m
50	1,89	1,21	–	1,47	–	–
60	1,79	1,05	0,80	1,40	–	–
70	1,70	0,92	0,75	1,34	–	–
80	1,60	0,80	0,70	1,28	–	–
90	1,51	0,70	0,66	1,22	1,10	1,45
100	1,42	0,61	0,62	1,17	1,06	1,34
110	1,32	0,54	0,58	1,11	1,03	1,24
120	1,23	0,47	0,55	1,06	1,00	1,17
130	1,13	0,41	0,51	–	0,96	1,10
140	1,04	0,36	0,48	–	0,93	1,04
150	0,95	0,31	0,45	–	0,90	0,99

prirastek upada že po 60. letu. Bukovo drevice ne dosega prirastka ostrolistnega javorja v analiziranem obdobju, razen v primeru, ko gre za povprečna drevesa ostrolistnega javorja.

Vrednostno priraščanje velikega jesena smo primerjali z bukvijo na silikatu (Preglednica 12).

Jesen kulminira pri starosti okoli 50 let. Bukev ga po starosti 90 let presega z vrednostnim prirastkom na SI<sub>100</sub>=36.

Vrednostno priraščanje divje češnje smo primerjali z bukvijo na silikatu in apnencu (Preglednica 13).

Drevice divje češnje kulminira pri starosti 50 let. Visokokakovostna drevesa presegajo vrednostno priraščanje bukve nekako do starosti 90 let, na rastiščih s SI<sub>100</sub> okoli 30 m tudi dlje. Povprečne

divje češnje v primerjavi z bukvijo na izredno produktivnih rastiščih zaostanejo že pri 60-70 letih, v primerjavi z bukvijo na zelo produktivnih rastiščih pa pri 90. letu starosti.

V nadaljevanju podajamo sečne zrelosti in ciljne premere (posameznih) dreves plemenitih listavcev (Preglednica 14).

Iz preglednice 14 je razvidno, da gorski javor na manj produktivnih rastiščih kulminira pozneje kot bukov sestoj, kar je posledica relativno počasnega »napredovanja« rjavega srca in dejstva, da sestoj zaradi zmanjševanja števila drevoja in upočasnjevanja rasti hitreje kulminira kot posamezno drevo. Visokokakovostno drevice gorskega javorja na boljših bonitetah kulminira hkrati z bukovim sestojem, povprečno drevice pa kasneje kot bukov sestoji.

Preglednica 13: Vrednostni prirastek dreves divje češnje in bukve (v €/leto/drevo)

Starost	Visokokakovostni	Povprečni	Bu - silikat $SI_{100} = 30$ m	Bu - apnenec $SI_{100} = 36$ m
50	5,47	2,31	–	–
60	4,09	1,88	1,19	–
70	3,10	1,54	1,16	2,63
80	2,37	1,25	1,13	2,20
90	1,79	1,02	1,10	1,87
100	1,33	0,83	1,06	1,61

Preglednica 14: Sečna zrelost in ciljni premeri dreves obravnavanih vrst po stratumih (primerjava z bukovimi sestoji po Kadunc 2006, scenarij cen 4, scenarij stroškov pridobivanja lesa 1)

Drevesna vrsta	Stratum	Sečna zrelost	Ciljni premer (cm)	Bukev-sestoj
Gorski javor	$SI_{100} < 26$ m povprečni	170+	50+	100 let,
	$SI_{100} < 26$ m visokokakovostni	150	55	45-50 cm
	$SI_{100} > 26$ m povprečni	140+	55	110 let,
	$SI_{100} > 26$ m visokokakovostni	100-110	50-55	50-55 cm
Ostrolistni javor	Visokokakovostni	90	50	100-110 let,
	Povprečni	60	40-45	50 cm
	$SI_{70} < 21$ m	90	45	100 let, 45-50 cm
	$SI_{70} > 21$ m	90-100	50	110 let, 50-55 cm
Veliki jesen	Visokokakovostni	50	50	90 let, 50 cm
	Povprečni	50	45	90 let, 50 cm
	$SI_{70} < 28$ m	60	45-50	90 let, 50 cm
	$SI_{70} > 28$ m	50	45-50	90 let, 50 cm
Divja češnja	Visokokakovostni	50	50	80-90 let,
	Povprečni	50	45	50 cm

Ostrolistni javor zaradi zgodnejšega pojavljanja srca kulminira pred 100. letom, kar je prej kot primerljiv bukov sestoj. Veliki jesen in divja češnja kulminirata mnogo prej kot primerljivi bukovi sestoji, kar je predvsem posledica njune eksplozivne rasti v mladosti, ki nato naglo pojenja. Poleg tega se pri jesenu že zgodaj pojavi rjavo srce.

#### 4.4 Črna jelša

Analizirali smo panje v petih sestojih (Preglednica 15).

Pri črni jelši smo preizkušali vpliv starosti in premera panja na pojav oziroma obseg trohnobe na panju. Ker smo starost določili le na nivoju analiziranih sestojev, smo izvedli analizo kovariance, kjer smo preizkušali vpliv faktorja-sestojne starosti na

Preglednica 15: Karakteristike vzorca črne jelše po sestojih

Število panjev	Starost sestoja (leta)	Premer panja (cm)		Delež trohnobe na panju (%)	
		ar. sred.	st. odklon	ar. sred.	st. odklon
59	55	42.7	9.1286	16.7	12.0719
120	63	48.2	9.5164	8.5	11.0781
16	67	65.6	15.5644	29.0	17.5000
120	72	58.4	8.8523	28.0	17.0446
126	74	48.8	9.7374	17.1	12.4457

Preglednica 16: Preizkus razlik v deležu trohnobe na panju pri različnih starostih sestojev

Vir variacije	Vsota kvadratov	df	F	P
Med razredi (starost sestojev)	444,1042	4	30,0289	0,0000
Premer panja (kovariata)	0,1774	1	0,0480	0,8267
Znotraj razredov	1608,3305	435		
Skupaj	2052,6121	440		

delež trohnobe na panju ob kontroliranem vplivu premera panja-kovariate (Preglednica 16). Vpliv starosti smo potrdili, pokazalo se je, da starost nad 65 let poveča delež trohnobe na panju. Sestoja starosti 55 in 63 let sta imela nižji delež trohnobe na panju kot sestoja starosti 67 in 72 let. Najstarejši sestoj (74 let) pa je imel le rahlo višji delež kot sestoj pri 55 letih. Najnižji delež trohnobe je sicer imel sestoj starosti 63 let.

Pri preizkušanju odvisnosti deleža trohnobe na panju od premera panja znotraj sestojev, smo odvisnost potrdili le pri enem sestoju, in to negativno ( $P = 0,023$ )! Razlog je morda metodološki. Izmera premera panja je zaradi nepravilnih oblik lahko precej nerodna. Potrdili pa smo pri dveh od petih sestojev (pozitivno) odvisnost premera trohnobe na panju od premera panja ( $P1 < 0,001$  in  $P2 < 0,001$ ). Z debelino drevja torej narašča le absoluten obseg trohnobe in ne relativen, kar je ugodno, saj se napake pri sortimentih izražajo v relativnih številih.

Kako je trohnoba na panju povezana s trohnobo na koncu prvega hloda smo preizkusili na vzorcu 84 hlodov iz Murske Šume. Povezavo med deležem trohnobe na panju in na koncu prvega hloda podaja enačba:

$$\text{Trohnoba na panju (\%)} = 8,726 + 0,738 \cdot \text{trohnoba na koncu 1. hloda (\%)} \quad (2)$$

Tudi za delež trohnobe na koncu prvega hloda nismo potrdili odvisnosti od premera čela. Odvisen pa je premer trohnobe od premera tanjšega čela prvega hloda (pozitivno;  $P = 0,001$ ).

## 5 RAZPRAVA S SKLEPI 5 DISCUSSION WITH CONCLUSIONS

Pojasnjevanje nastanka in obsega srca oziroma trohnobe bi zagotovo izboljšali z vključitvijo spremenljivke kot je prisotnost večjih odlomljenih vejštrcljev, slepic in bul. V bližini le-teh je verjetnost pojava srca večja, kot je za gorski javor to ugotovil Mörmann (1979). Srce se pri gorskem javorju v vzdolžni smeri pojavlja bolj lokalno omejeno v

primerjavi z bukvijo (Rieder 1998). Knoke (2003) je pokazal na velik pomen števila odlomov vej, slepic in žmul za verjetnost pojava srca pri bukvi. Tudi pri češnji so glavni vzrok trohnobe debela poškodbe zaradi odmiranja vej, odlomov vej ali pa umetne odstranitve vej (Kotar 2001).

Vpogled v pojavljanje in širjenje srca ter v vrednostne posledice le-tega bi izboljšali tudi z analizo po posameznih tipih rjavega srca. Rjavo srce pri obeh javorjih in velikem jesenu se fiziološko sklada z rdečim srcem, za katerega najpogosteje opisujemo štiri tipe (npr. Sachsse 1991). Tip srca smo vestno beležili pri ostrolistnem javorju, vendar je vzorec premajhen za podrobno študijo po tipih srca. Pri gorskem javorju in velikem jesenu smo to spremenljivko beležili pomanjkljivo, vendar je za jesen očitno, da se pojavlja praktično le normalno rjavo srce.

Raziskava je pokazala, podobno kot pri bukvi (Kadunc 2006), da se verjetnost srca povečuje z višjo povprečno širino branike. Drevje s hitrejšo debelinsko rastjo v vsem obdobju hitreje ustvari neaktivno sredico v deblu, kjer se vzpostavi suho stanje, kar je pogoj za nastanek srca v primeru vdora kisika. Hitrejša rast lahko tudi pospešuje procese staranja (Bossard 1984). To pomeni, da če drevje z redčenji pospešujemo s tem skrajšujemo čas sečne zrelosti. Pokazal se je tudi zaviralen vpliv večjega debelinskega prirastka v zrelem obdobju na srce (pri češnji pa ta spremenljivka povečuje verjetnost trohnobe). Sklenemo lahko, da je tudi pri odraslem drevju skrb za veliko krošnjo še kako utemeljena.

Nastanek rjavega srca pri gorskem javorju je fiziološko identičen nastanku srca pri bukvi (Torelli 2001). Kot posledica večvrhatosti se navaja večja verjetnost pojava diskoloriranega lesa (Keller 1961, cit. po Torelli 1974), kar se ujema z našimi rezultati. Wedel (1964) je pri gorskem javorju ugotovil pozitivno povezavo med starostjo oziroma prsnim premerom dreves in pojavnostjo rjavega srca. Pri nekaterih drevesih se je obseg diskoloriranega lesa z višino drevesa zmanjšal, pri nekaterih celo povečal, pri nekaterih pa ostal približno enak. Tudi naša raziskava potrjuje pozitiven vpliv starosti in prsnega

premera na srce. Nadalje ugotavlja Wedel (1964) hitro povečanje srca pri prsnih premerih nad 50 cm, kar se ujema z našimi ciljnimi premeri.

Že v starejših raziskavah je pri velikem jesenu potrjena odvisnost diskoloracije od starosti, debelinska rast pa naj ne bi igrala nobene vloge (Bosshard 1953, cit. po Oliver-Villanueva et al. 1996; Børth 1990, cit. po Oliver-Villanueva et al. 1996). V sestojih z nižjo gostoto, kjer drevje doseže ciljni premer pri nižji starosti, je pričakovati manjši (ali celo ničeln) obseg diskoloracije (Oliver-Villanueva et al. 1996). Vpliv dejavnikov rastišča na diskoloracijo ostaja neproučen. Z našo raziskavo smo ugotovili, da na obseg srca pri velikem jesenu vplivata tako starost kot debelina drevja.

V severnem Porenju in Westfaliji je po podatkih raziskave Röösa (1990) kar 54 % dreves češnje starejših od 50 let napadla trohnoba, pri drevju mlajšem od 50 let je ta delež znašal 20 %. V naši raziskavi smo imeli premajhno število češenj mlajših od 50 let za potrditev teh rezultatov, pri starejšem drevju pa povezave med starostjo in trohnobo nismo potrdili. Naša raziskava pa se ujema s rezultati Kotarja in Maučiča (2000), ki sta ugotovila, da so imele vse češnje pri starosti 70 let trohnobo na panju in pogosto tudi na višini 8 m. Trohnoba debla pri divji češnji pa lahko izvira tudi iz trohnobe korenin, kar lahko opazimo le pri starejših drevesih (Spiecker 1994). Ta trohnoba izjemoma seže do 2 m višine debla.

Naša raziskava črne jelše je pokazala na odvisnost deleža trohnobe od starosti in na odvisnost premera trohnobe od debeline drevja, kar se ujema s študijo jelševih gozdov v nižavju severovzhodne Nemčije (Lockow in Chrzon 1997), ki je ugotovila pozitivno povezavo med premerom trohnobe in prsnim premerom drevesa. Slednja raziskava je pokazala na veliko prizadetost črne jelše po trohnobi na organskih, vlažnih rastiščih. Najboljša diagnoza trohnobe debla črne jelše je razmerje med premerom na prsni višini in premerom na višini 0,5 m od tal (Lockow in Chrzon 1996). Če je to razmerje nižje od 0,86, potem je v deblu že razvita trohnoba. Raziskava je nadalje pokazala odvisnost trohnobe od starosti, delež dreves s trohnobo je večji na vlažnejših, dobro preskrbljenih rastiščih s hranili oziroma na rastiščih z višjimi pH vrednostmi vode (tudi pri višji vsebnosti Ca v vodi). Odvisnost med starostjo in deležem trohnobe je linearna (ibid.). Vpliv debeline drevesa pri isti starosti na trohnobo ni potrjen. Iz tega sledi gojitveni sklep, da je potrebno v čim krajšem času z močnimi redčenji doseči ciljne premere (ibid.). Raziskava v Nemčiji ni potrdila

vpliva velikosti krošenj in dimenzijskega razmerja na pojav trohnobe. Nadvladajoče in vladajoče drevje ima isto verjetnost pojava trohnobe, znatno višjo verjetnost od nadvladajočih in vladajočih dreves pa ima sovladajoče drevje. Zimavost, dupla žoln, trosnjaki gliv in votel zvok kažejo na prisotnost trohnobe v deblu (ibid.).

Knoke (2002) je na primeru gospodarjenja z bukovimi sestoji opisal štiri strategije izkoriščanja vrednostnega potenciala sestojev. Prva strategija je sekati »rdečo« bukovino, po logiki, ki je pri nas dobro poznana in žal marsikje tudi usidrana. Druga strategija je posek »belih« bukev, kajti te imajo praviloma velik delež visokokakovostnih sortimentov. Tretja strategija je naključno odkazilo dreves (služi kot primerjava) in četrta strategija odkazilo tistih dreves, ki bodo v obdobju naslednjih 10 let (z visoko verjetnostjo) izgubila na kakovosti. Slednja strategija, ki je poimenovana »ohranjanje kakovosti«, se je izkazala za ekonomsko najučinkovitejšo (Knoke 2002). Zanimivo, da se je strategija poseka »belih« bukev izkazala celo za manj uspešno kot naključna izbira, predvsem na račun prezgodnjega poseka potencialno najkakovostnejših dreves. Strategijo poseka dreves, ko so še odlične kakovosti, a obstaja velika verjetnost, da bo kakovost v kratkem času upadla, velja vpeljati tudi pri gospodarjenju s plemenitimi listavci. Tu je potrebna le dodatna previdnost, da se ne ogrozi genofonda manjšinskih vrst in pa doseganja nelesnoproizvodnih ciljev, ki se nanašajo na te drevesne vrste (pestrost, estetska vrednost, habitati ipd.).

Izračunane optimalne dolžine proizvodnih dob so vsaj pri stratumih na produktivnejših rastiščih za dosedanje prakso precej kratke. Leibundgut (1966) za gorski javor navaja interval gospodarske zrelosti med 60. in 90. letom starosti ter za jesen, češnje in črno jelšo med 40. in 70. letom. Naše vrednosti se s tem lepo ujemajo, le pri gorskem javorju, zlasti na manj produktivnih rastiščih, precej odstopajo navzgor.

Rieder (1998) za gorski javor navaja dolžino proizvodne dobe 60-100 let.

Za danske sestoje velikega jesena je postavljena obhodnja 70 let, renta teh sestojev pa je bila negativna (Brül 1973). Ciljni sortimenti za jesen v mešanih sestojih listavcev so 4-8 m dolgi hlodi s srednjim premerom nad 45 cm furnirske kakovosti. Proizvodna doba znaša 140 let (Röhrig 1978). Schadendorf (1989) za veliki jesen podaja 100-120 let dolgo proizvodno dobo. Pri teh proizvodnih dobah na naših rastiščih furnirske kakovosti pri jesenu ne

moremo pričakovati. Rittershofer (2001) navaja, da se srce pri velikem jesenu pojavi pri starosti 60-80 let, pred to starostjo pa je redek. Isti avtor navaja, da se jesen zaradi pojava srca večjega obsega seka pri prsnih premerih 40-50 cm. Slednje je skladno z našimi rezultati.

Anketa gozdarskih strokovnjakov iz nemško govorečih dežel je pri opredelitvi ciljnih premerov pokazala, da znaša povprečna vrednost za gorski javor in veliki jesen 55-60 cm ter za divjo češnjo 50-55 cm (Thies in Hein 2000). Povprečna dolžina proizvodnih dob na podlagi anket znaša za gorski javor 110 let, za veliki jesen 100 let in za češnjo 75 let (ibid.). Naši rezultati se lepo ujemajo pri gorskem javorju, zlasti velika odstopanja pa imamo pri proizvodnih dobah za jesen in češnjo, ki jih priporočajo strokovnjaki iz nemško govorečih dežel. Omeniti velja, da ti strokovnjaki zagovarjajo kot končno število dreves v sestoji od 100 do 110 osebkov/ha (Thies in Hein 2000).

Povprečni vrednostni prirastek drevesa bi bilo smiselno izraziti na leto in površino (tloris krošnje). Ker za precejšen del dreves projekcije krošenj nismo izmerili, izmerili jih nismo tudi za primerjalno dominantno drevesno vrsto bukev (Kadunc 2006), smo vrednostni prirastek drevesa izrazili le na leto. Glede na dobljene rezultate pa so razlike med drevesnimi vrstami oziroma stratumi tolikšne, da sorazmerno majhne razlike v tlorisih krošnje ne vnašajo večje sistematične napake (npr. med visokokakovostnimi in povprečnimi drevesi divje češnje sploh ni bilo razlik v tlorisih krošenj po debelinskih stopnjah).

Rezultati študije veljajo v razmerah klasične sečnje z motorno žago in traktorskega spravila ter pri navedenih cenah sortimentov in opisanih stroških gozdnega dela. Študija se omejuje predvsem na enomerne sestoje, ki so bili pretežni del svojega razvoja nenegovani, celo negospodarjeni, in v katerih je bilo drevje obravnavanih vrst plemenitih listavcev le v večji ali manjši primesi primešano dominantnim drevesnim vrstam. Izjema je vzorec črne jelše, ki izvira iz pretežno čistih, enodobnih jelševih sestojev.

Izsledki oziroma napotki te študije veljajo za razmere, kjer lesnoprozvodna vloga ni pomembnejše omejevana s strani ostalih »nelesnih« vlog.

## 6 POVZETEK

V prispevku želimo ugotoviti povezave med debelino, starostjo in kakovostjo oziroma vrednostjo lesa nekaterih naših drevesnih vrst, ki jih uvrščamo v

skupino plemenitih listavcev. V raziskavo smo zajeli gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), divjo češnjo (*Prunus avium* L.) in črno jelšo (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Pri vseh analiziranih drevesih smo izvedli debelne analize, na čelih sortimentov smo izmerili obseg diskoloriranega lesa oziroma trohnobe. Vse kose debeljadi smo uvrstili v kakovostne razrede. Analize smo izvedli na različnih rastiščnih enotah, zlasti na tistih, ki so z vidika obravnavanih vrst najpomembnejše.

Izjema je črna jelša, ki smo jo analizirali le v Prekmurju. Pri tej drevesni vrsti smo izmerili premer panjev, premer trohnobe na njih in določili starost sestojev.

V tej študiji smo ugotavljali značilnosti dreves in rastišč, ki vplivajo na pojav oziroma obseg srca/trohnobe. Nadalje smo ugotovili povprečne vrednostne prirastke dreves za najkakovostnejše in za povprečno drevje ter ločeno po bonitetnih razredih.

Verjetnost pojava rjavega srca pri gorskem javorju povečuje večja povprečna širina branike, višja starost in relativno daljše krošnje. Verjetnost srca pri gorskem javorju pa zmanjšuje višji debelinski prirastek v zrelem obdobju. Pri ostrolistnem javorju se verjetnost povečuje s povprečno širino branike in z istočasnim naraščanjem starosti in prsnega premera. Zgolj naraščanje prsnega premera pomeni manjšo verjetnost pojava srca. Presenetljivo, višji debelinski prirastek v zrelem obdobju pri divji češnji povečuje verjetnost trohnobe, verjetnost le-te pa je zmanjšana pri večji višinski rasti v zrelem obdobju.

Delež trohnobe na panju pri črni jelši je odvisen od starosti, odvisnosti od premera panja pa nismo potrdili. Pač pa je od premera panja odvisen premer trohnobe.

Pri gorskem javorju upada delež »belih« dreves sorazmerno počasi, saj še pri prsnem premeru 55 cm velik delež dreves lahko izpolnjuje pogoje za furnirsko kakovost. Nasprotno je pri ostrolistnem javorju na slabših bonitetah po 40 cm premera le še majhen delež »belih« dreves, na boljših bonitetah pa delež »belih« močno upade po premeru 50-55 cm. Veliki jesen ima že pri premeru 45 cm majhen delež belih dreves, t. j. ko se le doseže dimenzijski prag za furnir. S češnjo je podobno kot pri jesenu, po 45 cm premera ima lahko le še polovica dreves glede na trohnobo furnirsko kakovost spodnjega hloda.

Kulminacija povprečnih dreves gorskega javorja na manj produktivnih rastiščih ne nastopi v analiziranem starostnem intervalu. Visokokakovostna drevesa iste bonitete kulminirajo pri 150 letih. Na

produktivnejših rastiščih se to za visokokakovostno drevje zgodi pri 100-110 letih, za povprečna drevesa pa po 140. letu. Ostrolistni javor kulminira pri starosti 90 let, izjema so povprečni osebki, katerim vrednostni prirastek upada že po 60. letu. Pri jesenu in češnji kulminacija nastopi pri starosti okoli 50 let.

Izsledki oziroma napotki te študije veljajo za razmere, kjer lesnoprozvodna vloga ni pomembneje omejevana s strani ostalih »nelesnih« vlog.

## 7 SUMMARY

The aim of this article is to establish the relationships between age, thickness and wood quality or its value for some of our tree species, classified as valuable broadleaves. Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), Norway maple (*Acer platanoides* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), wild cherry (*Prunus avium* L.) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) were included in the research. For all analysed trees stem analyses were carried out, on log-fronts the extent of discoloured wood or rot was measured. All stem parts of usable timber were classified into quality classes. Analyses were carried out on different site units, particularly on those more important from the analysed tree species point of view.

Black alder is an exception, it was analysed only in the region Prekmurje. For this tree species only the extent of stumps and the extent of rot on the stumps were measured. Apart from this the age of black alder stands was noted.

In the present study the tree traits and site characteristics influencing formation or extent of heart or rot were established. Moreover, mean value increments for highly valuable and average trees with regard to site quality classes were analysed.

In less productive sites the culmination of average sycamore trees does not occur within the analysed age. The high quality trees of the same site quality culminate at 150 years of age. In more productive sites culmination of high quality trees occurs at 100-110 years of age, while the average sycamore tree culminates at the age of 140 years.

Norway maple culminates at the age of 90 years, with the exception of average trees where a decreasing trend of mean value increment appears as early as the age of 60 years.

Culmination of mean value increment in common ash and wild cherry occur at the age of about 50 years.

The results of this research hold true for conditions where the timber production role of forests

is not restricted by other »non-timber« roles in an important degree.

## 8 VIRI

## 8 REFERENCES

- ASSMANN, E., 1961. Waldertragskunde. München, BLV Verlagsgesellschaft, 490 s.
- BOSSHARD, H. H., 1984. Holzkunde. Band 2, 2. überarbeitete Auflage, Birkhäuser, Basel, 312 s.
- BRÜL, T., 1973. Über die Wirtschaftlichkeit von 11 in Dänemark verbreiteten Holzarten. AFZ, 28, 24-25, s. 592-593.
- JUS D. B4. 020-029: 1979. Standard za bukove hlode.
- KADUNC, A., 2001. Rast, razvoj in zgradba sestojev z gorskim javorjem v Sloveniji. Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, 114 str.
- KADUNC, A., 2005. Factors Influencing Brown Heart Formation in Common Ash (*Fraxinus excelsior* L.). Austrian Journal of Forest Science, 122, 4, 205-220
- KADUNC, A., 2006. Kakovost okroglega lesa bukke (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. Študija, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, UL, 37 s.
- KLEINBAUM, D. G., KLEIN, M., 2002. Logistic Regression (A Self-Learning Text). Second Edition, Springer, 513 s.
- KNOKE, T., 2002. Value of Complete Information on Red Heartwood Formation in Beech (*Fagus sylvatica*). Silva Fennica, 36(4), s. 841-851
- KNOKE, T., 2003. Predicting red heartwood formation in beech trees (*Fagus sylvatica* L.). Ecological Modelling 169, s. 295-312
- KOTAR, M., 1995. Bogastvo drevesnih vrst v gozdu in revščina drevesnih vrst pri ravnanju z gozdom. V: Kotar, M. (ur.). Prezrte drevesne vrste. XVII. gozdarski študijski dnevi, Zbornik referatov, november 1995, UL, BF, Ljubljana, s. 7-23
- KOTAR, M., 2001. Trohnoba debela pri divji češnji, črni jelši in poljskem jesenu – vzroki in posledice. Gozdarski vestnik, 59, 2, s. 59-67
- KOTAR, M., MAUČIČ, M., 2000. Divja češnja (*Prunus avium* L.) – pomembna drevesna vrsta slovenskih gozdov. Gozdarski vestnik, 58, 5-6, s. 227-251
- LEIBUNDGUT, H., 1966. Die Waldpflege. Verlag Haupt, Bern, s. 192.
- LOCKOW, K. W., CHRZON, S., 1996. Diagnose der Roterlenkernfäule am stehenden Stamm. AFZ/Der Wald, 51, 24, s. 1367-1371
- LOCKOW, K. W., CHRZON, S., 1997. Entscheidungshilfen für die Holzvermarktung kernfauler Roterlen. AFZ/ Der Wald, 52, 19, s. 1056-1058
- MALOVRH, Š., WINKLER, I., 2006. Stroški gozdnega

- delo. Gozdarski vestnik, 64, 2, s. 105-114
- MÖRMANN, P., 1979. Vorstellung zum Edellaubholz-Anbau aus ostdeutscher Sicht. Allgemeine Forstzeitschrift 34, 9/10, s. 207-210
- OLIVER-VILLANUEVA, J., QUER, M., BECKER, G., 1996. Holzqualität aus weitständigen Eschenbeständen. Österreichische Forstzeitung, 2, s. 17-21.
- REBULA, E., KOTAR, M., 2004. Stroški sečnje in spravila bukovih dreves ter vrednost bukovine na panju. Gozdarski vestnik, 62, 4, s. 187-200
- RIEDER, A., 1998. Ahorn- Wertholzproduktion in Kurzen Umtrieben. AFZ, Der Wald 15, s. 776-779
- RITTERSHOFER, B., 2001. Die Esche, ein vielseitiger Weltenbaum. AFZ, Der Wald, 24: 1302-1307.
- RÖHRIG, E., 1978. Bestandespflege bei Esche und Ahorn. IUFRO-Symposium. Feuillus precieux. Champenoux, s. 219-226.
- RÖÖS, M., Zum Wachstum der Vogelkirsche (*Prunus avium* L.) in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. Dissertation, Göttingen, 162 s.
- SACHSSE, H., 1991. Kerntypen der Buche. Forstarchiv, 6, s. 238-242
- SCHADENDORE, C., 1989. Der Edellaubholzanbau in betriebswirtschaftlicher Sicht. AFZ, 38-39, s. 1028-1031.
- SPIECKER, M., 1994. Wachstum und Erziehung Wertvoller Waldkirschen. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt. Baden-Württemberg, Freiburg in Breisgau, 92 s.
- THIES, M., HEIN, S., 2000. Expertenbefragung zur Bedeutung und Bewirtschaftung von Edellaubbäumen im deutschsprachigen Raum. Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Jahrestagung 2000, Kaiserslautern, 5.-7. June 2000, 256-269
- THOROE, C., OLLMANN, H., 2001. Die zukünftige Entwicklung des Holzmarktes in Deutschland, Europa und weltweit – Chancen für schnellwachsende Baumarten? Forst und Holz 56: 75-80
- TORELLI, N., 1974. Biološki vidiki ojedritve s poudarkom na fakultativno obarvani jedrovini (rdečem srcu) pri bukvi (*Fagus sylvatica* L.). Gozdarski vestnik, 32, 7-8, s. 253-281.
- 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, s. 85-94.
- WEDEL, K. v., 1964. Untersuchungen über Eigenschaften, Verwertung und Verwendung des Ahornholzes. Diss., Göttingen, Forstl. Fak. Univ. Göttingen, s. 176.

## 9 ZAHVALA

## 9 ACKNOWLEDGEMENT

Profesorju Marijanu Kotarju se zahvaljujem za številne nasvete in usmeritve pri raziskavi plemenitih listavcev. Njemu in gozd. tehn. Laciju Muršiču sem hvaležen za meritve obsega trohnobe pri črni jelši v Prekmurju.



GDK: 43(045)

## Gozdni požari

### Forest fires

Jošt JAKŠA\*

#### Izvleček:

Jakša, J.: Gozdni požari. Gozdarski vestnik 64/2006, št. 9. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 9. Prevod v angleščino Jana Oštir.

Prispevek prikazuje požarno ogroženost slovenskih gozdov. Analizira vpliv podnebni dejavnikov na gozdne požare, ogroženost drevesnih vrst, in posledice gozdnih požarov.

**Glavne besede:** gozdni požar, podnebni dejavniki, posledice, bori, submediteransko fitoklimatsko območje, gozdnogospodarsko območje Sežana, Slovenija

#### Abstract:

Jakša, J.: Forest fires. Gozdarski vestnik, Vol. 64/2006, No. 9. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 20. Translated into English by Jana Oštir.

The article presents fire hazard in Slovene forests. The influence of climatic factors on forest fires is analysed, as are the endangerment of tree species and the consequences of forest fires.

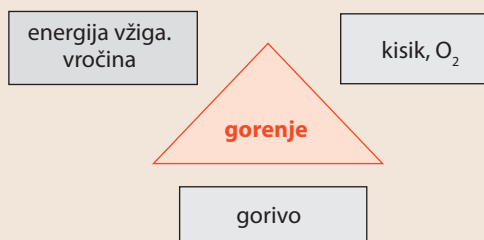
**Key words:** forest fire, climatic factors, consequences, Scotch pine, Black pine, sub-Mediterranean phytoclimatic region, forest management region Sežana, Slovenia

**ŠIFRA: 00-3.08**

## POŽARI IN POŽARNO VARSTVO

### Ogenj

Ogenj je naravni pojav pri katerem se oksidira organska snov ali lahke kovine. Za gorenje so potrebni trije osnovni pogoji: gorivo, kisik in energija vžiga. Gorenje se odvija le, če so hkrati izpolnjeni vsi trije pogoji. Proces gorenja ponazarjamo s požarnim trikotnikom.



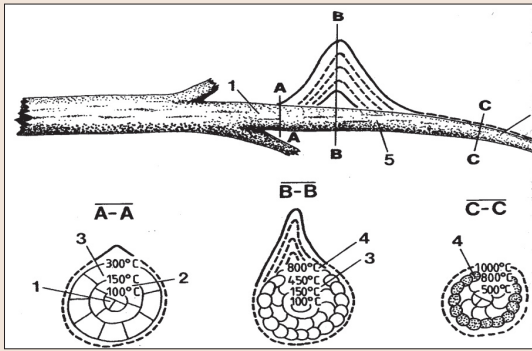
### Temperatura, energija vžiga

Les in opad in suha organska snov zelatih rastlin so prevladujoči organski materiali v gozdu, ki predstavljajo gorivo. Les vsebuje različne organske spojine, ki jih v povprečju sestavljajo ogljik [C] 50 %, kisik [O<sub>2</sub>] 44 % in vodik [H<sub>2</sub>] 6 % (Muhič 2004). Najpomembnejše sestavine lesa so celuloza, hemiceluloza ter lignin. Celuloza in hemiceluloza sta naravna polimera, lignin pa vsebuje tudi aromatske alkohole. Les gori v procesu kemične razgradnje, ki

se odvija pod vplivom toplote. Proces imenujemo piroliza. Proces pirolize se prične na površini lesa (goriva) in se s prevajanjem toplote po gorivu širi v notranjost goriva. V začetni fazi segrevanja lesa (organske snovi v gozdu) se pod vplivom toplote prične izločati vodna para. Z nadaljnjo izpostavljenostjo goriva viru toplote se pričnejo organske molekule v lesu trgati in izhajati pričnejo negorljivi in gorljivi plini. Gorljivi plini se pomešajo z zrakom, ki vsebuje okoli 20 % kisika. Ko koncentracija gorljivih plinov doseže spodnjo mejo vnetljivosti, se ob prisotni energiji vžiga, vžgejo. Temperatura vžiga je predvsem odvisna od vrste goriva (lesa, organske snovi) in vlage v gorivu. Temperatura pri kateri se začne piroliza je za les 573° K oz. 300° C.

V začetni fazi gorenja je izhajanje gorljivih plinov, vodne pare, ogljikovega dioksida [CO<sub>2</sub>] in dima, ki ga sestavljajo zelo drobni delci goriva, tako intenzivno, da preprečuje dostop kisika [O<sub>2</sub>] do površine lesa in tako prepreči gorenje ogljika [C] v gorivu. V nadaljevanju gorenja se proces pirolize prične ustavljati. Hitrost izhajanja plinov se zmanjša in tako je omogočen dostop kisika [O<sub>2</sub>] do površine goriva. Tu prične z gorenjem oz. žarenjem ogljik [C]. Na koncu procesa ostane le še ogljik [C] v obliki oglja, ki gori brez plamena (žari). Gorenje z žarenjem se pri gorenju lesa dogaja le v

\* J. J., Zavod za gozdove Slovenije CE, Večna pot 2, 1000 Ljubljana



Slika 1: Segrevanje goriva (Vajda 1974)

zadnji fazi pirolize ali pa v izrednih razmerah, ko je zaradi posebnih okoliščin preprečen nastanek hlapov in plinov. Primer takšnih okoliščin je gašenje z reterdanti, to je sredstvi, ki na različne načine povečujejo gasilni učinek vode.

Temperaturo potrebno za vžig lahko dosežemo na več načinov. Najpogostejši način dovajanja energije vžiga v naravnem okolju je človek s svojimi aktivnostmi, predvsem malomarnostjo. Zadostuje odvržen ogorek cigarete, odvržena vžigalica. Naravni vir vžiga je najpogosteje strela. Vžig je odvisen od časa izpostavljenosti goriva, vira energije (toplote), vlage v gorivu in zraku ter vetra, ki proces gorenja pospešuje.

Za primerjavo naštejmo temperaturo vžiga za nekaj vrst lesa in ostalih goriv.

Preglednica 1: Temperatura vžiga za nekaj goriv (Muhič 2004)

Vrsta goriva	Temperatura vžiga v °C
les smreke	200
les bukve	295
les hrasta	340
papir - časopisni	185
lesno oglje	140 - 200
bombaž	450
tobak	175
beli fosfor	30
dinamit	180

Pri gorenju se sprošča energija, ki se večinoma odvaja v obliki toplote, nekaj pa tudi v obliki svetlobe. Svetloba, natančneje barva plamena nakazuje temperaturo plamena, torej temperaturo, ki se oddaja v okolico. Po barvi plamena lahko približno ocenimo temperaturo na sledeč način. (preglednica 2)

Preglednica 2: Barva plamena in okvirna temperatura (Muhič 2004)

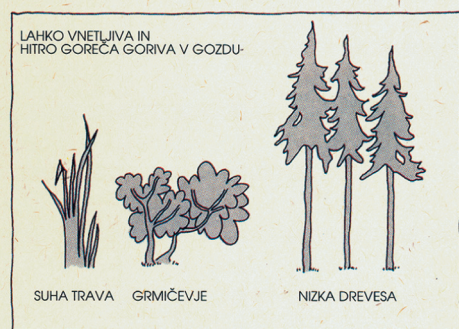
Temperatura v °C	Barva plamena
400 °C	prvo barvanje, slabo svetlikanje, sivo žarenje
525 °C	prvo opazno temnordeče žarenje
700 °C	temnordeče žarenje
900 °C	svetlordeče žarenje
1.100 °C	rumeno žarenje
1.300 °C	začetno belo žarenje
1.500 °C	popolno svetlo belo žarenje, ki ostaja tudi pri višjih temperaturah

Na splošno velja, da pri velikih požarih nastajajo temperature med 800 in 1.100 °C. Lesno oglje pri gorenju dosega temperaturo med 1.100 in 1.300 °C.

### Delitev goriv v gozdu

Goriva v gozdu glede na vnetljivost in hitrost gorenja delimo na:

- **Lahko vnetljiva in hitro goreča** goriva, kot so opad, suha trava, grmičevje in nizka drevesa. Razmerje med maso in površino goriva je veliko.
- **Težje vnetljiva in počasi goreča** goriva, kot so panji, debele veje, hlodi in ostali debelejši lesni ostanki na tleh, debela in vlažna humusna plast, drevje nad 10 cm prsnega premera. Razmerje med maso in površino goriva je majhno. Goriva v gozdu glede na vertikalno strukturo ranost delimo na:
  - **Nadstojna plast** goriv v gozdu zajema goriva, ki so višje kot 1,8 m nad tlemi. V tej plasti se večinoma nahajajo debela z debelejšimi vejami, krošnje dreves in grmovnic. Požarno so v tej plasti najbolj problematični storži in iglice iglavcev. Storži lahko povzročajo, predvsem na pobočjih, preskoke ognja.
  - **Podstojna plast** goriv je plast med tlemi in višino 1,8 m. V tej plasti se nahajajo predvsem grmovnice in mlada drevesca. Tu so za razvoj požara zelo ugodni pogoji, kajti večino goriv je lahko vnetljivih in hitro gorečih. Najbolj so problematični sestoji mladih borov in navadnega brinja.
  - **Pritalna plast** je zgornji horizont gozdnih tal. To je plast, ki je bogata z mrtvo biomaso, kot so listje, iglice vejice in ostanki zelnatih rastlin. Največ gozdnih požarov nastane v tej plasti in se nato razširi na zgornjo plast oz. pod zemljo.



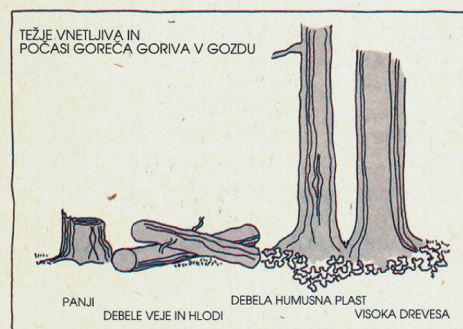
Slika 2: Lahko vnetljiva in hitro goreča goriva v gozdu

Goriva v gozdu glede na horizontalno struktuiranost delimo na:

- Gorivo je tesno sklenjeno, veliko je težko vnetljivih in počasi gorečih goriv. Požarna obremenitev prostora je velika.
- Gorivo je nesklenjeno, težko vnetljivih in počasi gorečih goriv ni veliko. Požarna obremenitev prostora je srednja.
- Gorivo je razporejeno v zaplatah, ki se med seboj ne stikajo, težko vnetljivih in počasi gorečih goriv skoraj ni ali pa so med seboj zelo oddaljena. Požarna obremenitev prostora je majhna.

### Količina goriva

S količino razpoložljivega goriva je v tesni povezavi intenzivnost gorenja in možnosti za njegovo obvladovanje. Z večanjem razpoložljive količine gorljivega materiala v določenem območju, se povečuje količina energije (toplote), ki se sprosti ob gorenju. Požare, ki dosegajo najvišje temperature se tudi najtežje obvladuje. Gozdni požari zlahka dosegajo temperature do  $1.100^{\circ}\text{C}$ . Količina goriva v gozdu je odvisna predvsem od tipa gozda in razvojne stopnje le tega. Borealni gozdovi na severu imajo letno produkcijo biomase ca.  $1\text{ t/ha}$ , listopadni gozd zmernega podnebja ca.  $4\text{ t/ha/leto}$ , tropski gozd pa do  $11\text{ t/ha/leto}$ . Razlika ni le v produkciji temveč tudi v kopičenju biomase. Tropski gozd ima skoraj vso biomaso vezano v živih rastlinah, borealni gozd pa ima veliko biomase v debeli plasti surovega humusa. Pri določanju količine razpoložljivega goriva moramo upoštevati predvsem količino drobnega goriva, ki je netivo za ostala goriva. Po ameriških ocenah je razpoložljiva količina goriva tista, ki opredeljuje zmožnost



Slika 3: Težje vnetljiva in počasi goreča goriva v gozdu

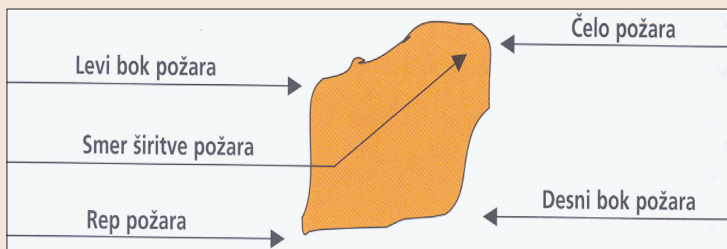
obvladovanja požarov. Če je razpoložljivega goriva do  $14\text{ t/ha}$  se požar lahko nadzoruje, če je goriva do  $75\text{ t/ha}$  se požar širi predvsem kot talni požar in ga je zelo težko nadzorovati, pri  $320\text{ t/ha}$  pa se pojavijo kompleksni požari, ko ne gori le mrtva biomasa temveč zagori tudi živa biomasa. Takšnih požarov se ne da uspešno nadzorovati.

### Širjenje ognja

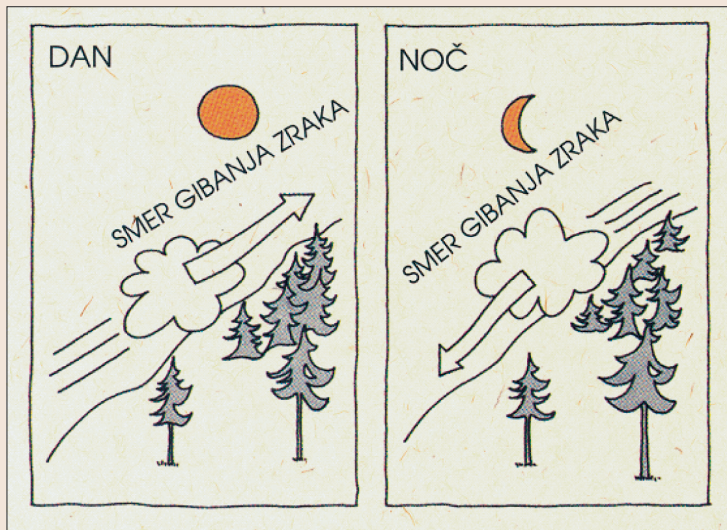
Požar se v začetku širi v vse smeri. Oblika požarišča je odvisna od mnogih dejavnikov. Pri gorenju na ravnini, v brezvetrju in v homogenem gorivu bi bila oblika požarišča krog. Na obliko vplivata predvsem naklon terena (oblika terena) in smer vetrov. Zaradi navedenih dejavnikov je požarišče največkrat elipsaste oblike. Širjenje požara je lahko paralelno, kadar se požar širi enakomerno v vse smeri, konvergentno kadar se požar zaradi ovir ali naklona terena oža in divergentno kadar se zaradi naklona terena ali vetra širi navzven.

Če opredelimo pojme pri razvoju gozdnega požara ima le ta točko vžiga. Od tu se širi v smeri širitve. Gledano v smeri širitve ima levi in desni bok požara, na koncu je rep požara in spredaj v smeri širitve je čelo požara. Poznavanje terminologije je pomembno, da pri vodenju gašenja ne prihaja do napak in s tem ogrožanjem zdravja in življenj gasilcev in gasilne tehnike.

Ob neugodnih vremenskih razmerah, močnih vetrovih in dolgih naklonih terena, požari v naravi zajamejo velike površine. Dobro poznavanje terenskih razmer in gibanja vetrov je pogoj za dobro načrtovanje preventivnih ukrepov in za vodenje intervencije v primeru požara. Praviloma ima gibanje zraka tekom dneva svoje



Slika 4: Poimenovanje delov požara (Krušec 2001)



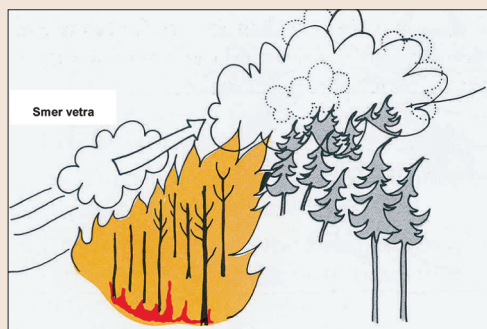
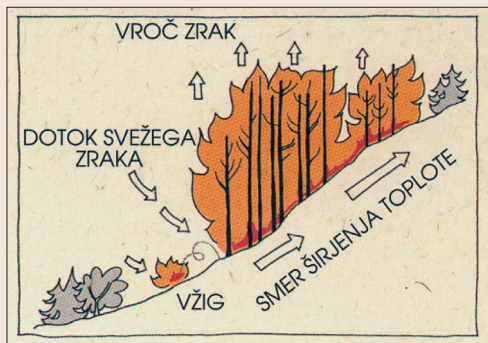
Slika 5: Gibanje zračnih mas tekom dneva

zakonitosti. Čez dan, ko se ozračje segreva, se tolpe zračne mase dvigajo in nastajajo pobočni vetrovi, ki pihajo od nižjih predelov k višjim. Čez noč se zrak ohlaja, se hladne zračne mase spuščajo v dolino.

Pri požaru se sproščajo velike količine toplote, ki zaradi vzgona toplih plinov lahko oblikuje samosvoje gibanje zraka, ki je odvisno od količine sproščene toplote in oblike terena. Pri tem nastajajo močni vzgonski tokovi ki pomagajo k širjenju požara. Pri temperaturah nad 300 °C lahko zaradi

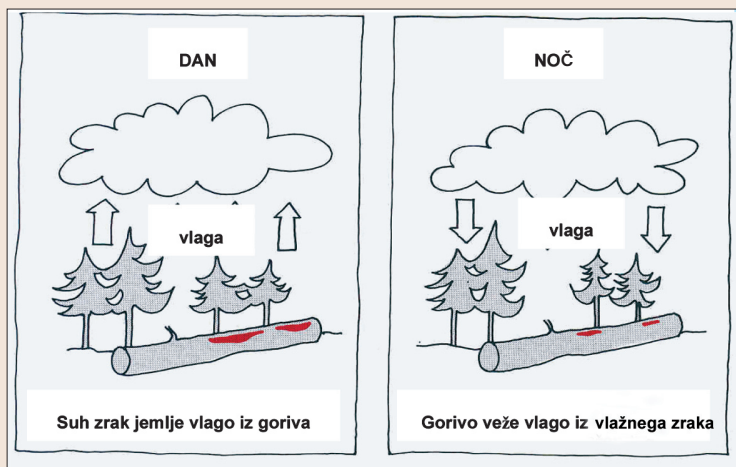
sevanja oz. vzgona vročih plinov pride do samovžiga goriv z majhno maso in veliko površino, to je lahko vnetljivih in hitro gorečih goriv. Samovžig se pojavlja pogosteje pri požarih na strmih pobočjih, ko dimni plini segrevajo gorivo daleč pred ognjeno črto.

Širjenje požara oz. hitrost vžiga goriv je tesno odvisna od količine vlage, ki je vezana v gorivu. Količina vlage v gorivu se spreminja z vrsto goriva (vrsta lesa, opad, suha sveža biomasa rastlin) in relativne zračne vlage okolice goriv. Sveža rastlinska



Slika 6: Gibanje zračnih mas in smer širjenja ognja pri gozdnem požaru

Slika 7: Spreminjanje vlažnosti goriva v odvisnosti od relativne zračne vlage



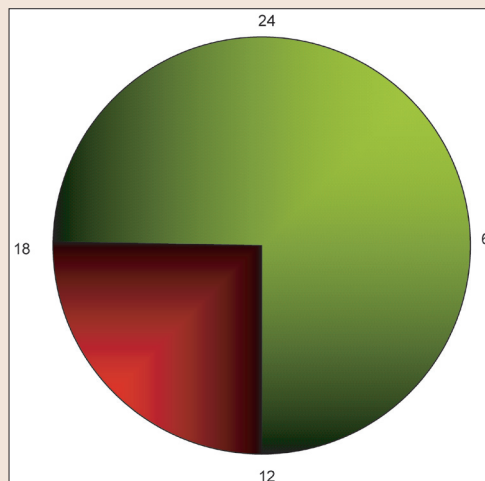
biomasa vsebuje veliko vode. Z odmrtnjem se najprej delež vlage zmanjšuje, ko pa pride do razkroja biomase se v kasnih stopnjah razkroja delež vlage in hitrost njenega spreminjanja poveča. Hitreje se osušuje gorivo, ki ima na svojo maso veliko površini (lahko vnetljiva goriva), počasi pa goriva, ki imajo razmerje med maso in površino majhno (težko vnetljiva goriva). Tako kakor veter se tudi relativna zračna vlaga spreminja tekom dneva. Čez dan je toplel zrak sposoben vezati večjo količino vlage, torej relativna zračna vlaga pade, zrak osušuje gorivo. Ponoči se temperatura zraka zniža, sposobnost vezanja vlage se zmanjša, relativna zračna vlaga narašča, ko doseže 100 % se pojavi megla. Takrat gorivo veže zračno vlago. Enako se dogaja tudi v različnih vremenskih pogojih, ko se relativna zračna vlaga spreminja mimo običajnih dnevnih nihanj.

### Požari v letnih in dnevni obdobjih

Na podlagi zgoraj opisanih vremenskih razmer se verjetnost nastanka gozdnih požarov spreminja v letu in v dnevu. Povečana verjetnost nastanka požara pa ni odvisna zgolj od vremenskih razmer, temveč tudi od aktivnosti človeka v prostoru in času. Naravno okolje ima dve obdobji, ko je požarna ogroženost izrazito višja. V pomladanskem času sta to februar in marec, ko je mrtva biomasa zelnatih rastlin iz prejšnjega leta dodobra presušena. V tem obdobju pogosto piha močan, zelo suh severovzhodni veter burja, ki dodatno suši goriva in v primeru izbruha požara le tega hitro širi v smeri jugozahoda. Drugo obdobje povečane požarne ogroženosti naravnega okolja je polet, v juliju in avgustu. Padavin je v tem

času malo, temperature ozračja so visoke, zračna vlaga je nizka. Pogoste so tudi nevihte. Zaradi visokih temperatur je veliko posušenih zelnatih rastlin, torej je na voljo veliko goriva. Požarno je naravno okolje najmanj ogroženo maja, oktobra in novembra.

Požarna ogroženost se spreminja tudi tekom dneva. V času svetlega dela dneva so temperature zraka višje, relativna zračna vlaga je nižja. Ker se tekom dneva spreminja tudi človekova aktivnost v naravnem okolju, in je največja med 12. in 18. uro, je v tem času, ko sovpadajo vremenski pogoji in človekova aktivnost, tudi največje tveganje za nastanek požara v naravnem okolju. Tveganje je najmanjše med 24. in 6. uro zjutraj.



Slika 8: Ure največje požarne ogroženosti gozdov

## Tipi gorenja

Gorenje goriv v gozdu lahko poteka s plamenom ali brez plamena (tlenje in žarjenje). V izjemnih primerih, ko gori iglasti gozdovi lahko pride tudi do eksplozije, to je zelo hitre oksidacije ali razpada goriva, ki ima za posledico hitro povišanje temperature in tlaka, ki se širita v prostor. Do tlenja prihaja predvsem v podtalnih požarih, ko primanjkuje kisika [O<sub>2</sub>]. Gorenje s plamenom je odvisno od goriv in vremenskih pogojev v času gorenja. Ob nizkih temperaturah gorenja se plamen giblje enakomerno in ima enakomerno strukturo. Ob višjih temperaturah plameni poskakujejo in mnogokrat prihaja do prenosa plamena, kar povzroča sekundarne požare. Seveda v resničnem požaru ni zgolj enega ali drugega tipa gorenja. Glede na višino plamena razvrščamo požare v več skupin:

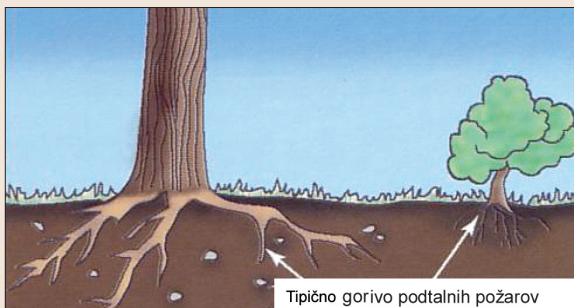
- višina od 0 do 0,5 m: nizka višina; gašenje je enostavno
- višina od 0,5 do 1,5 m: zmerna višina; gašenje je možno z ročnim orodjem
- višina od 1,5 do 3,0 m: visoka višina; gašenje je možno z direktnim napadom
- višina od 3,0 do 10,0 m: zelo visoka višina; gašenje z indirektnim napadom (vršni požari)
- višina nad 10,0 m: ekstremna višina; možna samo kontrola ognja in posebne metode

## Vrste gozdnih požarov

Gozdne požare delimo po količini in vrsti goriva, ki gori in mestu gorenja v vertikalnem preseku gozda. Gozdovi so porasli z različnimi tipi vegetacije, različnimi tipi gozdov in so različnih starosti (razvojna faza). Glede na mesto ognja razvrščamo gozdne požare na



Slika 9: Podtalni požar kot nadaljevanje nadtalnega



Slika 9a: Gorivo podtalnega požara

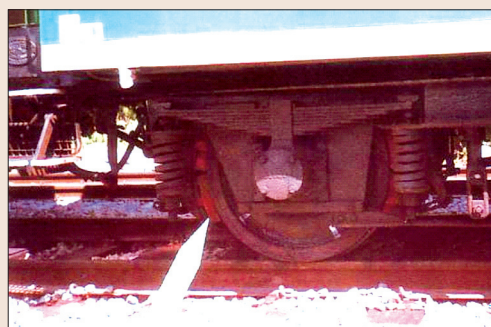


Slika 10: Talni požar





Slika 11: Vršni požar kot nadaljevanje talnega



Slika 12: Zavorne obloge kot povzročitelj gozdnih požarov



Slika 13: Pomoč helikopterjev je pri vršnih požarih nujna

podtalne požare, talne požare, vršne oz. kompleksne požare, debelne požare in kombinirane požare. V praksi pa se pojavljajo še požarni viharji.

### Podtalni požar

Podtalni požari se razvijajo v tleh, bogatih s humusom, opadom in mrtvim delom koreninskih sistemov rastlin. To so predvsem gozdovi v katerih je razgradnja opada počasna. Goriijo podzemni deli rastlin in goriva v gobjih delih tal. Ponavadi so podtalni požari kot nadaljevanje po gašenju talnih ali vršnih požarov. Lahko so tudi posledica udara strele. Težko jih je odkriti in pogasiti. Širijo se pod površjem in prikrito lahko tlijo v tleh nekaj dni, nakar se kot talni požar pojavi nekaj deset metrov od mesta nastanka. Najhitreje se širijo po podzemnih rovih živali in po odmrlih koreninah dreves. Za učinkovito pogasitev je potrebno gozdna tla prekopati in dodobra zaliti z vodo. Škode so lahko tudi velike, saj uničuje koreninske sisteme.

### Talni požar

Nastanejo in se širijo po tleh, predvsem po travinju, listju, mahovih in odpadlem materialu na tleh. Gori tudi pritalno rastje, grmovnice in humusni sloj.

Smeti v gozdu lahko dodatno pospešijo gorenje v pritalnem požaru. Največkrat je povzročitelj človek ali dejavnosti povezane z njim. Talne požare lahko kontroliramo in spremljamo. Škode so ponavadi majhne.

### Vršni oz. kompleksni požar

To so požari v krošnjah dreves. Vršne požare v večini primerov povzročajo talni požari ali udar strele. Talne požare lahko povzroči iskrenje električnih vodnikov. Pogost povzročitelj je tudi odletavanje razžarjenih delov zavornih oblog pri vlakovnih kompozicijah (slika 12). Gori ves nadzemni del goriv v gozdu, vključno s krošnjami in debli. Najpogosteje se pojavljajo v poletnem času oz. v zimskem času pri zelo močni burji. v poletnem času je v krošnjah dreves prisotno veliko eteričnih olj. Koncentracija hlapov eteričnih olj, ki je povečana v krošnji omogoča zelo hiter preskok ognja iz tal v krošnjo. Gašenje takšnih požarov je zelo težko in brez velikih količin vode nemogoče. V veliko pomoč so tu helikopterji in letala, ki vodo vsipajo na požarišče iz zraka. Vršni požari predstavljajo veliko nevarnost tudi za gasilce. Povzročajo velike škode in opustošenje gozda.

## Debelni požar

Kjer so krošnje visoko nad tlemi se predvsem pri iglavcih dogaja, da goriyo debla, krošnje pa ne. Debla ne zgorijo. To je vmesna oblika požara med talnim in vršnim. Lahko pa gori zgolj eno deblo, ki se je ožgalo zaradi udara strele. V teh primerih deblo pogori. Debelni požar se zelo lahko razširi v talni ali pa celo vršni požar. Škode so nekoliko večje kot pri talnem požaru.

Shematski prikaz preskoka plamena z goriv v pritalni plasti v goriva v podslojni in nadslojni plasti je prikazan na sliki 15.

## Faze razvoja požara

Faze razvoja gozdnega požara in različne možnosti razvoja požara od vžiga pa do pogasitve so prikazane na sliki 16. S točke vžiga lahko požar preide v talni in ta dalje v vršni ali pa se razširi takoj pod površje v podtalnega. Učinkovitost gašenja je odvisna od hitrosti intervencije, strokovne usposobljenosti gasilcev, njihove opreme in zadostnega števila gasilcev. Najboljši pokazatelj uspešnosti preventivnega varstva gozdov pred požari in uspešnosti gašenja je povprečna površina požarišča. V nižji razvojni stopnji je gozdni požar, lažje ga je pogasiti.

## Gašenje gozdnih požarov

Gašenje gozdnih požarov temelji na enakih principih kot gašenje ostalih požarov. Če si predstavljamo požarni trikotnik, gašenje temelji na odstranitvi enega od treh elementov gorenja, kisika [O<sub>2</sub>], energije ali goriva. Če odstranimo enega od pogojev gorenja, ogenj ugasne. V naravnem okolju to lahko storimo na sledeč način:

- energijo vžiga lahko odstranimo z ohlajanjem, to je z vodo;
- kisik odvezujemo s posipanjem ognja in goriva z zemljo, ki ne vsebuje humusa;



Slika 14: Debelni požar



Slika 15: Preskok plamenov po plasteh goriv (Muhič 2004)

- z odstranjevanjem oz. ločevanjem goriva med že gorečim gorivom in negorečim gorivom v bližini.

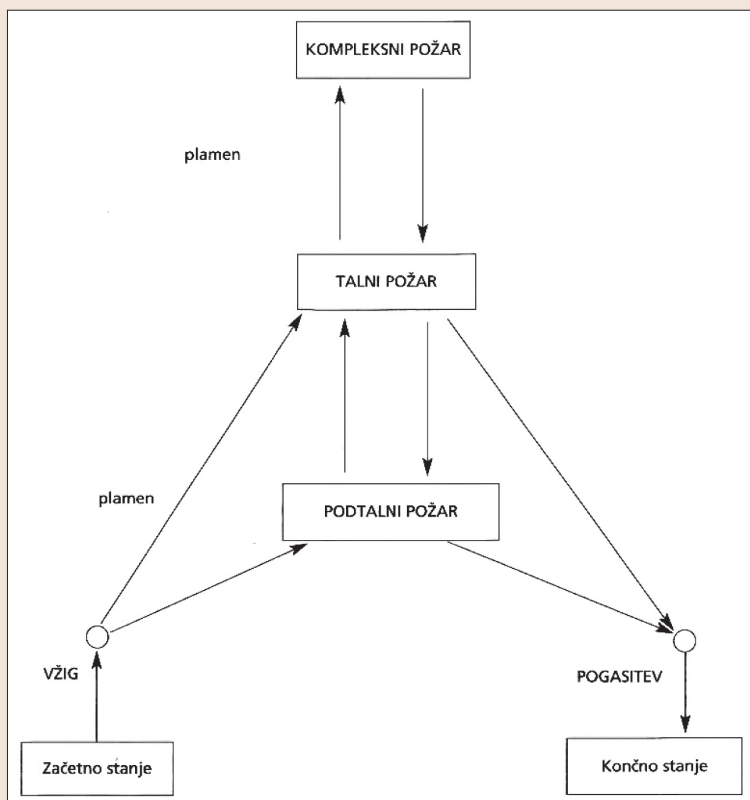
Preglednica 3: Hitrost širjenja plamena pri posameznem tipu gozdnega požara (Muhič 2004)

Vrsta gozdnega požara	Nizka intenziteta	Srednja intenziteta	Velika intenziteta
Podtalni in talni požar	Globina plasti v ognju do 0,5 m, višina rastlin v ognju do 0,5 m.	Globina plasti v ognju do 0,5 m, višina rastlin v ognju do 1,5 m.	Globina plasti v ognju do 0,5 m, višina rastlin v ognju nad 1,5 m.
Talni	Hitrost širjenja plamena do 1 m/min.	Hitrost širjenja plamena do 3 m/min.	Hitrost širjenja plamena nad 3 m/min.
Vršni oz. kompleksni	Hitrost širjenja plamena do 3 m/min.	Hitrost širjenja plamena do 100 m/min.	Hitrost širjenja plamena nad 100 m/min.

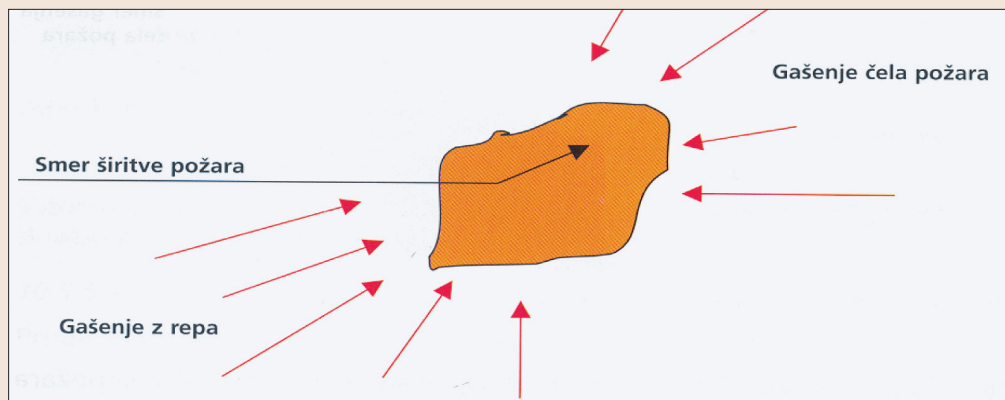


Plamene lahko pogasimo tudi s požarnimi metlami ali izpihovalniki, v skrajni sili tudi z vejami tako da z njimi tolčemo po plamenih. Toda za njimi moramo teren obvezno pregledati in žarišča kjer gorivo tli pogasiti z vodo. Primer načrtovanja gašenja požara je prikazan na sliki 17. Načrtovanje mora biti podprto s ustreznimi kartami na katerih so poleg klasičnih topografskih elementov

označeni gozdni sestoji, gozdne prometnice in ostali objekti pomembni za požarno varstvo. Ob dobrih kartah, ki so praviloma v merilu 1:5.000, je poznavanje terena in zmožnost orientacije na terenu ključnega pomena. Tu je mesto za sodelovanje gozdarjev in gasilcev, ki ne sme zajemati zgolj fazo preventive, temveč mora biti tvorno tudi v času intervencije. Dober primer takšnega sodelo-



Slika 16: Razvojne faze gozdnega požara (Muhič 2004)



Slika 17: Shematski prikaz kombinirane metode gašenja gozdnega požara (Krušec 2001)

vanja je zadnji velik gozdni požar, ki je na področju Škrbine, Železnih vrat in Trstelja ob koncu julija 2006 opustošil kar 950 ha veliko območje, od tega 710 ha gozdov (74 %). Prevladujejo odrasli borovi gozdovi (56 %) s primesjo hrastov (6 %) in ostalih termofilnih listavcev (38 %). Vršni požar je zajel približno 75 % vseh gozdov (510 ha), preostanek pa talni požar. Celotna dolžina roba požarišča meri 18,71 km.

### Posledice gozdnih požarov

Ogenj je eden od odločilnih ekoloških dejavnikov, ki je v nekaterih ekosistemih celo nujen za obnovo. V slovenskih podnebni razmerah ogenj predstavlja motnjo v razvoju ekosistemov, a je kljub temu naravni pojav, ki je bil vedno prisoten. Požar pomembno vpliva na rastline, živali, glive in procese v tleh. Posledice so biološke, fizikalne in kemične spremembe. Med najbolj opaznimi procesi je izguba organske snovi, ki se pri oksidaciji, to je pri idealiziranem popolnem izgorevanju, razgradi v vodikov dioksid [CO<sub>2</sub>], vodo [H<sub>2</sub>O] in negorljivi ostanek, pepel.

Učinki ognja na gozdna tla in biokemične procese v njih so odvisni predvsem od trajanja povečane temperature in dosežene temperature. Dosežena temperatura nad tlemi in v tleh je odvisna predvsem od razpoložljive količine goriv. Temperature na površju dosejajo vrednosti med 305 in 900 °C. Toda že 5 do 10 cm pod površjem, temperatura, v primerih, ko ni podtalnega požara, dosega vrednosti le med 60 in 100 °C. Po požaru so temperaturni ekstremitati večji. Zaradi črne obarvanosti se čez dan bolj segrejejo, ponoči pa

ker ni rastlinskega pokrova, bolj ohladijo. Povišanje temperature je še posebej visoko na južnih pobočjih, kjer je zaradi nagnjenosti terena proti soncu dotok energije na enoto površine večji. Temperature se lahko povečajo tudi do vrednosti, ki so letalne za seme rastlin in drevesnih vrst. Seveda pa so toplotni učinki na tla odvisni tudi od letnega časa, ko se požar dogodi.

Ogenj ima največje učinke na organsko snov. Učinki imajo na tla tako slabe kot dobre posledice. Dobra posledica je mineralizacija organske snovi, ki bi po naravni poti mineralizirala leta dolgo, primer so panji gozdnega drevja. Slaba stran pa je izguba organske snovi, ki je odvisna predvsem od intenzivnosti gorenja. Kar nekaj organske snovi izpuhti v zrak, to so predvsem dušikove in fosforjeve spojine. Količina izgubljenih snovi je odvisna od temperature. Višja ko je, večje so izgube. Mnogo elementov in mikroelementov, ki se ob požaru nenadoma sprostijo pa je podvrženo izpiranju in odnašanju z vetrom. Tako se opožarjeno zemljišče siromaši na hranilih. Spiranje hranil in s tem povezana erozija je po požaru pospešena, ker imajo pogorela tla veliko manjšo sposobnost zadrževanja vode, torej je površinski odtok večji. Tudi vlažnost tal se v večini primerov zmanjša, kar je povezano z manjšo sposobnostjo vezanja vode in z povišano temperaturo tal, ki pospešuje evaporacijo.

Ponavadi gozdni požari povzročijo povečanje pH vrednosti v gozdnih tleh. Povečanje je odvisno od intenzivnosti gorenja, količine pogorele organske snovi v tleh in preostale pufrne sposobnosti gozdnih tal. Povečanje je posledica topljivih baz



Slika 18: Počrnela gozdna tla po požaru

Slika 19: Zoglenelo truplo srne



v pepelu, izgube elementov kot so: dušik [N<sub>2</sub>], klor [Cl<sub>2</sub>] in fosfor [P], ki tvorijo anione in sproščanju alkalnih kovin (zemeljske alkalije) kot so magnezij [Mg], kalij [K] in kalcij [Ca], ki tvorijo katione. Bazičnost tal se poveča za 2-3 pH enoti. Povečanje lahko traja nekaj let in je odvisno tudi od količine glinastih delcev v tleh.

Eden glavnih produktov pri gorenju je pepel. Pepel vsebuje mnogo elementov. Najpogostejši v pepelu so magnezij [Mg], kalij [K], kalcij [Ca] i fosfor [P]. Povečanje elementov je toliko bolj pomembno, ker je večina elementov v obliki, ki je dostopna rastlinam. Pri pirolizi se elementi, ki so bili vezani v organski snovi (z izjemo kalija [K]) spremene v anorgansko spojino, ki se nahaja v pepelu. Velika nevarnost za izgubo teh elementov je odnašanje pepela z vetrom in vodo.

Vpliv na gozdno favno je različen. Mikro in mezo favna, ki jo ponavadi najdemo v površinskih, organskih plasteh gozdnih tal (O<sub>h</sub> horizont) in ima omejene možnosti premikanja, je mnogo bolj prizadeta kot makro favna, ki ima boljše možnosti premikanja. Mikro in mezo favna, ki živi v globini do katere ima gozdni požar učinek (do 0,5 m) je ob gozdnih požarih obsojena na uničenje. Če dvig temperature pod globino 10 cm ni tako velik, da bi uničil favno, preostanek favne kaj hitro kolonizira opustošeni del tal. V nasprotnem primeru, ko je mikro in mezo favna med požarom uničena v celoti, kolonizacija opožarjenega zemljišča lahko poteka nekaj let. Za makro favno ponavadi gozdni požari niso

usodni, izjema je čas poleganja, ko so mladiči še nezadostno gibljivi.

Število rastlinskih vrst se ob požaru nenadno zmanjša. Toda kmalu po požaru, ponavadi po prvem dežju, se hitro povečuje. Posebno zanimiva je sukcesija gliv, ki se pojavijo na požarišču. Tudi drugo in tretje leto po požaru je število rastlinskih vrst še vedno manjše, povečuje pa se število glivnih vrst. Nekatere so vezane izključno na požarišča.

Ekološke škode, ki jih povzročajo gozdni požari so vezane predvsem z dolgoročno izgubo rodovitnosti zemljišč in izpostavljenostjo zemljišč eroziji. Sukcesije gozdnih združb se vrnejo v pionirski stadij. Zadrževalna sposobnost gozda in gozdnih tal za vodo se zmanjša, kar lahko povzroča poplave in pomanjkanje pitne vode.

Raziskave kažejo, da so gozdni požari največji vir dioxinov. V letu 2002 so gozdni požari prispevali k emisijam dioxinov v okolje enako količino kot vsi ostali viri, ki jih je v svojih raziskavah identificirala Environmental Protection Agency (EPA) iz Združenih držav Amerike, skupaj. Količina dioxinov, ki jih v okolje spuščajo industrija in ostali komercialni viri padajo že nekaj zadnjih desetletji. Količina dioxinov iz gozdnih požarov se bo spreminjala v odvisnosti od obsega gozdnih požarov v posameznem letu, a bo ostajala najpomembnejši vir. Raziskave za leto 2003 kažejo, da večina dioxinov, ki se sproščajo pri gozdnih požarih, izhaja iz gorenja biomase in ne iz izhlapevanja komponent dioxinov iz vegetacije. Zanimivo je,

da se pri gorenju lesa v odprtem kurjenju sprošča približno 10 x več dioxinov na kg zgorelega lesa kot pri gorenju lesa v zaprtih kuriščih. Vzrok je v boljšem izgorevanju lesa v zaprtih kuriščih.

## POŽARNA OGROŽENOST GOZDOV V SLOVENIJI

Gozdovi v Sloveniji se razvrščajo v štiri stopnje potencialne požarne ogroženosti. Pri izdelavi ocene potencialne ogroženosti gozdov so bili upoštevani dejavniki znotraj gozda (drevesna sestava, razvojna faza itd.) in dejavniki zunaj gozda (temperatura, nadmorska višina itd.). Vsakemu dejavniku je bilo dodeljeno koliko točk lahko doseže. Dodelitev je bila izvedena glede na njegovo težo v modelu. Znotraj dejavnika pa se je razdelilo točke po merilih, ki jih je določal model znotraj dejavnika. Zavod za gozdove Slovenije je opravi razvrstitev gozdov po stopnjah potencialne požarne ogroženosti na podlagi ocene vplivov dejavnikov, ki povzročajo njihovo požarno ogroženost v osnovni načrtovalni enoti, to je v odseku. Če se vpliv dejavnikov v obdobju veljavnosti gospodarskega načrta spremeni, je treba temu ustrezno sproti prilagoditi tudi razvrstitev gozdov v stopnjo požarne ogroženosti. Upoštevani so bili sledeči dejavniki:

- drevesna vrsta: Vsaki drevesni vrsti je bilo dodeljenih določeno število točk, glede na njeno potencialno ogroženost. Iz deleža posameznih drevesnih vrst v odseku je bila ugotovljena povprečna vrednost.
- starost sestojev: Mladovju v odseku je bilo dodeljeno enotno število točk.
- srednja letna temperatura
- srednja letna količina padavin
- srednja letna relativna vlažnost zraka
- moč in pogostnost vetra
- periodičnost sušnih obdobji
- matični substrat in vrsta tal
- ekspozicija
- nadmorska višina
- nagib
- urejenost gozdov in gozdna higiena

Stopnje potencialne požarne ogroženosti gozdov so:

1. st. ogr. : zelo velika ogroženost
2. st. ogr. : velika ogroženost
3. st. ogr. : srednja ogroženost
4. st. ogr. : majhna ogroženost

1. **Zelo velika požarna ogroženost.** V to stopnjo se razvrščajo gozdovi oziroma območja gozdov, kjer stalna nevarnost gozdnih požarov pomeni resno grožnjo njihovemu ekološkemu ravnovesju, varnosti ljudi in premoženja v gozdu in gozdnemu prostoru ali predstavlja stalno nevarnost za pospeševanje nepovratnih degradacijskih procesov v gozdu in gozdnem prostoru.

2. **Velika požarna ogroženost.** V to stopnjo se razvrščajo gozdovi oziroma območja gozdov, kjer občasna nevarnost gozdnih požarov pomeni resno grožnjo njihovemu ekološkemu ravnovesju, varnosti ljudi in premoženja v gozdu in gozdnem prostoru ali predstavlja nevarnost za pospeševanje nepovratnih degradacijskih procesov v gozdu in gozdnem prostoru.

3. **Srednja požarna ogroženost.** V to stopnjo se razvrščajo gozdovi oziroma območja gozdov, kjer nevarnost gozdnih požarov ni stalna ali občasna, predstavlja pa resno grožnjo gozdnim ekosistemom.

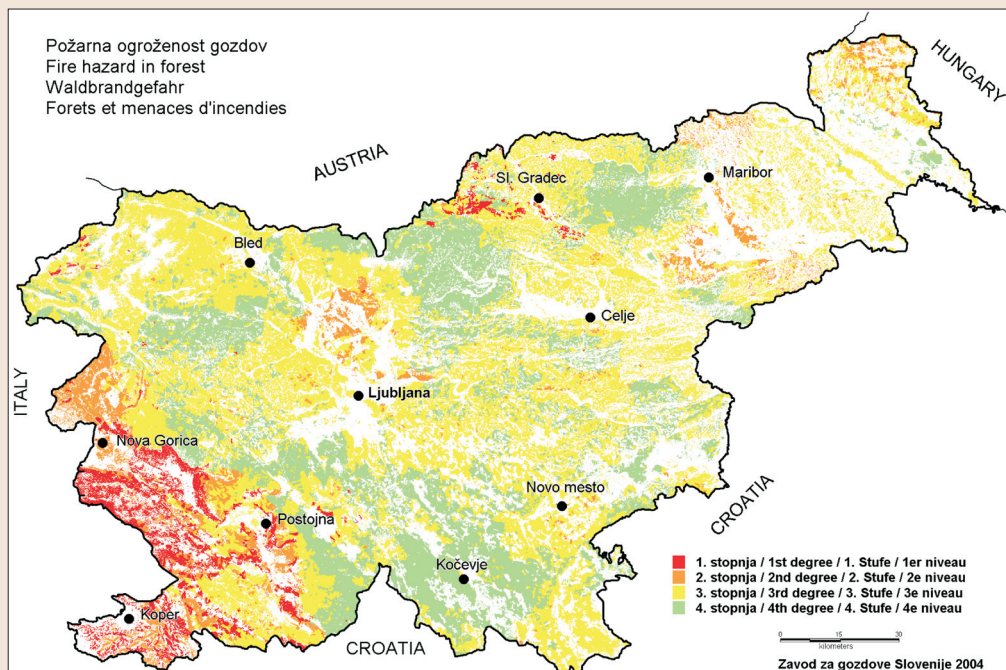
4. **Majhna požarna ogroženost.** V to stopnjo ogroženosti se razvrščajo gozdovi oziroma območja gozdov, ki niso razvrščena v nobeno drugo stopnjo.

Dejanska požarna ogroženost se spreminja v času in prostoru, predvsem v povezavi z vremenskimi pogoji v preteklih dneh, tednih lahko tudi mesecih in v danem trenutku. Po do sedaj veljavni metodologiji dejansko požarno ogroženost izračunava Agencija Republike Slovenije za okolje. Povečanje požarne ogroženosti pa po izračunih ARSO oz. na predlog ZGS razglasi Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje.

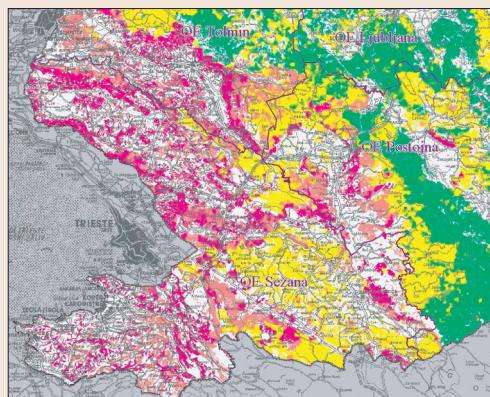
## Načrt varstva gozdov pred požarom

Z načrti varstva gozdov pred požarom se zagotavlja celovitost in usklajenost programiranja in izvajanja ukrepov preventivnega varstva gozdov pred požarom ter prispeva k učinkovitejšemu izvajanju gašenja gozdnih požarov.

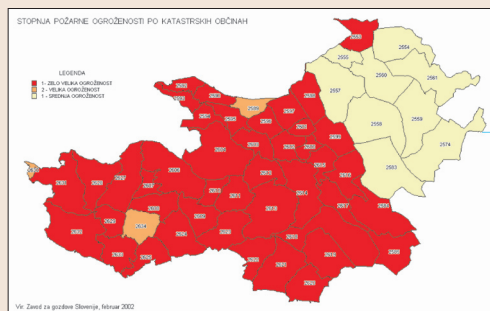
Načrti varstva gozdov pred požarom se obvezno izdelajo za gozdove oziroma območja gozdov zelo velike, velike in srednje stopnje požarne ogroženosti. Izdelajo se za obdobje 10 let za področje krajevne enote ZGS oziroma za funkcionalno zaključene površine gozdov, ki se glede varstva pred požarom enotno obravnavajo. Notranja strukturiranost načrtov varstva gozdov pred požarom je prilagojena možnostim načrtovanja varstva pred požarom na ravni občine.



Slika 20: Karta potencialne požarne ogroženosti gozdov v Republiki Sloveniji



Slika 21: Karta za JZ Slovenijo



Slika 22: Karta za slovensko primorje in Istro

Načrte varstva gozdov pred požarom izdelava in dopolnjuje ZGS. Načrte za območja z zelo veliko in veliko stopnjo požarne ogroženosti potrjuje strokovni svet območne enote ZGS.

### Vsebina načrta

Načrt varstva gozdov pred požarom je sestavljen iz besedila, seznamov in pregledne karte, ki vsebujejo:

#### 1. Besedilo:

- opis dejavnikov, ki odločujoče vplivajo na razvrstitev gozda v stopnjo požarne ogroženosti;
- analize vrste požarov in preteklem načrtovalnem obdobju in njihovih lokacij, vzrokov za njihov nastanek in škod, ki so jih povzročili, števila in površine požarišč z določenim tipom gozda, uspešnosti gašenja s stališča gozdarstva;
- opis stanja preventivnega varstva pred požarom z navedbo ukrepov in njihovim obsegom, objektov za preventivno varstvo, metod in tehnik zaščite gozdov pred požarom, organizacije in uspešnosti delovanja opazovalne službe na ogroženem območju;
- cilje, ki naj se dosežejo v obdobju trajanja načrta pri odpravljanju ali zmanjšanju glavnih vzrokov za nastanek požarov in pri izboljšanju

organizacije in delovanja opazovalne službe ter ukrepe za uresničitev teh ciljev;

- opis predvidenih sistemov gašenja požara.

## 2. Sezname:

- podatke o požarih v zadnjih petih letih na površini, ki jo zajema načrt varstva gozdov pred požarom;
- ceste, protipožarne preseke in protipožarne steze, ki se uporabljajo v preventivnem varstvu pred požarom in bi se uporabile tudi pri gašenju požara, z navedbo podatkov o njihovi prevoznosti;
- protipožarne objekte: zidove, opozorilne znake, vodne vire in mesta za preskrbo z vodo;
- razpoložljivo opremo za izvajanje opazovalne službe, nadzora, gašenja požarov in zavarovanja požarišč, z navedbo lokacije opreme;
- subjekte izven gozdarske dejavnosti, ki sodelujejo v preventivnem varstvu pred požarom, z njihovimi naslovi in telekomunikacijskimi številkami; osebe zavoda, ki so odgovorne za izvajanje načrta, z njihovimi naslovi in telekomunikacijskimi številkami.

## 3. Pregledna karta v merilu 1:10.000 ali manjšem merilu:

- prikaz prostorske razporeditve gozdov po stopnjah ogroženosti;
- vrisane ceste, protipožarne preseke, protipožarne steze in zidove;
- vrisane najpomembnejše dostope do območja;
- vodne vire, ki bi se lahko koristili za gašenje in mesta predvidena za preskrbo z vodo;
- vrisana mesta za opazovalno službo in območja, ki jih pokriva;
- vrisana območja gibanja mobilne opazovalne službe;
- vrisane infrastrukturne objekte in druge stalne objekte, ki vplivajo na požarno ogroženost naravnega okolja.

## PROTIPOŽARNA INFRASTRUKTURA V GOZDU

Gozdne prometnice, ki se uporabljajo za namen varstva gozdov pred požarom, so gozdne ceste, protipožarne preseke in protipožarne steze.

V protipožarno infrastrukturo v gozdu se uvrščajo gozdne ceste, ki imajo izrazit pomen za var-

stvo gozdov pred požarom in so tako opredeljene v načrtu varstva gozdov pred požarom. Vzdrževane morajo biti vse leto, razen, ko je območje, ki ga cesta odpira, pokrito s snežno odejo.

Protipožarne preseke so namenjene prevoznosti z intervencijskimi vozili in imajo neposredno vlogo v varstvu gozdov pred požarom. Prevoznost protipožarnih presek mora biti zagotovljena vse leto, razen, ko je območje, ki ga preseka odpira, pokrito s snežno odejo.

Protipožarna steza je pot, ki, skladno z načrtom varstva gozdov pred požarom, zagotavlja predvidene premike gasilskih moštvev in se povezuje s protipožarno infrastrukturo višje ravni.

## NAČRT SANACIJE POŽARIŠČA

Načrt sanacije za obnovo gozda na požarišču, ki po površini presega osnovno načrtovalno enoto, izdelata javna gozdarska služba.

### Načrt sanacije požarišča obsega:

1. Opis stanja požarišča: lego v pokrajini, relief, rastišče, tip gozda, vrsto podlage in globino tal, vrsto požara in poškodb, ki jih je povzročil (ločeno po razvojnih fazah gozda, skupinah drevesnih vrst, lastništvu) in prikaz posebnih zahtev, ki jih je potrebno pri načrtovanju sanacije upoštevati.
2. Način ureditve in pripravo požarišča za obnovo gozda s potrebnimi gozdnogojitvenimi in varstvenimi deli ob upoštevanju ostankov gozda, ki niso potrebni obnove. Oцени se potreben posek drevja in določi aktivnosti za vključevanje lastnikov gozdov v posek. Izračunata se čas, ki je potreben za pripravo požarišča za obnovo in višina nadstroškov pri poseku drevja, ki se financirajo iz sredstev proračuna Republike Slovenije.
3. Način obnove požarišča z izračunom potrebnih sadik gozdnega drevja in njihove vrednosti, organizacijo sadnje in setve z upoštevanjem udeležbe lastnikov gozdov in izračunom skupnih stroškov za sajenje oziroma setev ter prikaz tistih del, ki se financirajo oziroma sofinancirajo iz sredstev proračuna Republike Slovenije.
4. Način zaščite posajenih sadik in posejanih površin požarišča in izračun stroškov za izvedbo zaščite.
5. Prikaz požarišča in njegove obnove na pregledni karti v merilu 1:5.000, ki mora vsebovati vse sestavine gozdnogojitvenega načrta.

Načrt sanacije s smiselno enako vsebino iz prejšnjega odstavka izdela ZGS tudi za sanacijo gozda, poškodovanega v naravni ujmi, kalamitetah, epifitocijah in za sanacijo gozda, ki se šteje za ogroženo okolje po predpisih o varstvu okolja.

Načrt sanacije, katerega izvedba bo zahtevala prazporeditev proračunskih sredstev ali financiranje iz proračunske rezerve, sprejme minister.

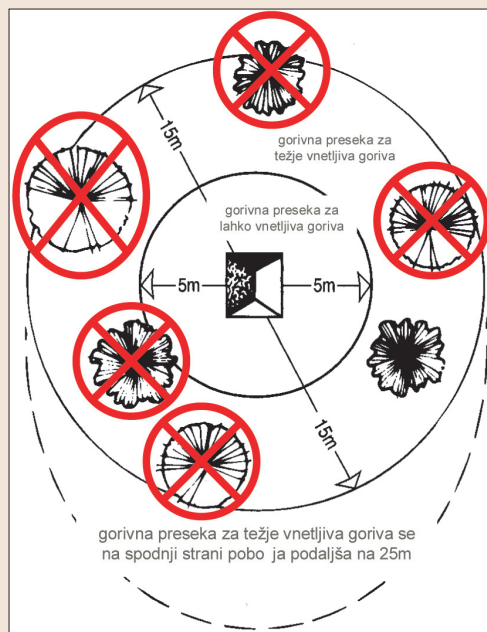
## Gozdna goriva v bližini stavb

Pri gradnji objektov na gozdnem robu in pri oblikovanju naših vrtov okoli hiš, moramo paziti, da so drevesa in ostali gorljivi materiali zadosti odmaknjeni od objektov. Z načrtnim preventivnim delom, posameznik oziroma skupnost, lahko v veliki meri zmanjšajo možnost poškodovanja premoženja v primeru gozdnega požara. S požarna ogroženost zmanjša. Iz bližnje okolice objekta je potrebno odstraniti vsa lahko vnetljiva in hitro goreča goriva kot so suha trava, grmičevje in nizka drevesa. Le ta goriva pri svojem gorenju sproščajo manj energije. Priporočljiva razdalja gorivne preseke za lahko vnetljiva goriva je vsaj 5 m. Gorivna preseka za težje vnetljiva goriva se na spodnji strani pobočja podaljša na 25 m

Gorivna preseka s katere odstranimo težje vnetljiva in počasi goreča goriva naj bi bila široka vsaj 15 m. Če je objekt na strmini se le ta razdalja na spodnji strani pobočja podaljša do 25 m. Povečana razdalja je posledica večje količine energije, ki se sprošča pri gorenju omenjenih goriv.

Seveda so omenjene razdalje zgolj izkustveno primerne razdalje, ki pa v primerih, ko se gozdni požar širi z močnim vetrom, še vedno ne zagotavljajo popolnega varnosti našega premoženja. Pri zagotavljanju požarne varnosti našega premoženja v naravnem okolju moramo poleg neposredne okolice objektov ustrezno urediti oz. čuvati tudi širšo okolico in gozd. Divja smetišča in odlagališča smeti na gozdnem robu in v gozdu so pogosto mesto vžiga in od tu se ogenj hitro razširi na gozd in okolico.

Požarni ogroženosti okolja v katerem bomo zidali se načrtuje tip gradnje objekta. Nespametno bi bilo graditi objekte iz lahko vnetljivih gradiv na gozdnem robu. Skladišča gorljivih snovi kot sta plin in kurilno olje je potrebno postaviti stran od potencialnega vira ognja, ter jih primerno zaščititi. Na dimnike kaminov in drugih peči v katerih se kuri na drva se mora namestiti lovilce isker.



Slika 23: Primerna ureditev okolice poslopja v požarno ogroženem naravnem okolju

## Kaj narediti če zagori

Če opazimo ogenj oz. smo ogenj povzročili s svojimi aktivnostmi, moramo ohraniti prisebnost in ostati mirni! Če ogenj ne ogroža vašega življenja oz. zdravja, poskušajte ogenj pogasiti oz. omejiti z razpoložljivimi priročnimi sredstvi. Takoj poskrbite za varen umik ljudi, ki so v vaši bližini. Če ugotovite, da ognja ne morete pogasiti sami, takoj pokličite Center za obveščanje, na številko 112!

### Operaterju, ki se bo javil povejte:

- KDO KLIČE
  - KJE GORI
  - KAKŠEN JE OBSEG POŽARA
  - ALI SO OGROŽENI LJUDJE IN ŽIVALI
- Na varnem mestu počakajte na prihod gasilcev in jih usmerjajte h kraju požara.

### V gozdu je prepovedano!

Zakon o gozdovih določa sledeče:

- kuriti, razen na urejenih kuriščih in zaradi zatiranja podlubnikov;
- požigati travišča in ledine na območjih, kjer ogenj lahko ogrozi gozd;
- kuriti sežigati ostanke kmetijskih rastlin na

obdelovalnih kmetijskih zemljiščih, če ne moremo urediti kurišča;

- uporaba odprtega ognja v času, ko je razglašena povečana požarna ogroženost naravnega okolja.

### Uporaba odprtega ognja v naravnem okolju

Uredba o varstvu pred požarom v naravnem okolju določa kdaj in pod kakšnimi pogoji je dovoljena uporaba odprtega ognja v naravnem okolju. Uredba določa:

urejeno kurišče mora biti:

- obdano z negorljivim materialom
- oddaljeno od dreves vsaj 10 m in 50 m od gozdnega roba,
- kurišče mora biti nadzorovano in zavarovano ves čas kurjenja,
- po končanem kurjenju ali sežiganju moramo pogasiti ogenj in žerjavico ter pokriti kurišče z negorljivim materialom,
- ob zmernem vetru (6 m/s) moramo prenehati kuriti, sežigati ali uporabljati odprti ogenj,
- ne smemo uporabljati gorljive tekočine in materiale, ki pri gorenju sproščajo močan dim ali strupene pline.

### Summary

In Slovenia the greatest hazard of forest fire exists in the sub-Mediterranean phytoclimatic region which practically coincides with the forest management region Sežana. Despite the fact that the forest management region of Sežana accounts for only 7 % of Slovenian forests, the yearlong average of all fires exceeds 70 percent, both in number and in area of burnt forestland. Apart from the warm climate and unfavourable yearly distribution of precipitation, fire hazard of the Slovene Karst and Primorsko region is increased by the limestone bedrock which does not retain water and by frequent strong winds, mostly in the wintertime – the bora – which can reach speeds of up to 180 km/h and more. Forest hazard is additionally increased by a millennium of human influence, reflected in a strongly altered vegetation. Plantations of Black pine (*Pinus nigra* Arn.) and Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) prevail. Both species have successfully spread also due to natural germination. The number of forest fires depends mostly on climatic factors and human carelessness and negligence. The scope of forest fire is largely dependent on man, his activities in the forest and forest area and above all on the organization of forest

fire protection in the natural environment, both on preventive and remedial measures.

The number of forest fires throughout the year depends chiefly upon climatic factors. The yearlong average is characterized by two periods of more frequent forest fires. The first period is in the wintertime lasting from the beginning of February till the end of March. The second is in the summer, in July and August. The number and probability of forest fire changes through the day as well. The most critical time for forest fire is between noon and 6 p.m., hitting the highest point at 2 p.m.

The consequences of fire depend on forest fire type, on the composition and structure of the forest, the time and duration of the fire, the burnt area and on the ecological susceptibility of the fire region. Most dangerous are fires which affect trees from the ground to the top of the crowns. Apart from affected trees and biomass, the consequences of forest fires are hindered or even bereaved ecological, social and economic functions of the forest. Stands affected by one of the two mentioned kinds of forest fire need to be felled, prepared for regeneration and regenerated or restored. If sanitary fellings are late, even the phyto-biomass which could have been used after the fire may well be lost. An even more severe danger is the potential threat of an increase in number of bark beetles which colonize weakened and injured trees and start endangering healthy stands as well. Steep hill slopes experience intense danger of erosion after forest fires. If a burnt forest area is not regenerated, the succession of forest capable of performing all expected functions is delayed for several decades.

### Literatura:

- GOODSON, C., 2003. Wildland Fire Fighting for Structural Firefighters, str. 2-47.
- GRM, B., STEVANOVIČ, B., 2002. Kemija v gasilstvu, Gasilska zveza Slovenije, str. 87-102, 131-136, 160-164.
- JAKŠA, J., 2002. Forest fires, students' paper, Polytechnica Nova Gorica.
- KOTAR, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije, str. 59-62.
- KRUŠEC, I., 2001. Osnove varstva pred požarom, Gasilska zveza Slovenije, str. 241-247.
- MUHIČ, D., 2004. Požari v naravi, Gasilska zveza Slovenije, str. 9-65, 145-154.
- PERKO, F., POGAČNIK J., 1996. Kaj ogroža slovenske gozdove, str. 93-102
- VAJDA, Z., 1974. Nauka o zaščiti šuma, Školska knjiga, str. 355-425
- ZAVOD ZA GOZOVE SLOVENIJE. Poročilo o gozdovih, za obdobje 1994-2005



## 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, iz 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 vejnastost 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, vejnastost, 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 m<sup>3</sup>/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 vetrolomov, snegolomov in napadov podlubnikov ali drugih škodljivcev močno poškodovanih in zato vrzelastih že v razvojni fazi močnejšega drogovanjaka. 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 jelovo 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 veljavni 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 redke 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 vejnatiosti 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 debelovejnatiost 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 vejnatiosti 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. Nekateri 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 cm<sup>2</sup>, drevesa 5. debelinske stopnje pri 9 m višine (44,9 cm<sup>2</sup>), drevesa 6. debelinske stopnje v višini 15 m (48,8 cm<sup>2</sup>), drevesa 7. debelinske stopnje v višini 17 m (54,9 cm<sup>2</sup>), drevesa 8. debelinske stopnje v višini 13 m (84,1 cm<sup>2</sup>), drevesa 9. debelinske stopnje v višini 15 m (135,1 cm<sup>2</sup>), drevesa 10. debelinske stopnje v višini 23 m (162,8 cm<sup>2</sup>), drevesa 11. debelinske stopnje v višini 23 m (161,1 cm<sup>2</sup>) in drevesa 12. debelinske stopnje v višini 19 m (215,4 cm<sup>2</sup>). 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 debela 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 Zavistost

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

### 2.2.4 Napake srca

Pod napake srca SIST-1014 uvršča kolesivost, gnjilobo (pravilnejši izraz bi bil trohnoaba), 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 hlo dov 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 trohnoaba, ki se pojavlja tako pri jelki kot pri smreki. Pri smreki je daleč najbolj

pogosta rdeča trohnoaba, ki jo povzročata smrekov trohnoabnež (*Heterobasidion parviporum* Niemelä et Korhonen). Tudi pri jelki imamo tovrstno trohnoabo, ki jo povzročata jelov trohnoabnež (*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 blede 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 trohnoaba 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 trohnoaba 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 trohnoabo 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 trohnoabo v sestoji, starem 65–70 let, na rastišču združbe *Quercus-Carpinetum pinetosum* v Prekmurju pri Motvarjevcih je pokazala, da je z rdečo trohnoabo 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 trohnoabo, 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 trohnoabo (povzeto po analizi Miklavčiča) so prikazani v preglednici 1.

**Preglednica 1:** Deleži napadenosti dreves z rdečo trohnoabo 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 trohnoabo do 2 m višine debela. Delež rdeče trohnobe v čistih smrekovih sestojih ni značilno različen od deleža rdeče trohnobe v mešanih sestojih. Delež dreves, ki jih je napadla rdeča trohnoaba, 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 zavitost. 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 debela (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 debela v višini 1,3 m, premer debela v višini 2,0 m, višina drevesa, višina debela do pričetka (dna) krošnje, velikost in utesnjenost krošnje, dolžina izvrtka za zadnjih 10, 20 in 30 let, kakovost debela, razdalja do najbližjega drevesa, razdalja do najbližjega panja, socialni status drevesa (socialna plast) in starost.

Pri kakovosti debela je bilo ocenjeno, ali je deblo ravno (navpična rast), poleg tega pa še: krivost, dvorhatost, poškodovanost in vejnatost. Vejnatost se je ocenjevala po posameznih četrtinah debela, 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 četrtin 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 četrtin debela 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 <sup>3</sup> /ha	Vrednost sestoja €/ha
1. <i>Rhytidadelpho lorei-Piceetum abietetosum</i> Pokljuka	9	33	826	38.152
2. <i>Rhytidadelpho 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>).

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 predstavljene 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 debela do premera 7 cm.

Rebula je tiste dele debela, tj. hlude, 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 hloodov 1. KR pri jelki v skupini A največji pri prsnem premeru debela  $DBH = 40-45$  cm, potem pa pada. Če izračunamo volumen hloodov 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 debela 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 debela, 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 hlooda, in to v odstotkih, moramo izračunati še  $K\%$ , ki ga izrazimo na naslednji način:  $K\% = \frac{K}{D_{sr}} \cdot 100$ .

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 debela, 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 debelu, 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 debela, ki je očiščeno vej, manjšo koničnost kot je povprečna po celem debelu; 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 debela le malokdaj tisti dejavnik, ki je ključen za uvrstitev hloodov 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 debela v KR-A, 40 cm, ker zahteva SIST-1014 srednji premer hlooda najmanj 35 cm. Enako velja tudi za spodnjo četrtino debela minimalni prsni premer 30 cm za uvrstitev v KR-B. Podobno velja, da morajo biti prsni premeri debela za drugo četrtino debela približno 15 cm večji, kot je srednji premer, zahtevan v standardih. Tako je minimalen  $dbh$  debela 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 debela 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 debela) samo 0,39 % lesne mase drevesa. Če pa postavimo, da ima deblo obliko stožca (v krošnji jo ima), potem je v zgornji osmini debela samo 0,195 % od celotne mase debela. Zato lahko v izračunih ta del lesne mase debela zanemarimo. Če predpostavimo, da je oblika debela stožec, potem izračunamo srednje premere posameznih četrtin (v zgornji četrtini za predzadnjo osmino) po naslednjih obrazcih:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$dbh = \text{prсни premer};$$

$$K = \text{koničnost v cm/1 tkm.}$$

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

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

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

### 2.3.3.2 Vejnatos

Pri oceni kakovosti debela je vejnatos pri jelki in smreki zelo pomemben indikator za uvrščanje v kakovostne razrede, če predpostavimo, da so izpolnjene zahteve glede dimenzij in zdravosti. Na vejnatos 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 debela oziroma med posameznimi sekcijami debela. 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 debela), 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 debela, je smiselno, da analiziramo vejnatos za vsako sekcijo posebej. Navedena analiza pokaže, da znotraj istega sestoja za oceno vejnatosi 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 vejnatos v sestojih, ki so bili osnovani z gosto sadnjo, drugačna od vejnatosi sestojev, ki so bili osnovani z redko sadnjo. Prav tako je vejnatos različna med sestoji, ki so bili redčeni z različno jakostjo in podobno. To pa pomeni, da se vejnatos razlikuje od sestoja do sestoja in od rastišča do rastišča. Zato ne moremo pričakovati, da bomo z majhnim vzorcev zajeli vso raznolikost vejnatosi 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 debela. 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 debela 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 snegolomov 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 zalogo.

V preglednici 4 so prikazane lokacije vzorčnih ploskev, rastiščne enote oziroma sintaksonomske enote, v katere so uvrščene analizirane fitocenozе, 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). Četrtnine 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 hlovdov 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 ploskvah

Št. plosk.	Lokacija	Razvojna faza	Rastiščna enota	Starost	Volumen m <sup>3</sup> /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 ustrežal 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 vejnati jelke (Furlan 1974), o napadenosti smreke z rdečo trohno 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 debela sortimente najvišjega kakovostnega razreda, na drugi strani pa imamo sestoje, kjer dajejo debela le sortimente s podpovprečno kakovostjo. Visokokakovostni sestoji uspevajo predvsem na rastiščih, kjer ti dve vrsti tvorita naravne fitocenozo.
5. Poleg zdravosti lesa, ki je najpomembnejši izločitveni dejavnik pri uvrščanju sortimentov v posamezne kakovostne razrede – ob predpostavki, da imamo debela zahtevanih dimenzij – je odločujoč indikator pri ugotavljanju deleža posameznih kakovostnih razredov vejnati oziroma, pri sortimentih, grčavost. Na manj produktivnih rastiščih pa je odločilna tudi koničnost. V velikem delu smrekovih in jelovih gozdov so debela vejnata celo v spodnji četrtini; imajo veliko število mrtvih vej. Glede vejnati 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 debela. 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 vejnatiost v spodnji četrtini ali celo polovici debela 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 nevitarna, 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
2. Če izhajamo iz tega, da imamo smreko in jelko na primernih rastiščih z ustrezno provenienco 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 mlajše jelke. Mladja, ki jih prepustimo naravnemu razvoju, se razvijajo 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 rastiščni 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 krošenj.

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 €/m<sup>3</sup> 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 sestoje 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 m<sup>3</sup>/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 zahvalujem. 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.
- BRAČIČ, 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 Kajžar 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 (povzročitelji, 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 sestoja. *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 hlodov, njeni kazalci in njihova uporabnost pri razvrščanju hlodov. *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 hlodov 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.

## Vpliv razvoja, staranja in poškodovanj drevesa na lastnosti in kvaliteto lesa

*Influence of tree development, ageing and injury on wood properties and quality*

*Velikemu arboristu Alexu L. Shigo-u v spomin.*

Niko TORELLI\*

*Senectus insanibilis morbus est* (Starost je neozdravljiva bolezen.)

(L. Annaeus Seneca, *Epistulae* 108, 28)

### Izvleček:

Torelli, N.: Vpliv razvoja, staranja in poškodovanj drevesa na lastnosti in kvaliteto lesa. *Gozdarski vestnik*, 64/2006, št. 9. V slovenščini, z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 44. Lektura angleškega besedila izvlečka in prevod povzetka Jana Oštir.

Podan je pregled ontogenetskih, senescenčnih in starostnih sprememb v drevesih. Opisan je njihov možni vpliv na lastnosti in kvaliteto lesa s poudarkom odziva živega drevesa na površinske in globoke poškodbe. Nastanek drevesa kot »odprtega« sistema je rezultat usklajenega delovanja apikalnih in lateralnih meristemov. V primerjavi s celotno življenjsko dobo drevesa, so tkiva in organi kratkoživi in podvrženi razmeroma hitri senescenci in periodični obnovi. Eliminacija senescentnih tkiv in organov je v vlogi vzdrževanja homeostaze znotraj drevesa, ki zagotavlja ravnovesje med poganjki, koreninami in beljavo. Eliminacija senescentnih organov in tkiv poteka (a) z abscisijo v jasno identificiranih regijah, abscisijskih conah (npr. listi, skorja, veje, korenine, trihomi) ali (b) v dinamičnem procesu ojedritve ali dehidracije debelne sredice brez pojava abscisijskih con. Senescenca in smrt celic, tkiv ali organov, ki ju spremlja recikliranje hranil, sta pomembni za splošno ekonomijo drevesa. Z naraščajočo starostjo in dimenzijami drevesa, so eliminirani mrtvi deli debelne sredice vse bolj podvrženi poškodbam, infekciji in posledično degradaciji kvalitete lesa.

**Ključne besede:** drevo, ontogenija, homeostaza, senescenca, staranje, kvaliteta lesa

### Abstract:

Torelli, N.: Influence of tree development, ageing and injury on wood properties and quality. *Gozdarski vestnik*, Vol. 64/2006, No. 9. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 44. Abstract translated into English by the author. English language editing by Jana Oštir. Summary translated into English by Jana Oštir.

An overview of ontogenetic, senescence and ageing alterations in trees is given. Their possible effect on wood quality with emphasis on the response of the living tree to superficial and deep wounds is described. The formation of the tree as an "open" system results from concerted activities of apical and lateral meristems. Compared with the total lifespan of a tree, living tissues and organs are relatively short-lived and subjected to relatively fast senescence and periodical renewal. Elimination of senescent organs and tissues functions to maintain homeostasis within a tree, keeping shoots, roots and sapwood in balance. Removing of senescent organs and tissues take place in two ways: (a) in readily identifiable regions, the abscission zones (eg. leaves, bark, branches, roots, trichomes) or in a dynamic process of heartwood-formation and dehydration without abscission zones in the stem core. Senescence and death accompanied by nutrient recycling are important in the general economy of the tree. With increasing age and tree dimensions the eliminated dead stem core becomes more and more liable to wounding and infection resulting in loss of wood quality.

**Key words:** tree, ontogeny, homeostasis, senescence, ageing, wood quality

## 1 UVOD

V najširšem pomenu besede lahko staranje označimo kot vsoto vseh sprememb, ki se zgodijo organizmu v času življenja.

Kohn (1978) podrobneje loči med razvojnimi in starostnimi spremembami, ko po teleoloških kriterijih interpretira razvoj kot »zgodnje pro-

cese, ki krepijo funkcijsko sposobnost sistema, medtem, ko se staranje sestoji iz kasnejših procesov, ki zmanjšujejo sposobnost delovanja, ali pa nanj nimajo vpliva«. Kasneje je Masoro (1995)

\* prof. dr. dr. h.c. N. T., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

definiral staranje kot »s časom napredujoče degenerativne spremembe v postmaturacijskem obdobju, ko se povečuje ranljivost in z njo zmanjšuje sposobnost organizma za preživetje« (prim. Torelli 2004).

Frolkis (1982, iz Arking 1998) označuje »staranje kot naraven razvojni biološki proces, ki omejuje adaptivne možnosti organizma, povečuje verjetnost smrti, skrajšuje življenjsko dobo in pospešuje starostno patologijo« (prim. Torelli 2004). Omenjene definicije resda veljajo za živali in človeka, vendar se jih da smiselno aplicirati tudi na lesne rastline. Pri tem je treba upoštevati, da je drevo »odprt«, generirajoč sistem pri katerem se delež živih tkiv v primerjavi z mrtvimi sčasoma zmanjšuje. Odrasle živali imajo le malo tkiv, ki se lahko delijo. Pri višje organiziranih živalih regeneracija organov ali delov telesa ni mogoča. Zato je živalski organizem »zaprt« sistem. Drevo s sistemom apikalnih in lateralnih meristemov periodično obnavlja organe in tkiva: liste, koreninski sistem in povezujoča vaskularna tkiva. Višje rastline so zaradi majhne specializiranosti v primerjavi z živalmi bolj plastične in imajo veliko sposobnost regeneracije. Če naj bi meristemska aktivnost sčasoma slabela (kot trdijo nekateri avtorji), potem bi se utegnila rastlina v visoki starosti spremeniti v »zaprt« sistem (Passecker 1962).

Iz praktičnih razlogov tukaj ločim (zgolj lingvistično identična izraza, prim. Torelli 2004) senescenco od staranja. S senescenco označujemo notranje nadzorovane procese, ki potekajo na nivoju posameznih celic (lesni trahearni elementi: vlakna traheide, vlaknaste traheide, libriformska vlakna, trahejni členi), tkiv oz. tkivnih kompleksov (beljava), organov (list, cvetni deli) in delov drevesa (veje). Trahearni elementi odmro že po nekaj tednih po zaključeni diferenciaciji in zunajkambijski rasti. Prevajalno vlogo lahko prevzamejo le mrtvi elementi brez protoplastov, medtem ko parenhimske celice ob progresivnem centripetalnemu padanju vitalnosti (staranju), živijo, dokler so del beljave: pri vrstah, ki ojedrijo, nekaj let in pri vrstah, ki ne ojedrijo (bukev, javor) oz. pri vrstah z upočasnjeno ojedritvijo (npr. beli gaber, glej tab. 1), tudi preko sto let! Senescenca je aktiven proces, ki potrebuje energijo in je intimno povezana z različnimi fazami razvoja rastline (Nooden in Thompson 1985). Za razliko od senescence, predstavlja staranje širok spekter pasivnih in nereguliranih degenerativnih procesov, ki jih sprožajo predvsem zunanji dejavniki, tj. vsakršna poškodovanja in škodljivi vplivi.

## 2 DREVO

Odraslo drevo je kompartmentalizirana in abscisirajoča lesna trajnica s homeostazno uravnoteženimi tremi poglavitnimi deli drevesa: listnim aparatom, aktivnim sistemom drobnih korenin in živim parenhimom beljave (*abscisija* iz lat. *abscedo* –*cessi* –*cessum* »odstraniti«, »odrezati«; *homeostaza* fiziološka stabilnost, sposobnost organizma, da kljub zunanjim spremembam vzdržuje ravnovesje svojih funkcij; iz gr. *hómoios* »podoben« in gr. *histánai* »postaviti«) (prim. Waring in Schlesinger 1985, Carlson in Harrington 1987, Torelli 2003). Zato je drevo kot odprt generirajoč sistem razvil širok spekter načinov eliminiranja senescentnih odsluženih tkiv in organov kot načina za vzdrževanje dinamičnega ravnovesja med strukturami in procesi (homeostaza). Eliminacijo lahko spremlja abscisija z anatomsko diferencirano *abscisijsko cono*, ki vsebuje *ločitveno* in (praviloma) suberizirano *zaščitno plast*. Slednja zaščiti oz. zatesni mesto bodočega odloma (listi, plodovi, veje, mrtva skorja). Analogna sta tudi *zaščitni sloj* v vejah listavcev in *smolni stožec* v vejah iglavcev. Pred eliminacijo se tkiva in organi starajo, stara pa se tudi drevo kot celota.

## 3 ONTOGENEZA

Razvoj individualnega organizma od embrija do spolno zrele (tukaj) lesne rastline označujemo kot ontogenijo oz. ontogenezo. V začetnem mladostnem (juvenilnem) obdobju, ki traja do spolne zrelosti, les postopoma pridobi »normalno« zgradbo in lastnosti »normalnega«, zrelega (adultnega) lesa. Z zgodnjim življenjskim obdobjem je povezano tudi značilno spreminjanje orientacije rasti.

### 3.1 Mladostni/zreli les (prim. npr. Torelli et al. 1998)

Mladostni in zreli les predstavljata dve različni populaciji celic v istem drevesu. Zreli les ima značilnosti »normalnega« lesa, medtem ko ima mladostni les kot rezultat delitvene aktivnosti mladega kambija in zaradi bližine apikalnih in listnih meristemov (dobra oskrbljenost z avksinom IAA, indol očetna kislina), krajša vlakna, tanjše stene, abnormalno velik mikrofibrilarni kot in zaradi odsotnosti tipičnega kasnega lesa, nižjo gostoto. Posledica velikega mikrofibrilarnega kota je velik aksialni skrček., ki lahko povzroči nezaželeno veženje v procesu sušenja. Mladostni les (odvisno od vrste) v 5-20/35 letih postopoma preide v »normalni« zreli les. Zgradba in lastnosti lesa se v mladostnem

obdobju hitro spreminjajo. Kambij tvori vse daljša vlakna, dokler slednjič ne dosežejo »normalnih« dimenzij zrelega lesa, medtem, ko se mikrofibrilarni kot in aksialni skrček lesa postopoma zmanjšujeta. Zanimivo je, da pojav zrelega lesa približno sovпада s prvim cvetenjem in fruktifikacijo. Mladostnega lesa je najmanj pri tolerantnih (»sencovzdržnih«) vrstah s praviloma počasno rastjo v mladosti (npr. jelka, bukev), kjer zato predstavlja zanemarljiv del odraslega drevesa. Mnogo večji je delež mladostnega lesa pri heliofilnih (»svetloboljubnih«) vrstah (npr. topol, breza, bor) z intenzivno debelinsko (radialno) rastjo v mladosti. Poleg debelne sredice (»srce«, »srčevina«, angl. *core*, *pith wood*, nem. *Herz*, *Herzholz*) ima mladosten značaj tudi strukturno povsem identičen »krošnjev« les (angl. *crown-formed*, nem. *kronenbürtiges Holz*). Obe kategoriji mladostnega lesa predstavljata tehnološko izrazito manjvreden del drevesa. (Opomba: v slovenščini izraz »srce« mnogokrat enačijo z *jedrovino* in *črnjavo*, npr. Brinar 1970, kar pa ni povsem točno. V najširšem pomenu besede predstavlja srce sredico s strženom, ima pa tudi slabšalni pomen, če imamo v mislih tehnološko manjvredne lastnosti mladostnega lesa v sredici).

Mladostna sredica je obremenjena še z drugimi »napakami«. Reakcijski les, kot aktivno usmerjevalno tkivo z »abnormalno« strukturo, nastaja praviloma v fazi hitre višinske rasti, ko so v borbi za svetlobo potrebne pogoste preusmeritve drevesne osi. Zato ga je praviloma največ v mladostnem lesu (razen v pobočjih in na robu sestojev pri drevju z izrazito asimetrično krošnjo, kjer se normalno tvori tudi kasneje). Reakcijski les se vselej nahaja na lokaciji debelne krivine; tukaj je deblo tudi ekscentrično (prim. npr. Torelli 2002a).

S starostjo se kopičijo tudi rastne napetosti, ki lahko pri starejšem in debelejšem drevju povzročijo mehanske tlačne porušitve v sredici (»krhko« srce, angl. *brittle heart*, nem. *Sprödkernigkeit*, *Sprödfaserigkeit*), pri podiranju in razžaganju pa zaradi sproščanja napetosti, pokanje lesa v obliki srčnih in krožnih razpok (»kolesivost«, angl. *ring shake*, nem. *Ringriß*). Tudi grč je v sredici največ. Če k temu prištejemo še izrazito nagnjenost sredice k »diskoloriranju« (prebarvanju), infekciji, kolonizaciji in razkroju po poškodbah, potem predstavlja mladostni les tehnološko manj vreden del drevesa.

### 3.2 »Rast« - potek aksialnih elementov (prim. npr. Krošl in Torelli 1997).

Za zgodnje življenjsko obdobje je značilno tudi spreminjanje poteka aksialnih elementov v lesu oz.

»rasti« (angl. *grain*, nem. *Faserverlauf*, *Faserrichtung*). Ravna rast je prej izjema kot pravilo. Povsem ravna (vzporedna z drevesno osjo) je le v območju stržena. V zgodnji mladosti se začne pri iglavcih rast odklanjati v levo (S-heliks; smer rasti označuje srednji del črke S). Po doseženem maksimalnem odklonu se začne rast pri iglavcih izravnati. Sledi postopen zasuk v desno (Z-heliks). Pri listavcih je praviloma trend obraten: spočetka je rast odklonjena v desno (Z-heliks), ob koncu juvenilnega obdobja pa se začne rast odklanjati v levo (S-heliks). Svoj izvor ima »spiralna« rast v psevdotransverzalnih delitvah vretenastih (fuziformnih) kambijevih inicialk. Izrazita spiralna rast lahko povzroča močno veženje lesa v procesu sušenja, pa tudi težave pri obdelavi lesa.

## 4 SENESCENCA

*Senescenca* je aktiven proces in ni preprosto smrt ali odmiranje (nevroza), ki jo lahko povzročijo strupi in številni škodljivi zunanji dejavniki, temveč predstavlja temeljni razvojni proces s številnimi funkcijami v rastlinski ontogeniji. Senescenca tudi ni preludij smrti, temveč prej učinkovito preživetveno sredstvo, saj jo praviloma spremlja recikliranje hranil znotraj rastline. To omogoča preživetje drevesu na manj rodovitnih rastiščih, ne da bi vedno znova črpalo določana hranila iz tal. Tako so pri več vrstah dokazali recikliranje hranil iz jedrovine v beljavo. Proces je zelo podoben resorpciji hranil iz senescirajočih listov (Bamber in Fukazawa 1985).

V tipičnih primerih se senescenca zaključi z abscisijo, tj. s fizično ločitvijo organa ali tkiva. Lep primer so listi, ki v procesu senescence pred odstranitvijo v *abscisijski coni* formirajo *ločitveno* (angl. *separation layer*, nem. *Trennschicht*) in *zaščitno plast* (angl. *protective layer*, nem. *Schutzschicht*) (prim. Addicott 1991). Odmiranje skorje spremlja tvorba *periderma* s suberiziranim *feleomom*, ki tudi predstavlja nekakšno abscisijsko cono z ločitveno in zaščitno plastjo. Dinamičen, homeostazno uravnotežen proces ojedritve je prav tako aspekt senescence. Jedrovina ni izpostavljena izsuševanju in kolonizaciji, zato poteka eliminacija brez ločitvene in zaščitne plasti. (Torelli neobj.).

Tudi vgrajevanje rastnih (notranjih) napetosti (angl. *growth stresses*, nem. *Wuchsspannungen*) lahko v širšem kontekstu interpretiramo hkrati kot senescenčni in starostni fenomen (prim. Torelli 1998). V zadnji fazi diferenciacije vlaken v kambijevi coni se v les vgrajujejo aksialne rastne napetosti: na drevesnem obodu natezne napetosti in v sredici tlačne, ki se s staranjem in večanjem premera

kumulativno povečujejo. Zaradi anizotropne zgradbe lesa se aksialne napetosti značilno distribuirajo v tangencialni in radialni smeri: periferija debla je v tangencialni smeri obremenjena na tlak in sredica na nateg v radialni smeri. Drevo predstavlja v bistvu prednapet nosilec. Ob podiranju in razžagovanju se vgrajene napetosti sproščajo in povzročijo značilna veženja in pokanje. Radialne srčne razpoke so posledica sproščanja natezних tangencialnih napetosti na lokaciji mehansko šibkih parenhimskih trakov. Zaradi tlačnih tangencialnih napetosti srčne razpoke ne segajo do kambija. Kolesivost nastane zaradi sproščanja radialnih natezних napetosti na mestu šibke tangencialno potekajoče parenhimske bariere cone (stena št. 4, CODIT) nastale po površinskem poškodovanju. Verjetna se zdi tudi hipoteza, da lahko krožne razpoke nastanejo zaradi vzajemnega vpliva radialnih prečnih in vzdolžnih strižnih napetosti, ki nastanejo v deblu zaradi upogibnih obremenitev (veter, sneg). Sveže deske se značilno vežijo »lok«, »sablja«.

## 5 HOMEOSTAZA V DREVESU

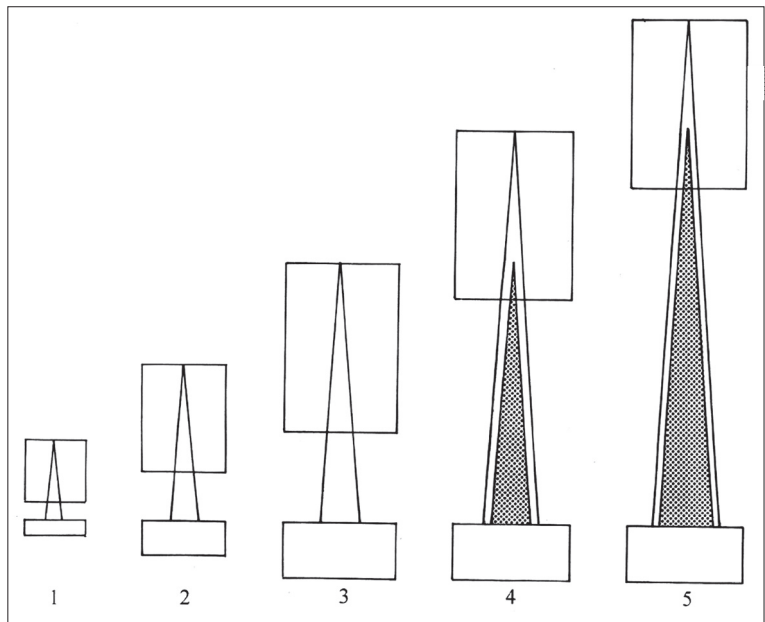
V smislu hipoteze *sredica-plašč* (angl. *core-skin hypothesis* nem. *Kern-Mantel Hypothese*, (sl. 1) si lahko drevo predstavljamo kot sestavljeno tvorbo iz prekrivajočih se letnih prirastnih ksilemskih (in floemskih) plasti. Mlajše (zunanje) prirastne plasti predstavljajo *plašč*, ki prerašča odmrle letne prirastne

plasti - *sredico*. Dokler je deblo majhno in krošnja velika, so vse parenhimske celice sekundarnega ksilema in floema debla in vej žive. Celotno mlado drevo predstavlja *dinamično maso*. S staranjem začno tkiva v sredici odmirati in prehajati v *statično maso* drevesa (Merrill in Cowling 1966, Hardwick, R.C. 1987).

Z rastjo oz. starostjo se razmerje med *plaščem* in *sredico* oz. med *dinamično* in *statično maso* spreminja. To je posledica vzpostavljanja dinamičnega ravnovesja med listno površino, aktivnim delom koreninskega sistema in beljavo (homeostaza). Energijsko gledano, je pri mladem drevesu s 100 % *dinamično maso* razmerje med *razpoložljivo energijo* - in potrebno za vzdrževanje *dinamične mase*, v prid *razpoložljivi energiji*. S starostjo se tudi razmerje med obema tipoma energije menja. Ko se razmerje približuje razmerju 1:1 se začne uveljavljati homeostazno eliminiranje lesa in s tem povečevati količina *statične mase* drevesa (prim Shigo 1991, s. 264).

Eliminiranje nepotrebne lesa (»nekoristni jedci«) poteka bodisi programirano z ojedritvijo, bodisi preprosto z dehidracijo. Lesne trajnice so generirajoči sistemi. Z aktivnostjo lokaliziranih *listnih*, *apikalnih* in *lateralnih meristemov* vsako leto na novih prostorskih pozicijah razvijajo novo listno površino, veje, ksilemski in floemski vaskularni sistem, sistem drobnih koreninic (z mikorizo) in reprodukcijske organe.

**Slika 1:** Hipoteza *sredica-plašč*: velikost krošnje oz. njena listna površina in velikost aktivnega koreninskega sistema se po začetni rasti (1→3) kasneje (3→5) bistveno ne spreminja, zato se razmerje med živimi in mrtvimi tkivi zmanjšuje. Živa tkiva krošnje, korenin in beljave so v ravnovesju. Homeostazno eliminirana tkiva debelne sredice (označeno) odmrejo in so ob globinskem poškodovanju podvržena razkroju (Torelli 2003).



Listna površina se od določene starosti naprej ne povečuje, temveč zmanjšuje. Razmerje med listno površino in deblom je tako vse manjše in mrtvih eliminiranih tkiv je vse več. Če bi morala enaka listna površina iz leta v leto vzdrževati vse večjo količino živih tkiv, bi rast in fruktifikacija slednjic zastali (prim. Jacobs 1955, Larcher 1975, s.140). Listna površina ne bi proizvedla dovolj hrane oz. energije niti za *vzdrževalno respiracijo* (angl. *maintenance respiration*, Thornley 1976) vseh živih celic. Neizogibna posledica je uravnoteženo eliminiranje starejših tkiv in organov z abscisijo ali brez nje. Addicott (1991) navaja 24 drevesnih delov, ki se lahko abscisirajo. Med drugim navaja tudi transformacijo žive skorje v mrtvo (»ritidomizacija«), pri čemer ne navaja ojedritve in dehidracije. Slednji bi lahko šteli za netipično abscisijo brez ločitvene in zaščitne plasti. Kljub temu sta ojedritev in izsuševanje funkcionalno analogni ostalim abscisijam z vlogo vzpostavljanja ravnovesja med živimi in odmrli tkivi. Razložimo to nekoliko podrobneje! Rastoča rastlina je v bistvu kompleks tekmujočih organov. Njihova rast oz. preživetje je odvisno od načina razdeljevanja hranil med tekmujočimi ponori (npr. White 1979). Kompeticija, kot se kaže v procesih in strukturah, skuša ohranjati dokaj konstantno razmerje v pogledu relativne velikosti raznih tkiv in organov. Primer: če postane listna površina prevelika glede na koreninski sistem, bo vodni stres upočasnil rast poganjkov in obratno: defoliacija bo zmanjšala rast korenin zaradi zmanjšane oskrbe s fotosintati.

Redno obnavljanje vaskularnih tkiv, listne površine in drobnih koreninic omogoča drevesu doseganje »neomejene« starosti in dimenzij, pri čemer starost živih tkiv le redko preseže nekaj desetletij!

Oglejmo si homeostazo s praktične plati. Drevesa z večjo krošnjo imajo širšo beljavo in obratno. V literaturi je dovolj primerov, ki to potrjujejo, zato jih posebej ne navajamo. Na drugi strani pa to tudi pomeni, da z obvejevanjem povzročimo redukcijo beljave. Podatki obstajajo predvsem za iglavce. Pri rdečem boru (*Pinus sylvestris* L.) je odstranitev različnih deležev listne biomase oz. krošnje, povzročilo zmanjšanje površine preseka beljave in ustrezno povečanje črnjave. Homeostazno uravnovešenje po štirih letih ni bilo zaključeno (Langstrom in Hellqvist 1991). Iz površine preseka beljave je mogoče sklepati na biomaso krošnje (npr. Snell in Brown 1978). Iz tesne zveze med listno površino in površino preseka beljave sledi tudi, da je znotraj vrste širina beljave odvisna od cenotskega statusa (»socialnega položaja») drevesa v sestoji. V rasti

utesnjena ali prevladana drevesa imajo vselej manjšo beljavo v primerjavi z vladajočimi in sovladajočimi drevesi. Drevo lahko torej prilagaja razmerje med poganjki in koreninami ter obojih z beljavo. Širša beljava vselej ne pomeni tudi večjega števila prirastnih plasti oz. branik v beljavi. Tako beljava dominantnega hrasta, kljub večji širini šteje manj branik v primerjavi s prevladanimi osebkami, ki imajo poleg tega še ožjo beljavo (Burger 1947). Iz tega je mogoče sklepati, da je volumen beljave pomembnejši od njene starosti.

Velikosti beljave očitno ne določajo samo vodo-prevodne potrebe, temveč predvsem skladiščne potrebe drevesa. Njen hidroaktivni del lahko zavzema le del beljave. Lep primer so *venčastoporozne vrste* z zelo zmogljivim trahejnim sistemom, kjer praviloma prevaja vodo le zadnja letna prirastna plast (oz. branika v prerezu). Tako loči Ziegler (1968) pri hrastu *prevodno beljavo* (angl. *conducting sapwood*, nem. *Leitsplintholz*) in s tilami okludirano *neprevodno beljavo* (angl. *storage sapwood*, nem. *Speichersplintholz*). Pri bukvi prevaja vodo le nekaj zunanjih prirastnih plasti oz. branik (= »hidroaktivna« beljava) Pri odraslih bukvah je Müller (1949) ugotovil, da prevaja le 13-24 zunanjih branik. Embolirana *sušina* (z deležem kapilarne vode pod 35%) vode ne prevaja. Glede na močno zmanjšano vitalnost (Nečesany 1966, sl. 2a), je tudi skladiščna kapaciteta sušine močno zmanjšana in postaja v funkcionalnem smislu vse bolj podobna odmrli jedrovini. Predstavlja tudi predstopnjo morebitnega nastanka »rdečega srca«, ki je - kot jedrovina - mrtvo. Sušina je funkcionalno analogna jedrovini (Torelli neobj.).

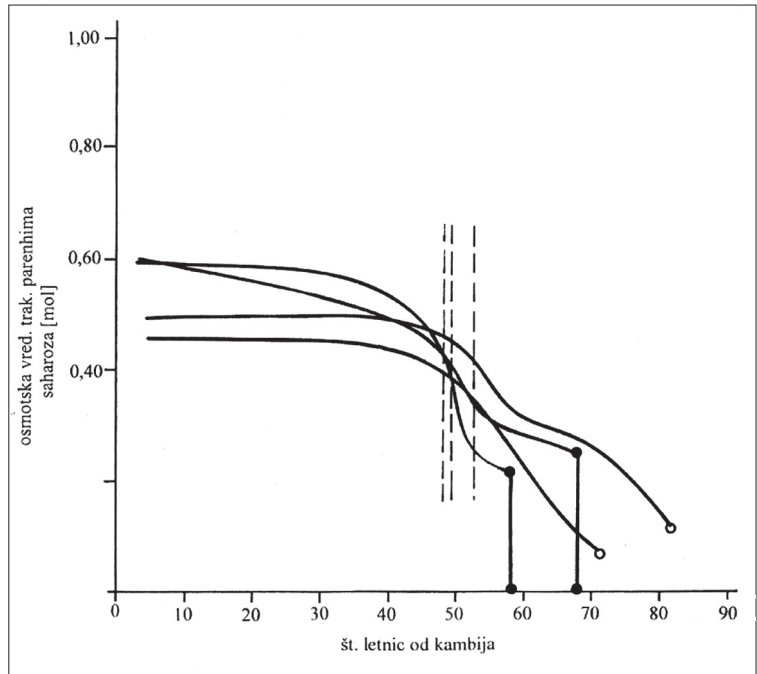
## 6 STARANJE

Za razliko od senescence, predstavlja staranje širok spekter pasivnih in nereguliranih degenerativnih procesov, ki jih sprožajo predvsem zunanji dejavniki, tj. vsakršna poškodovanja in škodljivi vplivi (angl. *wear and tear*, »obrabna in trganje«), pa tudi naraščajoče transportne težave v večajočem se drevesu. Za razliko od senescence, ki je končna faza nekega razvoja, staranje ni razvojni proces (Nooden 1988).

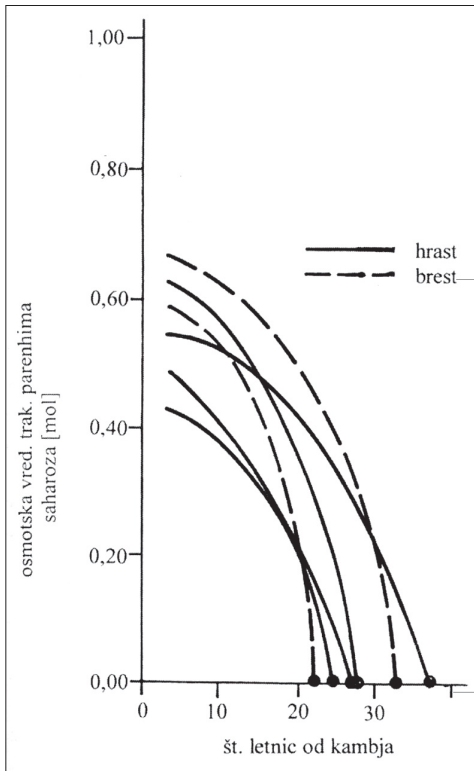
Staranje je mnogo bolj postopen proces, v katerem se poškodbe, ki jih povzročijo zunanji dejavniki, kopičijo s časom, dokler organizem ne odmre. Splošno znan »čist« primer staranja so semena, ki različno dolgo ohranijo kalivost. Morda se starajo tudi meristemi, vendar če se, se starajo oz. spreminjajo zelo počasi. Njim lahko pripišemo spektakularno starost nekaterih dreves, vendar ne bi bilo korektno,



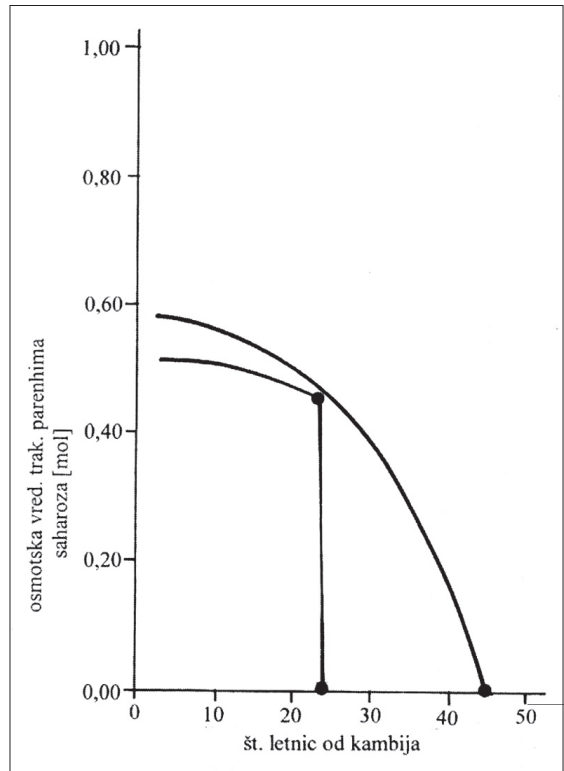
**Slika 2:** Starostno zmanjševanje ozmotske vrednosti parenhima kot kazalnika vitalnosti in njegovo dodatno zmanjšanje zaradi dehidracije ali izničenje na meji s črnjavo ali diskoloriranim lesom. **a.** Bukev (*Fagus sylvatica* L.): drevesi z rdečim srcem in drevesi brez rdečega srca s sušino, črtkano označene meje sušine; **b.** Dob (*Quercus robur* L.) in vez (*Ulmus effusa* L.) s črnjavo: vitalnost parenhima strmo pada do meje s črnjavo; **c.** Cer (*Quercus cerris* L.), drevo s črnjavo in drevo z drastičnim padcem vitalnosti na mejo z diskoloriranimi lesom (risbe po Nečesaniju 1966, 1968).



Slika 2 a



Slika 2 b



Slika 2 c

če bi zaslug za to pripisali le meristemom. (Nooden in Thompson 1985).

Z meritvami vitalnosti, izražene npr. z ozmotsko vrednostjo, je mogoče dokazati centripetalno staranje parenhimskih celic v beljavi in njihovo odmrtje v prehodni coni pred jedrovino in na meji z diskoloriranim lesom oz. njihovo skokovito zmanjšanje v dehidrirani sredici vrst, ki ne ojedrijo (bukev). Pri vrstah, ki ne ojedrijo in so brez diskoloriranega lesa oz. »srca« (bukev, javor), vitalnost parenhima tudi ob strženu povsem ne upade. Če pa vsebujejo diskolorirani les, potem na njegovi meji parenhim odmre. Zelo zanimiv je primer cera z zelo široko beljavo, kjer lahko hkrati opazujemo črnjavo in diskolorirani les v beljavi (Nečesany 1968) (sl. 2c).

Dehidracija je (pri bukvi) predpogoj za nastanek diskoloracije (prim. Torelli 2001). Dehidrirana sredica je povsem naraven, homeostazno usmerjan pojav pri vrstah, ki ne ojedrijo. Diskoloracije večinoma obdajajo suhe cone, ki nakazujejo dinamično (homeostazno uravnavano?) vzročno zvezo med dehidracijo in degradacijskimi pojavi. Odlom starejše veje brez predhodno nastale zaščitne plasti, omogoči vdor kisika in oksidativno obarvanje debelne sredice, prej ali slej pa tudi infekcijo in kolonizacijo z mikroorganizmi in razkroj. Zato je potrebna previdnost pri podiranju drevja, kajti zaradi neprevidnosti nastale rane so izjemno huda poškodba za drevo.

K staranju drevesa kot celote, prispevajo številni vzroki, npr.:

1. Splošno pešanje meristemske (delitvene) aktivnosti in obnove asimilacijskih organov. Pri tem še vedno ni jasno, ali se meristemi starajo ali postanejo manj aktivni preprosto zaradi drugih sprememb v (celotni) rastlini (Wangermann 1965). Vsekakor zmanjšanje vegetativne rasti prispeva k pešanju celotne rastline. Kloni preživijo, ker lahko obnovijo ali nadomestijo posamezne dele, še posebej asimilacijske organe. Pojav imenujemo rejuvenilizacija.
2. Nutricijski problemi. Fotosintezna učinkovitost listja starejšega drevja je manjša. S starostjo se povečuje delež fotosintatov za respiracijo. 25-letna bukev uporabi za respiracijo 40 % fotosintatov, 85-letna že 50 % (Möller et al. 1954). V takšnih razmerah se povečuje "respiracijsko breme". To lahko povzroči propad nekaterih polikarpnih rastlin.
3. Razmerje med aktivnim vaskularnim tkivom in fotosinteznim tkivom v listih starejših rastlin se zmanjšuje (Crocker iz Noodena 1988a).
4. Pojav napredujoče kavitacije in embolije v trahearnih elementih ksilema. Pojava sta nepo-

sredna posledica suše ali velikosti drevesa. Pri višji starosti, ko prirastek usiha ali celo izostane (na bazi drevesa!), je disfunkcija obstoječega ksilema večja od njegove obnove. To otežuje transport mineralnih hranil, cikotininov in drugih koreninskih metabolitov v poganjke.

5. Transportne razdalje se z rastjo povečujejo, kar dodatno otežuje pretok v beljavi.
6. Povečano število popkov povečuje njihovo medsebojno kompeticijo.
7. Slabljenje energijsko potratne kompartmentalizacije kot obrambnega mehanizma pred kolonizacijo mikroorganizmov.
8. Pojav odlomljenih vej. Če ni prišlo do "naravnega" odloma s predhodnim nastankom zaščitne cone (listavci) oz. intenzivnega zasmoljenja na bazi vej (iglavci), predstavljajo odlomljene veje "odprta vrata" za okužbo lesa in mehansko slabitev drevesa.
9. Abiotske in biotske spremembe homeostazno eliminiranih tkiv zaradi poškodb v koreninskem sistemu in v krošnji.

Poudarimo, da je treba strogo razlikovati starost drevesa kot celote od senescenci podvrženih organov in tkiv, listov, drobnih koreninic, lesa in skorje. *Pinus aristata* resda lahko doseže starost do 5000 let, pri čemer pa beljava, ki vsebuje žive celice, ni starejša od nekaj desetletij.

### Poškodbe jedrovine in neojedrele debelne sredice

Z vidika rabe lesa je pomembna nadaljnja usoda eliminiranih ojedrelih ali neojedrelih dehidriranih debelnih sredic. V preglednici št. 1 je prikazana terminologija sekundarnih pojavov v drevesni sredici, ki bistveno odločajo o naravni odpornosti lesa in drugih lastnostih lesa v živem drevesu in po poseku drevesa.

Najdlje se razkroju upirajo intenzivno ojedrele črnjave (npr. dob, graden, macesen). Le nizka vlažnost ščiti sušine vrst, ki ne ojedrijo (bukev, jelša, topol) in neobarvani jedrovini jelke in smreke z malo toksičnih polifenolnih jedrovinskih snovi (Torelli et al. 2006). Te vrste so s starostjo in povečevanjem dimenzij po odlomu starejših vej in odmrtju korenin vse bolj podvržene infekciji, kolonizaciji in biološkemu razkroju. Omenimo *rdečo trohno* v bazalnem delu pri smreki, kjer so poleg *trohno* (Heterobasidion sp.) lahko udeležene še druge glive npr. *štorovka* (*Armillaria mellea*) in *krvaveča slojevka* (*Stereum sanguinolentum*). V razviti obliki lahko trohno beži prodrejo v beljavo, kar se na zunaj manifestira v ste-

Preglednica 1: Terminologija ojedritvenih pojavov (po Bosshardu 1966 iz Torellija 2003)

»Stara« terminologija	Primer	«Nova» terminologija
»beljavci« angl. <i>sapwood trees</i> nem. <i>Splintholzbäume</i>	<i>Alnus</i> spp., <i>Carpinus betulus</i>	drevesa z upočasnjeno ojedritvijo angl. <i>trees with retarded formation of heartwood</i> nem. <i>Bäume mit verzögerter Kernholzbildung</i>
»zrelinci« angl. <i>riewood trees</i> nem. <i>Reifholzbäume</i>	<i>Abies</i> spp., <i>Picea</i> spp.	drevesa s svetlo jedrovino angl. <i>trees with light heartwood</i> nem. <i>Bäume mit hellem Kernholz</i>
Drevesa s pravilno ojedritvijo angl. <i>trees with regularly formed heartwood</i> nem. <i>Kernholzbäume mit regelmässiger Kernholzbildung</i>	<i>Quercus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.	drevesa z obligatno obarvano jedrovino (= črnjava) angl. <i>trees with obligatory colored heartwood</i> nem. <i>Bäume mit obligatorischer Farbkernholzbildung</i>
Drevesa z nepravilno ojedritvijo angl. <i>trees with irregular heartwood formation</i> nem. <i>Kernholzbäume mit unregelmässiger Kernholzbildung</i>	<i>Fraxinus</i> spp., <i>Fagus</i> spp.	drevesa s fakultativno obarvano jedrovino* angl. <i>trees with facultatively colored heartwood</i> nem. <i>Bäume mit fakultativer Farbkernholzbildung</i>

\*Pri bukvi in jelši, je vsaj teoretično, ojedritev verjetna, vendar domnevno v zelo visoki starosti, ki pa je drevo v nepoškodovanem stanju komaj kdaj doseže! Vsekakor poteka staranje parenhima pri obeh vrstah zelo počasi.

kleničasti obliki spodnjega dela debla (homeostaza, prim. Torelli 2002b). Jezikasto, v beljavo prodirajoče abnormalno ali patološko mokro srce pri jelki, utegne biti podobno »abnormalni« rdeči trohnobi pri smreki, pri čemer pa ni znana etiologija mokrine in vloga bakterij pri njenem nastanku. Zaradi pogostih koreninskih fuzij se infekcija in kolonizacija hitro prenaša z drevesa na drevo.

Mokro srce se pojavlja tudi pri topolu, očitno kot posledica poškodovanj. Mokra srca vsebujejo očetno, propionsko in masleno kislino in amoniak (listavci), ki so presnovni produkti bakterij (vonj!). Rdeče srce pri bukvi, rdeča trohnoba pri smreki in mokro srce pri jelki so njihove najhujše specifične napake.

S starostjo se povečuje tudi možnost poškodb skorje in beljave, ki so največkrat antropogenega izvora (posek, izvek, gradnja prometnic). Degradacija lesa zaradi njih je odvisna od intenzivnosti poškodb in kompartmentalizacijskega potenciala posamezne vrste ali osebk (Shigo 1977, 1991).

Jedrovino varujejo nizkomolekularne toksične snovi, ki so se odložile v celičnih stenah. Zaradi njih

so jedrovine tudi dimenzijsko bolj stabilne od lesa beljave ali dehidriranih sredic vrst, ki ne ojedrijo. Zaradi neugledne barve in neodpornosti veljajo »srca« večinoma za dekorativno napako.

Na drugi strani pa utegnejo imeti eliminirane sredice določeno fiziološko oz. preživetveno vlogo. Iz nihanja vlažnosti v mokrem »rjavem srcu« topola je Sauter (1966) zaključil, da ima mokro srce morda vlogo vodnega rezervoarja. Odmrla debelna sredica lahko predstavlja tudi zalogo hrane oz. energije. Morda ste že opazili adventivne korenine, ki rastejo v razkrajajočo se debelno sredico (lipa, brest, kostanj). Drevo se hrani z lastno substanco! Avtokanibalizem ali samorecikliranje? (sl. 3, Torelli 2002b). Sicer pa Larcher (1975, s. 140) meni, da predstavlja rastoča lesna masa z vidika fotosinteznega budžeta nedostopen kapital, ki se tekoče odteguje drevesnemu metabolizmu.

In še pogosto diskutirano vprašanje! Ali sicer odporna jedrovina prispeva k mehanski trdnosti drevesa oz. ali izvotlitev drevesa škoduje trdnosti drevesa, npr. v viharju? Mattheck in Broelerjeva

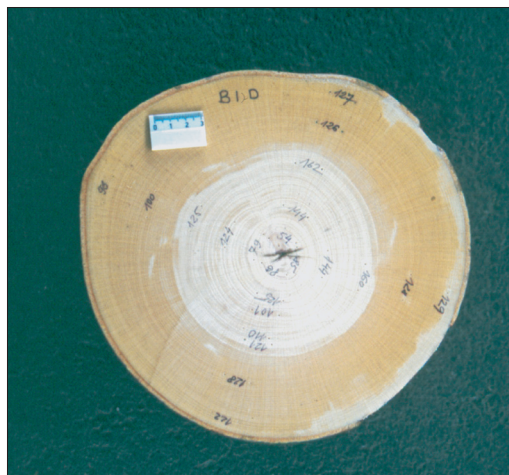


Slika 3: Divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.): adventivne korenine v razkrajajoči se sredici. (Orig.)

(1994) sta pregledala 1.200 dreves različnih vrst, ki jih je podrl veter in ugotovila, da so se le redkokdaj prelomila votla drevesa, katerih obod je bil debel vsaj 1/3 polmera drevesa. Pomeni, da je votlo drevo s premerom 50 cm, (tj. s polmerom 25 cm) dokaj varno v viharju če ima vsaj 7,5 cm debel zdrav obod. Še več, votlo deblo je bolj fleksibilno in se lažje upira vetrnim sunkom! Iz tega sledi, da s toksičnimi snovmi prepojena biološko odporna jedrovina ne predstavlja posebne preživetvene prednosti za drevo, pač pa za uporabnost lesa (dimenzijska stabilnost, dekorativne lastnosti, če gre za črnjavo).

Odlom še živih vej še posebej pri listavcih, brez predhodno nastale zaščitne plasti v veji ob deblu, omogoča vdor kisika, aeracijo, diskoloracijo in kolonizacijo mikroorganizmov v debelno sredico ter njen razkroj. Zlasti škodljiv je odlom starejših debelih vej, ki segajo globoko v sredico in kjer v sredici brez živih celic ne more nastati zaščitna plast. Zaradi kopičenja smole v vejni bazi, je odlom veje pri iglavcih manj problematičen. Pri iglavcih je zato mogoče varno obvejevanje!

Slika 4.- a. Sušina pri bukvi brez »rdečega srca«; b. Rdeče srce pri bukvi in učinki globoke poškodbe; c.»Rjavo srce« pri jelši, ki jo obkroža suha cona; č. Zelo redke posnetek obširne diskoloracije pri belem gabru, nastale po hudi površinski poškodbi; d. »Srce« pri javorju, obkroženo s suho cono; e. Diskolorirani les (rjavo mokro srce) pri belem topolu nastal zaradi poškodbe s strelo: tkivo, nastalo po poškodbi neobarvano; f. Patološko (abnormalno) mokro srce pri jelki; g. Intenzivno obarvana črnjava in svetlejši diskolorirani les, ki ga je povzročila poškodba z mačeto pri srednjeameriškem čikozapoteju (*Manilkara zapota* /L./ v. Royen); h. Posledice razmeroma majhne površinske poškodbe pri jelki: v pazduhah poškodbe barierna cona, stožčasto diskoloracijo v lesu omejujejo trakovi, ki predstavljajo stene št. 3 (CODIT); le-te omejujejo širjenje diskoloracije v tangencialni smeri; i. Rdeča trohnoba na bazi smreke; j. Rdeča trohnoba pri smreki, s smolo zaščiteni bazalni deli vej nepoškodovani v strohnjeni neobarvani jedrovini (kot napere pri kolesu!); k. Nastanek stekleničaste oblike bazalnega dela smrekovega debla: rdeča trohnoba prodira v beljavo (TORELLI 2002b) (Vse orig.).



Slika 4 a



Slika 4 b



Slika 4 c



Slika 4 d



Slika 4 e



Slika 4 f

## 7 POVRŠINSKE POŠKODBE

Največkrat so antropogenega (izdelava gozdnih prometnic, izvlek) značaja. Stojče (živo) drevo preprečuje oz. omejuje kolonizacijo oz. razkroj na način kot to opisuje (a) teorija kompartmentalizacije ali (b) teorija sukcesije (Rayner in Boddy 1988). Po teoriji kompartmentalizacije se odzove drevo na kolonizacijo s produkcijo fizikalnih barijer (tile, gume in suberizirane plasti) ali kemičnih barijer v obliki alelopatov. Pri tem obstajata dve »terminologiji«, ki opisujeta tvorbo teh fizikalno-kemičnih barijer: (1) modelni koncept CODIT (Compartmentalization Of Decay In Trees, Kompartmentalizacija razkroja v živem drevesu; Shigo s sodelavci (1977), npr. Torelli

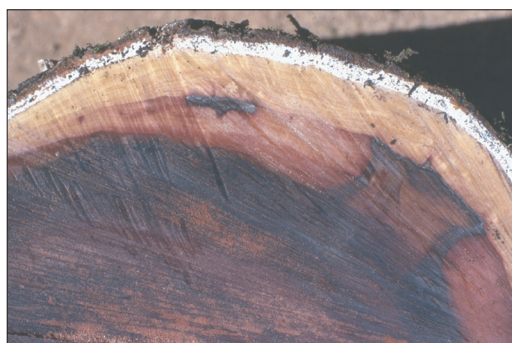
1995) in (2) Shainova predstava (1967), ki loči med »bariernimi« conami in reakcijskimi conami. Koncept CODIT opisuje bariere kot »stene« in loči (v vrstnem redu naraščajoče odpornosti proti glivam), stene 1, 2, 3, in 4. Steno 1 predstavlja v lesu listavcev okluzija trahej s tilami in/ali gumoznimi snovmi, v lesu iglavcev pa aspiracija obokanih pikenj. Stena 1 preprečuje oz. upočasnjuje vzdolžno (aksialno) širjenje infekcije. Gostejši kasni les in pri nekaterih vrstah terminalni parenhim v (letnih) prirastnih plasteh predstavlja steno 2, ki otežuje širjenje infekcije navznoter (v smeri stržena). Stena 3 sestoji iz radialno potekajočih (strženskih) trakov, ki otežujejo širjenje učinkov poškodb v tangencialni smeri.



Slika 4 f



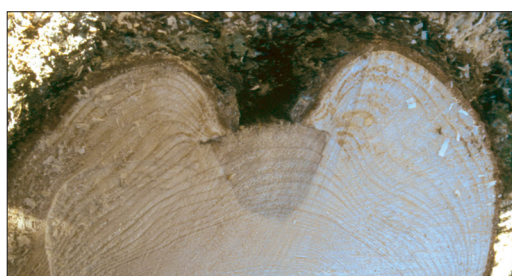
Slika 4 i



Slika 4 g



Slika 4 j

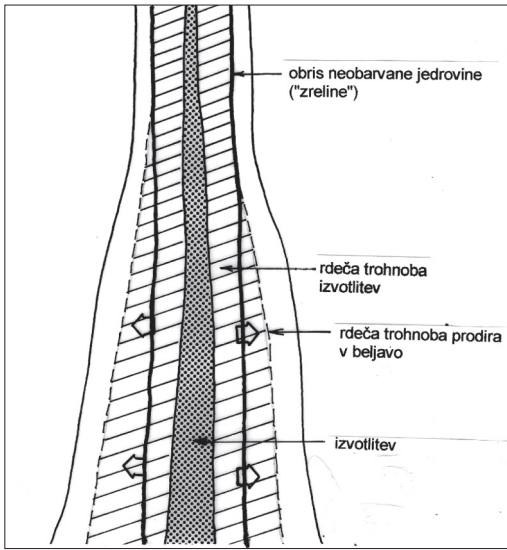


Slika 4 h

Stena 4, imenovana tudi barierna cona, je ključni element CODIT in jo oblikuje kambij. Vidno razmejuje diskolorirane in razkrajajoče se dele lesa, ki so nastali pred ranitvijo, od zdravega lesa, nastalega po ranitvi (prim. npr. Torelli 1995). Pomeni, da so v pogledu degradacije kvalitete lesa kritične predvsem poškodbe v višji starosti, saj model predpostavlja, da bodo glive v sukcesiji prerasle in v končni fazi razgradile celotno »drevo«, kakršno je obstajalo pred ranitvijo!

Druga terminologija kompartmentalizacije (Shain 1979) razlikuje ostre demarkacijske cone s spremenjeno anatomijo («barierne cone») na lokaciji Shigove stene 4 od bolj difuzno obarvanih demarkacijskih regij («reakcijske cone»), ki omejujejo živo beljavo prisotno v času poškodbe.

Sukcesijska teorija predpostavlja, da po ranitvi les kolonizirajo drug za drugim različni organizmi. Diskoloracija se nahaja na periferiji razkroja, medtem ko je mogoče bazidiomicete izolirati le v neposredni bližini rane. Očitno diskoloracija pogojuje razkroj. Teorija razlaga, da glive, ki povzročajo razkroj in tiste, ki ga ne povzročajo skupaj z ostalimi mikroorganizmi vplivajo na sposobnost drevesa, da kompartmentalizira infekcijo kot potrebna faza v



Slika 4 k

kompleksnem procesu razkroja lesa (cf. Rayner in Boddy 1998).

## 8 EPILOG

Ontogeneza, specifična lesna anatomija, rastne posebnosti (grče, reakcijski les), ojedritev, dehidracija debelne sredice, posredno pa tudi rodovitnost rastišča in cenotski status, določajo tehnološko in uporabnostno kvaliteto lesa. Načelno sta beljava zaradi visoke vlažnosti in jedrovina zaradi biocidnih jedrovinskih snovi v celičnih stenah bolj ali manj zavarovani pred kolonizacijo in razkrojem. Na njun prostorsko-časovni razvoj po poškodovanju vplivajo poleg načina in obsega poškodovanja in lesnih lastnosti, še vrsta in virulenca škodljivcev in kompartmentalizacijski potencial lesa. Stroka praviloma podcenjuje učinek poškodb na degradacijo kvalitete lesa, ker mnogokrat ne pozna ali ne želi priznati dramatičnega razvoja njihovih učinkov. S staranjem se povečuje obseg in delež mrtvih tkiv ter možnost poškodovanj, slabi pa tudi kompartmentalizacijski potencial živega lesa.

Gojitvena praksa in skrbno izogibanje poškodbam pri gozdni operaciji lahko veliko prispevajo k kvaliteti lesa. Nepoškodovani gozdovi proizvajajo kvaliteten les z možnostjo vrednejše uporabe, tudi v več uporabnostnih ciklih. S kvalitetnim lesom se lahko zoperstavimo zaskrbljujočemu škodljivemu prodoru »umazanih« »konkurenčnih« materialov (plastika, kovine) pri že zdavnaj uveljavljenih rabah

(pohišstvo, stavbno pohišstvo, v gradbeništvu). Nepoškodovani gozdovi in načrtno uveljavljanje »zdrave« rabe lesa kot surovine in energenta, bistveno prispevajo k blaženju podnebnih sprememb.

Napisano velja za živo/stoječe drevo. Bistveno prispeva k kvaliteti lesa še »pravi« čas poseka, hitro spravilo, razžagovanje in sušenje.

Končano zadnjega dne Evropskega tedna mobilnosti s poudarkom na podnebnih spremembah.

## 9 SUMMARY

An overview of ontogenetic, senescence and ageing alterations in trees is given. Their possible effect on wood characteristics and quality with emphasis on the response of the living tree to superficial and deep wounds is described.

Ontogenetic alterations include, e.g., the transition from the primary plant body to the secondary plant body and the gradual transition from juvenile wood to "normal" adult wood, accompanied by a change in microfibrillar angle and a typical reorientation of axial elements («grain«).

We distinguish between short-term developmental senescent processes and between ageing (though they mean the same linguistically). Senescence denotes internal regulated processes taking place on the level of individual cells, (wood tracheary elements: fibres (tracheids, fibre tracheids, libriform fibres), vessel elements, tissues and tissue complexes (sapwood), of organs (leaf, floral parts) and parts of trees (branches). Tracheary elements die off as early as a couple of weeks after the completed differentiation and extracambial growth. Only dead elements with no protoplasts can assume the conducting function, while parenchyma cells, experiencing a progressive centripetal decrease of vitality, live as long as they are part of the sapwood: in heart-wood forming tree species this being a couple of years, and in species which do not form heart-wood (beech, maple) or in trees with retarded formation of heartwood, e.g. hornbeam (see Table 1), this being as long as over 100 hundred years! Senescence is an active process requiring energy and is intimately linked to different phases of plant development. Unlike senescence, ageing represents a wide spectrum of passive and non-regulated degenerative processes triggered mostly by external factors, e.g. all injuries and harmful influences. Age alterations include all changes which arise as a tree reaches sexual maturity or starts to flower and fructify. Apart from general

weakening adverse environmental influences appear ("wear and tear"), including the consequences of forest operations: superficial and external due to the construction of forest roads, felling and skidding.

The formation of the tree as an "open" system results from concerted activities of apical and lateral meristems. Compared with the total lifespan of a tree, living tissues and organs are relatively short-lived and subjected to relatively fast senescence and periodical renewal. Elimination of senescent organs and tissues functions to maintain homeostasis within a tree, keeping shoots, roots and sapwood in balance. Removing of senescent organs and tissues take place in two ways: (a) in readily identifiable regions, the abscission zones (eg. leaves, bark, branches, roots, trichomes) or in a dynamic process of heartwood-formation and dehydration without abscission zones in the stem core. Senescence and death accompanied by nutrient recycling are important in the general economy of the tree.

With increasing age and tree dimensions the eliminated dead stem core becomes more and more liable to wounding and infection resulting in loss of wood quality.

Let us once more draw attention to the unexpected harmful effect of slight and minor injuries on wood quality.

## 9 VIRI

- ADDICOTT, F.T. 1991. Abscission: shedding of parts. V: A.S. Raghavendra (izd.), *Physiology of trees*:273-300. John Wiley & Sons, Inc.
- ARKING, R. 1998. *Biology of aging*. Sinauer Associates, Inc. Publ., Sunderland, Massachusetts USA.
- BAMBER, R.K., FUKAZAWA, K. 1986. Sapwood and heartwood: A review. *Forestry Abstr.* 46:567-580.
- BOSSHARD, H.H. 1865. Aspects of the aging process in cambium and xylem. *Holzforschung* 19:65-69.
- BOSSHARD, H.H. 1984. *Holzkunde. II: Zur biologie, Physik and Chemie des Holzes*, 2. izd. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart.
- BRINAR, M. 1970. *Gozdarski slovar. Zveza inženirjev in tehnikov gozdarstva in industrije za predelavo lesa Slovenije*. Ljubljana.
- BURGER, H. 1947. Holz, Blattmenge und Zuwachs, VIII Mitteilung: Die Eiche. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw.* 25: 211.
- CARLSON, W.C., HARRINGTON, C.A. 1987. Cross-sectional area relationship in root systems of loblolly and shortleaf pine. *Can. J. For. Res.* 17:556-558.
- HARDWICK, R.C. 1987. The nitrogen content of plants and the self-pruning rule of plant ecology: a test of the core-skin hypothesis. *Annals of Botany* 60:439-446.
- IAWA 1964. Committee on nomenclature. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Verlagsanstalt Buchdruckerei Konkordia Winterthur.
- JACOBS, M.R. 1955. Growth habits of the eucalyptus. *Aust. Forest. Timber Bur.* 1-262.
- KOHN, R.R. 1978. *Principles of mammalian aging*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- KROŠL, M., TORELLI, N. 1997. Spiralna rast pri iglavcih. *Les* (12):368-371.
- LANGSTROM, B., HELLQVIST, C. 1991. Effects of different pruning regimes on growth and sapwood area of Scots pine. *Forest Ecology and Management* 44:239-254.
- LARCHER, W. 1975. *Physiological plant ecology* 2. izd. Springer-Verlag, Berlin etc.
- MASORO, E.J. 1995. *Aging: current concepts* V: E.J. Masoro (izd.), *Handbook of physiology*, Pogl. 11: Aging. Oxford University Press, New York.
- MATTHECK in BRELOER, H. 1994. *The body language of trees: a handbook of failure analysis*. Research for amenity trees, No. HMSO, London.
- MATTHECK, C. 1995. Biomechanical optimum in woody stems. S. 75-90. V B.L. Gartner, izd. *Plant stems. Physiology and functional morphology*. CA, Academic Press, Inc., San Diego.
- MÖLLER, C. M. MÜLLER, D., NIELSEN, J. 1954. Graphic representation of dry matter production of European beech. *Det. Forstl. Forsogsv. Danmark.* 21:327-335
- MÜLLER, D. 1949. Arbeitsteilung im Buchenholz. *Physiologia plantarum* 2:197-199.
- NEČESANY, V. 1966. Die Vitalitätsveränderung der Parenchymzellen als physiologische Grundlage der Kernholzbildung. *Holzforschung und Holzverwertung* 18:61-65.
- NEČESANY, V. 1968. The biophysical characteristics of two types of heartwood formation in *Quercus cerris* L. *Holzforschung und Holzverwertung* 20:49-52.
- NOODEN, L.D. 1988a. Whole plant senescence. V: L.D. Nooden, A.C. Leopold (izd.), *Senescence and aging in plants* 391-439. Academic Press inc., Harcourt Brace Jovanovich, itd.
- NOODEN, L.D. 1988b. Postlude and prospects. V: L.D. Nooden, A.C. Leopold (izd.), *Senescence and aging in plants* 499-517. Academic Press inc., Harcourt Brace Jovanovich, itd.
- NOODÉN, L. D., THOMPSON, J.E. 1985. *Aging and senescence in plants*. V: C.E. Finch, E.L. Schneider (izd.), *Handbook of the biology of aging*: 105-127. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- PANSHIN, A.J., ZEEUW, Carl de 1980. *Textbook of wood technology*, 4. izd. McGraw-Hill Book Company.



- PASSECKER, F. 1962. Das Alterungsproblem bei der höheren Pflanzen. Forschungen und Fortschritte 26:293-298, 330-334.
- RAYNER, A.D.M., BODDY, L. 1988. Fungal decomposition of wood. John Wiley&Sons, Chichester, etc.
- SAUTER, J.J. 1966. Über die jahresperiodischen Wassergehaltsänderungen und Wasserverschiebungen im Kern- und Splintholz von Populus. Holzforschung 20:137-142.
- SHAIN, L. 1979. Dynamic responses of differentiated sapwood to injury an infection. Phytopathology 69:1143-1147.
- SHIGO, A.L. 1977. Compartmentalization of decay in trees. Agric. Inf. Bull. (U.S.D.A.), št. 405.
- SHIGO, A.L. 1991. Modern arboriculture. Shigo and Trees, Associates, 4 Denbow Road, Durham, NH.
- SNELL, J.A.K., BROWN, J.K. 1978. Comparison of tree biomass estimators. Forest Science 24:455-457.
- TORELLI, N. 1998. Zunajkambijska rast celic v lesu dvokaličnic. Les 50:293-298.
- TORELLI, N. 2001. Odziv drevja na globoke in površinske poškodbe na primeru Bukve (*Fagus sylvatica* L.). Gozd. Vestn. 59:85-94.
- TORELLI, N. 2002a. Reakcijski les in njegova mehanika. Les 54:140-147.
- TORELLI, N. 2002b. Gospodarjenje z debelim lesom/ drevjem v Sloveniji – biološka interpretacija. Les 54:325-330.
- TORELLI, N. 2003. Ojedritev –vloga in proces. Les 55:368-379.
- TORELLI, N. 2004. Senescenca, staranje in dolgoživost dreves. Les 56:52-57.
- TORELLI, N. 2004. Senescenca in staranje v drevskih. V: Brus, Robert (ur.) Staro in debelo drfveje v gozdu: Zbornik referatov XXII. Gozdarskih studijskih dnevov, 25.-26. mar. 2004, str. 1-18.
- TORELLI, N., TRAJKOVIĆ, J, SERTIĆ, V 2006. Influence of phenolic compounds in heartwood of silver fir (*Abies alba* Mill.) on the equilibrium moisture content. Holz Roh-Werkst. (v tisku).
- WANGERMANN, E. 1965. Longevity and ageing in plants and plant organs. V: W. Ruhland (izd.), Handbuch der Pflanzenphysiologie XV(2):1026-1057. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- WARING, R.H., SCHLESINGER, W.H. 1985. Forest ecosystems: concepts and management. Academic Press, Orlando, Florida.
- WHITE, J. 1979. The plant as a metapopulation. Annu. Rev. Syst. 10:109-145.
- ZIEGLER, H. 1968. Biologische Aspekte der Kernholzbildung. Holz als Roh- und Werkstoff 26:61-68.

### Ob spomeniški rekonstrukciji idrijske gozdne železnice

V Majnšku ob Zgornji Idriji so gozdarji (Soško gozdno gospodarstvo Tolmin in Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije) 28. septembra 2006 predstavili javnosti posrečeno miniaturno rekonstrukcijo nekdanje transportne naprave, imenovane »idrijski lauf«. Dobrodošel dogodek je spodbudil nastanek pričujočega zapisa o pomenu gozdarstva in lesa v idrijski preteklosti.

Zaslужni gozdarski strokovnjak ing. Stanislav Mazi je v študiji Klavže nad Idrijo leta 1955 zapisal: »Eno dobro stran je imel idrijski rudnik ob svojem odkritju; ležal je sredi obširnih in lepih gozdov, kar je bilo za pridobivanje živega srebra zelo važno.«

Tri temeljne in nerazdružljive substance idrijske preteklosti so bile les, voda in živo srebro. Že misterij odkritja ob »srebrnem studencu« leta 1490, povezan z legendarnim škafarjem, sporoča resnico o teh treh idrijskih elementih. Skozi stoletja je rudarska Idrija – podobno kot pred pol tisočletja Jakličev Alojnar – s pomočjo iznajdljivo korišćene neusahljive vodne energije in z bogastvom vsestransko uporabnega lesa zajemala živosrebrni zaklad iz podzemnih globin. Lesen škafarjev škaf se zdi kot arhetipski simbol idrijske kotline, ki jo obdajajo prostrani in bogati gozdovi.

Vloga gozdarstva in lesa je bila v idrijski zgodovini vseskozi izjemno pomembna in to v sklopu celovitega proizvodnega procesa, ki je organsko povezoval lesno maso in vodno silo z živosrebrnim rudarjenjem in metalurgijo.

Domala vsi gozdarski strokovnjaki se strinjajo z ugotovitvijo, da so idrijski gozdovi zgledno urejeni, ki se ponašajo z eno najdaljših tradicij velikopoteznega in smotrnega gospodarjenja. Že davnega leta 1665 je angleški potopisec dr. Gualterus Pope zapisal, da je ob obisku Idrije hodil nekaj ur po tako lepem gozdu, kakršnega v življenju še nikoli ni videl. Idrijsko hribovje je ostalo do danes med najbolj gozdatimi območji v Sloveniji, celotna podoba gozdov pa je ostala negovana in skladna kot le malokje. Največ zaslug za to ima nedvomno človeški faktor, saj so, kot je pred leti poudaril dr. Mlinšek, v »težko dostopnem idrijskem hribovju primerno gospodarili z gozdovi.« Idrijski

rudnik je bil več stoletij lastnik gozdov in jih je zaradi velikih potreb po jamskem lesu, drveh, oglju, gradbenem lesu in hlodovini ne le velikopotezno izkorišćal, temveč tudi varoval in gojil. Prav tako pa je tudi vzporedna rast idrijskega mesta – nekoč drugega največjega mesta na Kranjskem – slonela na zajetni kolićini porabljenega lesa.

Iz zgodovine vemo, da so bili ob rojstvu rudnika in Idrije ob koncu 15. stoletja tamkajšnji razsežni gozdovi v izmeri kakih 15.000 hektarjev last sosednjih fevdalnih gospostev. Postopoma, skozi več kot 200 let, so gozdovi prehajali v državno last in bili dodeljeni v upravljanje in izrabo živosrebovemu rudniku. V času gradnje najvećjih zidanih klavž na Idriji in Belci (1770) so erarićno posest prvić izmerili ter izdelali prve karte gozdov (Jožef Mrak), ki so bili last rudnika. Teh gozdov je bilo tedaj nad 9.500 hektarjev. Pozneje, v drugi polovici 19. stoletja, se je po zemljiški odvezi erarićna posest zmanjšala, vendar je še vedno obsegala nad 7.500 hektarjev gozdov. Z njimi je do leta 1873 neposredno upravljal rudnik in imel zato tudi poseben gozdni urad. Z letom 1873 so prešli rudniški gozdovi pod upravo direktcije v Gorici, v naslednjih letih pa so jih razdelili na dve gozdnogospodarski enoti, razmejeni po reki Idriji.



Iz preteklosti gozdarstva na Idrijskem, ki jo je temeljito obdelal odlični poznavalec in dolgoletni varuh idrijskih gozdov dr. Franjo Kordiš, je razvidno, da so se načini sečnje skozi stoletja dokaj spreminjali, se postopno kvalitetno izpopolnjevali in zlasti v novejših obdobjih sledili dognanjem gozdarske stroke. Preudarno se je postopalo z varovalnimi gozdovi in uvajalo pogozdovanja. Za oskrbovanje in smotrno izkoriščanje gozdov je skrbelo strokovno osebje, na primer znani gozdarski strokovnjak Emanuel Balasitz sredi 19. stoletja. Kako pomembno



vlogo sta igrala gozdarstvo in preskrba z lesom, je razvidno tudi iz števila gozdnih delavcev, saj je v nekaterih obdobjih rudnik zaposloval tudi nad 300 gozdnih delavcev, kar pomeni, da je prišel na tri delavce v rudniku en delavec v gozdu.

Med najvažnejše vidike in dosežke gozdnega gospodarstva in preskrbe rudarske Idrije z lesom je v preteklosti spadal transport lesa, zlasti velikopotezni sistem plavljenja od klavž do grabelj. Les so plavili po strugah Idrije, Belce, Zale in Kanomljice, v manjših količinah pa celo po nekaterih stranskih pritokih. Ing. Mazi je zapisal, da so idrijski gozdarji prav po zaslugi plavljenja ter inovativnega sistema transporta, kljub težkim, celo najtežjim spravnim razmeram, uspešno tekmovali z drugimi, ki so delali v lažjih pogojih. Največ naporov je terjalo težavno spravilo lesa do vodnih strug, na primer s pomočjo živine, pa po drčah, rižah, stezah in kolovozih. V poštev so prišla vretena in vitli, po letu 1880 škripčevje, po letu 1909 prve žičnice, v novejši dobi seveda vse bolj gozdne ceste.

Pomembno vlogo je nad 100 let igrala idrijska gozdna železnica (nemško Rollbahn, v idrijskem govoru »lauf«), o kateri sledi nekaj podatkov na koncu tega članka. Ta domiselno improvizirana gozna naprava, s katero so premagovali ravni, grape in police, je služila za prevoz oblega lesa do vode od 1820 do konca obdobja plavljenja. Znano je, da so sprva uporabljali lesene, pozneje pa okovane in železne tirste.

O monumentalnih klavžah – tako imenovanih slovenskih piramidah – ki so jih po načrtih zname-

nitega idrijskega politehnika Jožefa Mraka pozidali okrog leta 1770, bi morali seveda spregovoriti posebej. Na tem mestu naj samo poudarimo, da so služile namenu dobrih 150 let (do 1926) in da so do grabelj v Idriji odpremile skupaj nad 3.600.000 m<sup>3</sup> drv in nad 300.000 m<sup>3</sup> jamskega lesa in hlodov. Letno so lahko splavili tudi po 10.000 in več m<sup>3</sup> lesa vseh vrst.

Posebej velja poudariti, da je bila poraba lesa v rudniku in na sploh v Idriji skozi vsa obdobja izjemno velika in da so razne vrste lesa služile domala za stotero namenov. Pa naštejmo vsaj nekaj dejstev. Les in lesno oglje je rudnik v starejših časih na veliko trošil za žganje rude, vseskozi pa za opaženja rovov, za tesarsko izdelavo jaškov in za velike rudniške naprave. Lesena so bila orjaška kolesa kamšti, lesen je bil stari jez pri Kobili, lesene so bile do druge polovice 18. stoletja klavže in rake, predvsem pa so bila lesena tudi ogrodja večine stavb v Idriji. Če upoštevamo, da so po izračunu pokojnega geologa dr. Ivana Mlakarja pod Idrijo v 500 letih izkopali skupno za 700 kilometrov rovov materiala in da je dve tretjini rovov imelo leseno podporje, potem razumemo, da je šlo v idrijsko podzemlje na tisoče in tisoče dreves. V skupno bruto lesno maso je seveda treba šteti drva za kurjavo, hlode, jamski les, gradbeni les, oglje, les za orodja, les za strešno kritino, pohištvo in drugo. Ing. Mazi je ocenil, da je skupna bruto lesna masa, posekana v idrijskih gozdnih od začetka rudnika do konca plavljenja leta 1926, znašala okrog 6.500.000 m<sup>3</sup> ali nad 15.000 m<sup>3</sup> v letnem povprečju.

Les – v stoterih inačicah uporabnosti – je bil prisoten v rudarskem delavnem vsakdanjiku in v življenjskem utripu idrijskega občestva. Pa naštejmo: leseni ročaji in toporišča orodij, leseni okovani »hundi« in »trugce«, lesene tračnice, leseni klini, lesene lestve, jamske tesarbe, leseni sodi – tone, lesena ogrodja jaškov, leseni sodčki za tovorjenje živega srebra, les kot kurjava in stavbni material v Idriji, lesena ostrejša in šinklji, skladovnice polen po drvarnicah, leseni ganki, lesene pritikline za domače živali, ograje, fižolove preklje, vodovodne cevi (!), pohišstvo, izdelki domače obrti, leseni pripomočki klekljaric in celo svetloba lesenih trsk na »svetarnih« in še in še.

Po vsem povedanem lahko upravičeno zaključimo z ugotovitvijo, da so gozdovi pol tisočletja odločilno in nepogrešljivo pomagali prehranjevati idrijski živelj. Gozdovi ostajajo tudi danes in v prihodnje naše dragoceno naravno bogastvo, pa ne le v ekonomskem smislu, temveč tudi kot kompleks naravne in kulturne dediščine ter kot vir vitalnih substanc – vode, zraka in prsti. Gozdarji, to velja posebej poudariti ob septembrski slovesnosti, zaslužijo priznanje tudi kot varuhi ali rekonstruktorji kulturnih in tehniških spomenikov, kakršen je bil nekdanji idrijski lauf.

Osnovne informacije o idrijskem laufu so podane v več jezikih na informativnih tablah ob postavljeni rekonstrukciji, zato naj poudarimo le nekaj bistvenih dejstev.

Ing. Tadej Brate je leta 1994 v svoji knjigi Gozdne železnice na Slovenskem opisal kakih 30 gozdnih železnic, ki so v preteklosti obratovale po gozdovih v večini slovenskih pokrajin, vendar so vse različne izvedbe teh železnic delovale šele več desetletij pozneje kot idrijski lauf. Zato lahko s ponosom

ponovimo ugotovitev, da so bili »rojstvo gozdnih železnic idrijski gozdovi«. Idrijski lauf je bil v prvotni izvedbi skonstruiran že leta 1820 in sicer po zaslugi nadgozdarja Jettmarja. Namenjen je bil lažjemu prevozu lesa do vodnih plovnih poti, izdelan pa je bil po zgledu jamske proge v rudniku.

Prvotni lauf je bil v celoti lesen, sestavljen iz lesenih vozičkov in lesenih tirnic, ki so imele razmak le 342 milimetrov. Sredi 19. stoletja so nato lauf bistveno izpopolnili, povečali tir na širino 625 milimetrov, lesene tirnice okovali s pločevino ter izboljšali in povečali vozičke po zgledu kmečkih lojtrskih voz. Ing. Mazi je ugotavljal, da je bil celoten lauf speljan v dolžino do treh kilometrov. Na izpopolnjene vozičke, ki so jih imenovali »regljači«, so nakladali do enega kubičnega metra lesa, in to v dva do tri metre dolgih kosih. Leseni regljači so imeli kovinske osi, kolesa in zavore. Tirnice so polagali na trdno grajene lesene kobile, s katerimi so po potrebi lahko premostili grape ali kotanje, tako da je lauf tekel tudi po 15 metrov visoki konstrukciji nad zemljo. Na razpolago so imeli kakih 30 regljačev, s katerimi so vozili po tirnicah s povprečnim padcem 2,5 %. Lauf je pomagal spravljati les iz odročnih gozdnih predelov do Idrije vse do prenehanja plavljenja od klavž do leta 1926.

Domiselna rekonstrukcija laufa, seveda v spomeniški izvedbi, predstavlja dragocen prispevek k ohranjanju našega zgodovinskega spomina, k vrednotenju naše tehniške dediščine ter bogati celostno podobo prostranega Krajinskega parka Zgornja Idrija. Hvalevredno dejanje gozdarjev bi veljalo posnemati še ob marsikakem zanemarjenem ali pozabljenem pomniku naše preteklosti.

Janez KAVČIČ

## Odprtje stalne postavitve lesenih kipov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete

V sklopu prireditev na začetku novega študijskega leta, ki se je letos prvič organizirano odvijalo pod okriljem ljubljanske Univerze, smo na Večni poti 83 (Oddelk za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire pri Biotehniški fakulteti) odprli stalno postavitve kipov akademika prof. Igorja Grabca.

Na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne

vire smo pripravili na večer prvega oktobra skromen kulturni program, s katerim smo uradno obeležili odprtje postavitve petih kipov (eden pred glavno zgradbo in računalniško hišo ter trije v glavni avli Oddelka). Slovesno je postavitve odprla rektorica Univerze v Ljubljani prof.dr. Andreja Kocijančič, gostili pa smo številne visoke goste iz Univerze



ter umetnike – kolege akademika prof.dr. Igorja Grabca.

Avtor se loteva lesa z različnimi tehnikami, od rezbarskih do strojnih. Njegove razstave se začno že leta 1961 v študentskem naselju, razstavljal je še marsikje od Cankarjevega doma (1997), Gozdarskega inštituta (1999), Arboretuma Volčji potok (2000), Inštituta Jožef Stefan (2002). Avtor ne samo da rad ustvarja v lesu, pač pa tudi rad ustvarja v gozdnem okolju, na Pokljuki.

Gozdarji se zavedamo pomena našega življenjskega okolja. Kot Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v sklopu Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani opravljamo odgovorno delo – delo z najkompleksnejšim bitjem – človekom, ki bo bdel nad okoljem in hkrati skrbel za svojo dobrobit in dobrobit vseh nas. Prijetno delovno okolje je nujen pogoj za uspešno in ustvarjalno delo. Lepo, prijetno in navdiha polno okolje je velikega pomena tako za študente – na katere prenašamo strokovno znanje in rezultate raziskovalnega

dela, kakor tudi za pedagoške in druge delavce ter obiskovalce našega Oddelka.

Za najnovejšo pridobitev se Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire zahvaljuje vsem, ki ste prispevali k obogatitvi naše Hiše – še posebej pa avtorju kipov, prof.dr. Igorju Grabcu, donatorju lesa gozdarski gospodarski družbi Gozd Ljubljana d.d. ter rektorici prof. dr. Andreji Kocijančič za slovesno odprtje postavitve.

Janez KRČ



## Vetrolom na Jelovici

Konec junija 2006 je prinesel vroče, soparno vreme s številnimi nevihtami, neurji in točo. V slovenskem gozdu je svoj pečat pustil orkan, ki je na Jelovici ploskovno podrl v 10 minutah 160 ha smrekovih debeljakov. Padlo je okoli 85.000 bruto m<sup>3</sup> lesa.

Obveščanje in vse nadaljnje ukrepanje je bilo učinkovito in primer dobrega sodelovanja lastnikov gozdov ter vseh gozdarskih inštitucij.

### Opis dogodka in organizacija v prvih dneh

Jelovica je visoka kraška planota južno od Bleda in Bohinja. Orkan je gospodaril po položnih pobočjih na okoli 1.300 m nadmorske višine 29. junija okoli pol petih popoldan.

Najbližja očividca sta bila pastirja na Ribčevi planini okoli 600 m zračne razdalje od ploskovne polomije. Po njunih besedah je najprej zavladal popoln mir, spustila se je megla, nato pa se je približeval tak zlovešč grom, da sta se skrila v bunker.

Naslednji dan so gozdarji s KE Bohinj in Železniki že pregledali teren in popoldne smo sporočili na MKGP, da je vihar podrl okoli 65.000 m<sup>3</sup>.

V naslednjih dneh je služba ZGS ugotovila obseg in lokacijo vetroloma. Prizadete površine niso bile prehodne. Na osnovi preleta z letalom je bil izdelan približen grafični prikaz na gozdnogospodarskih kartah v merilu 1:10.000 (7. julij 2006). Veter je podrl tri obsežne ploskve gozda (35 ha, 50 ha in 75 ha)

Ugotovilo se je lastništvo prizadetih gozdov. Upravljalec večine prizadetih gozdov je SKZG, drugi veliki lastnik je Nadškofija Ljubljana, le na desetini površine so prizadeti manjši lastniki.

Lastniki ali njihovi izvajalci so v tednu med 3. in 7. julijem očistili nekatere ceste in zagotovili prevoznost. ZGS je evidentiral izdelane količine.

Na cestah, kjer se je začelo s pospravlom vetroloma, so bili predhodno nameščeni znaki za prepovedan prevoz in opozorila o delu v gozdu.

Na površinah polomij so se vrstili obiski vodilnih garnitur na področju goz-

darstva, lastniki, novinarji in radovedneži, ki jih je prignala zvedavost.

ZGS OE Bled je pripravil novinarsko konferenco in poskrbel za prispevke na televiziji, radiu in časopisih. Na internetni strani MKGP je informacija in slikovni material o vetrolomu.

Na bohinjsem delu Jelovice je bil uveden začasen režim prometa na območjih v bližini polomij. Obsegal je postavitve informativnih tabel, ramp s ključi ter določitev smeri vožnje polnih in praznih tovornjakov. Pri večinskem lastniku gozdov, ki jih je prizadel vetrolom (republika Slovenija), je ZGS pripravil prerazporeditev načrtovanih sečenj.

ZGS je pričel z označevanjem drevja za posek na robovih polomij, kjer so bili poškodovani šopi in posamezna drevesa.

S pomočjo razpačenih aeroposnetkov (posebej naročeno helikoptersko snemanje) in podatkov z vzorčnih ploskev so bile ugotovljene točne lokacije in najboljša možna ocena količine ter debelinska struktura poškodovanega lesa. Gibanje po vetrolomnih površinah namreč ni bilo mogoče.





Klasična izdelava z motorno žago in traktorji se izvaja na robu in v manjših šopih polomljenega drevja. Ta tehnologija se deloma uporablja tudi kot prva faza prereza korenčnika pri ležečem drevju.

V začetku septembra je bilo pospravljene že dobra polovica polomije. Na vetrolomnih površinah trenutno dela 6 strojnih kompozicij in precejšnje število sekačev ter traktorjev. Les se sproti odvaža do kupcev.

Izdane so bile C odločbe, ki so nalagale lastnikom prizadetih gozdov pospravilo do 31. 12. 2006.

28. julija so bile na MKGP posredovane okvirne ocene škod in potrebnih sredstev za sanacijo.

30. avgusta smo izdelali sanacijski načrt, ki je pokazal, da je bila škoda zaradi vetroloma dobrih 300 milijonov SIT.

Vetrolom na Jelovici bo nastopal tudi v novem slovenskem mladinskem filmu Teja. Služi pa tudi kot študijski objekt pri izdelavi diplomske naloge s področja zatiranja podlubnikov.

## Organizacija poseka in transporta

Kot prevladujoča tehnologija pospravila je bila izbrana strojna sečnja.

Ta odločitev je temeljila na več dejstvih:

Naravne danosti - položni in srednje strmi tereni, nosilna tla brez ovir, velike koncentracije smrekovega lesa“.

Varstvo gozdov zahteva hitro pospravilo poškodovanih iglavcev. V nasprotnem primeru bi se polomija spremenila v gojišče podlubnikov, ki bi lahko ogrozilo 10.000 ha zasmrečenih gozdov v gozdni krajini Jelovice.

Ekonomika in ergonomija: hitro pospravilo in prodaja pomenita kvalitetne sortimente in zdrav les. Gozdna posest je velika, tako da težav s posestnimi mejami skoraj ni. Gozdna proizvodnja lahko poteka tudi v slabem vremenu. Ročna izdelava take polomije bi bila zelo nevarna in počasna.

Po končanem pospravlilu bo potrebno izvesti izredno vzdrževanje. Obsegalo bo prekopavanje vlak (nevarnost erozije ) ter nasipanje, valjanje in ravnjanjem cest z ureditvijo odvodnjavanja.

## Varstvo gozdov

Največja potencialna nevarnost, ki preti, je prerez-množitev podlubnikov.

Na površini posek bo ostalo po pospravlilu sortimentov še veliko naletnega materiala. Zato na dveh tretjinah površin načrtujemo izvedbo gozdne higijene. Ta bo vsebovala razrez debelejših puščenih kosov lesa in vrhačev, ki niso šli skozi čeljusti harvesterja.

Naslednje leto zgodaj pomladi načrtujemo postavitve večjega števila kontrolno lovnih pasti v obliki dvojčkov in trojčkov. Hitra postavitve, redno praznjenje in menjava atraktantov bodo morali zadostovati, da populacije ne bodo preveč vdiralne v sosednje sestoje.

## Zagotavljanje funkcioniranja gozdnega ekosistema

Skoraj ves vetrolom leži na blagih do srednje strmih pobočjih jelovih bukovij, ki so bila močno zasmrečena.

- Nepopravljive škode za gozdni ekosistem ni.
- Tri rastišča divjega petelina, ki so bila na polomiji ali v okolici, se bodo nekoliko premaknila v stoječe debeljake.
- Posečna vegetacija (jagodičje) in favna (glodalci)

bodo sicer malo podaljšali naravno pomladitev, a po drugi strani popestrili prehransko ponudbo.

- Redki semenjaki na vetrolomnih površinah bodo izvor semena listavcev ter pristajališča za redke ogrožene ujede.
- Na okoli 20 % prizadetih površin se mladje že kaže v obliki vznika, skupinic mladja ali celo gošče. Teh zasnov tudi pospravilo vetroloma ne bo bistveno prizadelo in tu pričakujemo hitro razraščanje teh jeder.
- Na ostali površini bomo lokalno po potrebi načrtovali pripravo tal za naravno in umetno obnovo. V začetku pričakujemo razrast stožke, maline ali borovnice. Vendar pokrovnost teh zelišč ni tako močna, da bi onemogočila naravno pomlajanje.
- Spopolnitve (27 ha) predvidevamo le na posebej neugodnih legah (strmine, uleknine in predeli s skupinami obrnjenih štorov (matična podlaga na površju).
- Pri spopolnitvah bo prednjačila redka sadnja

smreke, ki bo omogočala vrast naravne bukve ki ima neverjetno izbojno moč ter jerebice, ki je značilna pionirska vrsta na Jelovici.

## Zaključek

160 ha naenkrat ogolelih gozdnih površin pomeni precejšen strokovni izziv. Številni strokovni pogovori in kresanja mnenj so se zaključila z mislijo, da bo gozdni ekosistem to rano zacelil.

Na gozdarjih je, da padlo drevje izdelamo v sortimente in vnovčimo ter poskrbimo za zatiranje prerezanih podlubnikov.

Obnova bo v pretežni meri prepuščena naravi, ki je na Jelovici vitalna (Jelovica je uvrščena tudi v zaščiteno območje Nature 2000).

Neposredna in posredna nega mladih sestojev bosta ustvarili take sestoje, ki bodo sonaravnejši od pravkar porušanih.

Vida PAPER-LAMPE,

univ dipl inž gozd, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Ljubljanska 19, 4260 Bled

Gozdarski vestnik, LETNIK 64 • LETO 2006 • ŠTEVILKA 9

Gozdarski vestnik, VOLUME 64 • YEAR 2006 • NUMBER 9

Gozdarski vestnik je na Ministrstvu za kulturo vpisan v Razvid medijev pod zap. št. 610.

Glavni urednik/*Editor in chief*  
mag. Franc Perko

Uredniški odbor/*Editorial board*

prof. dr. Miha Adamič, doc. dr. Robert Brus, Franci Furlan, Dušan Gradišar, Jošt Jakša, prof. dr. Marijan Kotar, doc. dr. Darj Krajčič, prof. dr. Ladislav Paule, dr. Primož Simončič, prof. dr. Heinrich Spiecker, dr. Mirko Medved, prof. dr. Stanislav Sever, mag. Živan Veselič, prof. dr. Iztok Winkler, Baldomir Svetličič

Dokumentacijska obdelava/*Indexing and classification*  
Maja Božič

Uredništvo in uprava/*Editors address*  
ZGD Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA  
Tel.: +386 01 2571-406

E-mail: gozdarski.vestnik@gov.si

Domača stran: <http://www.dendro.bf.uni-lj.si/gozdv.html>  
TRR NLB d.d. 02053-0018822261

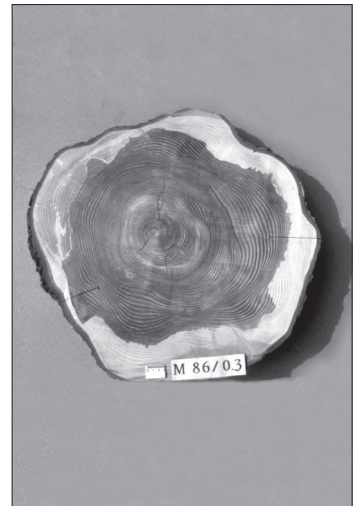
Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana  
Letno izide 10 števk/10 issues per year

Posamezna številka 1.500 SIT (6,26 EUR). Letna naročnina:  
fizične osebe 8.000 SIT (33,38 EUR), za dijake in študente 5.000 SIT  
(20,86 EUR), pravne osebe 22.000 SIT (91,80 EUR).

Izdajo številke podprlo/*Supported by*  
Javna agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije  
in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS

Gozdarski vestnik je eferiran v mednarodnih bibliografskih zbirkah/*Abstract from the journal are comprised in the international bibliographic databases:*  
CAB Abstract, TREECD, AGRIS, AGRICOLA.

Mnenja avtorjev objavljenih prispevkov nujno ne izražajo stališč založnika niti uredniškega odbora/*Opinions expressed by authors do not necessarily reflect the policy of the publisher nor the editorial board*



Patološko mokro srce pri jelki  
(Foto: N. Torelli)