



LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje



SOLČAVSKI GORSKI LES

študija o značilnostih in prednostih solčavskega gorskega lesa
ter njegovi uporabnosti

Naročnik:
DRUŠTVO LASTNIKOV GOZDOV TISA


Izvajalec:
GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Solčavsko – Ljubljana, september 2009

GOZDARSKA KNJIŽNICA

K E
589



COBISS 

GIS BF - GOZO



ID = 24 864 38



LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Projekt: SOLČAVSKI GORSKI LES

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja - LEADER

SOLČAVSKI GORSKI LES

študija o značilnostih in prednostih solčavskega gorskega lesa
ter njegovi uporabnosti

Naročnik DRUŠTVO LASTNIKOV GOZDOV TISA
Solčava 16
3335 Solčava

Izvajalec GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
Večna pot 22
1000 Ljubljana

Vodja projekta:

Alojz Lipnik

Pri izvedbi študije so sodelovali:

dr. Mirko Medved

prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli

dr. Robert Robek

Tomaž Poličnik

Marko Slapnik

Projekt: Solčavski gorski les

Datum izvedbe: september 2009

**KAZALO VSEBINE:**

1 RAZVOJ PRIDOBIVANJA IN RABE LESA NA SOLČAVSKEM (dr. M. Medved)	- 5 -
1.1 PRIHODNOST DROBNOPOSESTNIH ZASEBNIH GOZDOV V SLOVENIJI	- 5 -
1.2 OPIS LOKALNE SKUPNOSTI SOLČAVA	- 6 -
1.3 GOZDNOGOSPODARSKE ZNAČILNOSTI.....	- 7 -
1.4 RAZVOJ ZASEBNE GOZDNE POSESTI V SOLČAVI.....	- 8 -
1.5 ZGODOVINA TEHNOLOGIJ IZKORIŠČANJA GOZDOV.....	- 10 -
1.6 PRIDOBIVANJE IN RABA LESA NA SOLČAVSKEM	- 11 -
2 ZNAČILNOSTI IN UPORABNOST SOLČAVSKEGA GORSKEGA LESA (prof. dr. dr. h.c. Niko Torelli)	- 16 -
2.1 »GORSKI« LES	- 16 -
2.2 DREVESNE VRSTE IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI	- 16 -
2.2.1 Smreka.....	- 18 -
2.2.2 Jelka.....	- 23 -
2.2.3 Evropski macesen.....	- 30 -
2.2.4 Bukev	- 32 -
2.2.5 Gorski javor	- 36 -
2.2.6 Veliki jesen.....	- 37 -
2.3 ODZIV DREVESA NA POŠKODBE	- 40 -
2.3.1 Strategija skorje	- 41 -
2.3.2 Strategija lesa.....	- 41 -
2.3.3 Strategija kambija.....	- 42 -
2.3.4 Vpliv letnega časa.....	- 43 -
2.3.5 CODIT danes.....	- 43 -
2.4 RASTNE NAPETOSTI.....	- 46 -
2.4.1 Reakcijski les (aktivno usmerjevalno tkivo)	- 47 -
2.4.2 Juvenilni – adultni les	- 49 -
2.4.3 Zavita/spiralna rast.....	- 50 -
3 LUNARNI LES – MIT ALI RESNIČNOST (prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli).....	- 52 -
3.1 STARA KMETSKA PRAVILA.....	- 53 -



3.2	LUNINE MENE IN ZODIAŠKA ZNAMENJA	- 55 -
3.3	»PRAVI« ČAS POSEKA	- 57 -
3.4	PROBLEM FIKSNIH DATUMOV IN ZODIAŠKH ZNAMENJ	- 61 -
4	RESONANČNI LES – »ALPSKA« TEMA (prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli).....	- 65 -
4.1	ZAKAJ SMREKOVINA?	- 66 -
4.2	JAVOROVINA	- 68 -
5	NEKAJ MISLI O PROMOCIJI SOLČAVSKEGA LESA (prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli)	- 69 -
6	UPORABA SOLČAVSKEGA GORSKEGA LESA (Tomaž Poličnik, Marko Slapnik).....	- 70 -
6.1	USMERJEVALNE IN INFORMACIJSKE TABLE	- 71 -
6.2	KORITA	- 72 -
6.3	ZUNANJE KLOPI IN MIZE	- 73 -
6.4	KONSTRUKCIJE, STENSKÉ OBLOGE, KRITINE	- 74 -
6.5	NOTRANJE POHIŠTVO	- 76 -
6.6	IGRALA	- 77 -
7	LITERATURA	- 79 -
7.1	LITERATURA K POGlavJU 1:	- 79 -
7.2	LITERATURA K POGlavJEM 2 - 5:	- 83 -
7.3	LITERATURA K POGlavJU 6:	- 87 -



1 RAZVOJ PRIDOBIVANJA IN RABE LESA NA SOLČAVSKEM (DR. M. MEDVED)

V Evropi prevladujejo zasebni gozdovi. Povprečna velikost zasebne gozdne posesti v Evropi znaša okrog 11 ha, več milijonov zasebnih lastnikov gozdov ima v lasti posesti, ki so manjše od 3 ha gozdov (TBFRA-2000). Za lastnike drobnoposestnih gozdov je značilno manjše zanimanje za delo v gozdovih, pomanjkljiva opremljenost in usposobljenost za delo v gozdu ter majhna profitabilnost in nizka konkurenčna sposobnost pri plasiranju gozdnih proizvodov na tržišče (LAHDENSAARI (ed) 2001). Posledice take prakse gospodarjenja se kažejo v opuščanju izkoriščanja drobnoposestnih gozdov ter v neopravljenih gojitvenih in varstvenih delih. Ekstenzivno gospodarjenje v drobnoposestnih gozdovih je pogost pojav tudi drugod po svetu (TBFRA-2000).

Gozdovi in les so pomemben, v gorskih predelih pa celo strateški naravni vir, ki lahko pomembno prispevajo k trajnostnem razvoju podeželja. Z izboljšanjem opremljenosti, usposobljenosti in organiziranosti zasebnih lastnikov gozdov lahko bistveno povečamo gospodarsko in socialno učinkovitost ter okoljsko sprejemljivost pridobivanja, predelave in rabe lesa, s tem pa tudi kakovost življenja na podeželju.

Eden od načinov spodbujanja napredka pri pridobivanju, predelavi in rabi lesa je individualno svetovanje gozdnim posestnikom (JOHANSON 2000). Kljub številnim prednostim je manj primerno za izboljšave, ki zadevajo več gozdnih posestnikov ali vplivajo na ostale uporabnike gozdnega prostora. V takem primeru je potrebno individualno svetovanje nadgraditi in dopolniti v razvojno planiranje 'po meri lokalnega prebivalstva', s katerim načrtno in interdisciplinarno, pa vendar operativno in konkretno uskladimo varovalne in razvojne težnje pri rabi zasebnih gozdov v lokalni skupnosti. Potrebujemo uspešne primere tovrstnega spodbujanja, ki naj prilagojeni lokalnim razmeram in tradiciji dajo pravo mesto lesu v sodobni družbi.

Vse naštetu velja tudi za Slovenijo, ki ima preko 65% gozdov v zasebni lasti, velikost povprečne gozdne posesti pa je pod 3 ha (MEDVED 2000). Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport Republike Slovenije sta v okviru ciljnega raziskovalnega programa Konkurenčnost Slovenije 2001-2006 in sodelovanja s FAO – Forest product Division podprla študijo z namenom razvijanja in promocije metod trajnostnega gospodarjenja z zasebnimi gozdovi. Študijo je izvedel znanstveno raziskovalni oddelek za gozdno tehniko na Gozdarskem inštitutu Slovenije ob sodelovanju Zavoda za gozdove Slovenije in občine Solčava.

1.1 PRIHODNOST DROBNOPOSESTNIH ZASEBNIH GOZDOV V SLOVENIJI

V Sloveniji se na podlagi evidentiranega poseka realizira 65% dovoljenega poseka, večino nerealiziranega etata je v zasebnih gozdovih. Kasnejše raziskave so odkrile, da je posek v zasebnih gozdovih dejansko višji kot kažejo uradne evidence in se v slovenskem povprečju približuje načrtovanemu poseku (Medved, Matijašič 2008). Izmed več kot 300.000 gozdnih posestnikov jih le kakšen odstotek poseduje 20 ali več ha gozdov. Nadaljuje se drobljenje



gozdne posesti. Povprečna gozdna posest je v zadnjih dvajsetih letih padla s 3,01 ha na 2,37 ha. Usposobljenost gozdnih posestnikov za delo v gozdu je slaba, njihova organiziranost in povezanost prav tako. Vedno manj je kmečkih gospodarstev, vedno več ostarelih lastnikov in nekmetov, ki imajo v lasti gozd.

Družbenogospodarske razmere, ki vplivajo na gospodarjenje z zasebnimi gozdovi se hitro spreminjajo. Opravljanje del v gozdovih ter predelava lesa ostajata primerna dejavnost za kmetije, ki jim kmetijsko delo daje premalo dohodka. Zaradi heterogenosti gozdnih posestnikov bo potrebno ukrepe na področju tehnološkega razvoja pri pridobivanju lesa med gozdnimi posestniki ciljno usmeriti in prilagoditi načinu njihovega delovanja. V lokalnih skupnostih bo potrebno poiskati in spodbuditi lastnike gozdov, da se bodo deloma specializirali za dela v gozdovih. Zanje bo tehnološki razvoj ter ustreznost delovnih sredstev in načinov dela pogoj za obstanek na trgu.

1.2 OPIS LOKALNE SKUPNOSTI SOLČAVA

Občina Solčava (slika 1) leži v Zgornje Savinjski regiji, ki jo sestavljajo še občine Gornji grad, Nazarje, Luče, Ljubno in Mozirje. Leži v gorskem svetu Kamniško-Savinjskih Alp in Karavank, kjer med pretežno karbonatnimi vrhovi ležijo tri značilne ledeniške doline: Robanov kot, Logarska dolina in Matkov kot. Je tretja najmanjša občina v Sloveniji. Obsega dve katastrski občini s skupno površino 10238 ha in po zadnjem popisu prebivalstva (SUR5 2002) šteje 552 prebivalcev. Prevladuje poselitev v samotnih kmetijah, največje naselje je vas Solčava, kjer v 100 gospodinjstvih živi 242 prebivalcev. Gozdarstvo, kmetijstvo in turizem so glavne gospodarske dejavnosti, med njimi je gozdarstvo zlasti za kmečka gospodinjstva zelo pomemben vir dohodka.



Slika 1 Lega občine Solčava



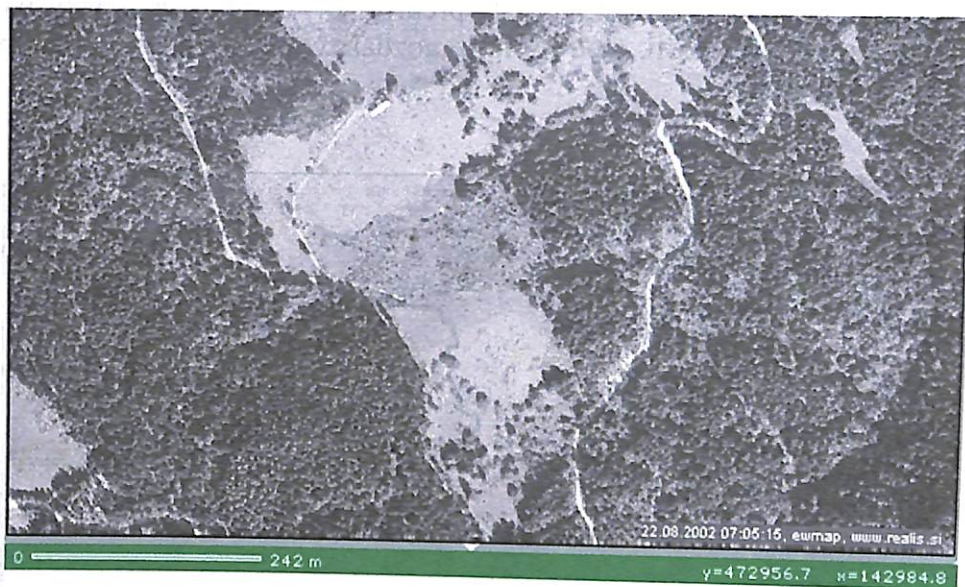
1.3 GOZDNOGOSPODARSKE ZNAČILNOSTI

Skupna površina gozdov v občini znaša 8179 ha, površina gozdnega prostora pa 9067 ha. Za gozdni prostor v občini Solčava je značilno močno prepletanje ekoloških, socialnih in proizvodnih funkcij gozdov. Območje občine leži na področju bodočega Karavanško-kamniško-savinjskega regijskega parka, znaten del gozdov leži v krajinskih parkih Logarska dolina in Robanov kot.

Gozdnogospodarska enota Solčava zajema vse zasebne in državne gozdove v občini Solčava. Gospodarjenje z gozdovi v enoti strokovno usmerja Zavod za gozdove (ZGS), Območna enota Nazarje in Krajevna enota Luče. Enoto sestavljata dva revirja: Solčava in Logarska dolina.

Po predlogu gozdnogospodarskega načrta gozdnogospodarske enote Solčava za obdobje 2000-2009 (ZGS 2002) v enoti močno prevladuje zasebna gozdna posest (6818 ha, 83,4%). Ko bo proces denacionalizacije končan, ne bo ostalo skoraj nič državnih gozdov. Gozdov drugih pravnih oseb je 3%. Podrobnejša analiza zasebne gozdne posesti je predstavljena v samostojnem poglavju.

Večino gozdnogospodarske enote uvrščamo v gorsko gozdnato krajino. V enoti je največ večnamenskih gozdov (49%), poleg tega je 11% gozdne površine gozdov s posebnim namenom, kjer so gozdnogospodarski ukrepi dovoljeni. Slednji se nahajajo pretežno na območju krajinskih parkov. 14% površine je gozdnih rezervatov, kjer gozdnogospodarski ukrepi niso dovoljeni.



Slika 2 Gozdnata krajina s posamično poselitvijo v obliki celkov na Solčavskem

Povprečna lesna zaloga gozdov v enoti znaša okrog 300 m³/ha. V lesni zalogi prevladujejo iglavci (71%), kar 37% lesne zaloge odpade na drevesa s premerom nad 40 cm. Med iglavci prevladuje smreka (50% lesne zaloge) med listavci pa bukev (25% lesne zaloge). 10% lesne zaloge predstavlja macesen, ki je primešan smrekovim in bukovim sestojem v višjih legah. Lesne zaloge in prirastki so višji v zasebnih gozdovih predvsem zaradi manjšega deleža varovalnih gozdov. V enoti je največ Debeljakov, značilen je visok delež ohranjenih gozdov.



Skupna dolžina vseh cest v enoti Solčava znaša 107,3 km. 55,7 km gozdnih cest je v zasebnih in 10,6 km cest v državnih gozdovih. Povprečna gostota cest v enoti je 15,7 m/ha, povprečna gostota gozdnih vlak v zasebnih gozdovih pa 41 m/ha. Nadaljnje odpiranje gozdov omejujejo terenske razmere in omejitve gradenj gozdnih prometnic v zavarovanih območjih.

1.4 RAZVOJ ZASEBNE GOZDNE POSESTI V SOLČAVI

Prostor sedanje občine Solčava je pred poldrugim stoletjem pokrivala tretjina gozdov, naseljevalo 796 prebivalcev, ki so imeli 749 govedi, 246 prašičev, 812 ovac in 5 konjev (GGN 1971-1980, str. 7). Takrat je bila Solčava sestavni del Avstroogrškega cesarstva, les in s tem tudi gozd ni imel posebne vrednosti, razen za lastno rabo pri gradnji in ogrevanju poslopij ter za kuhanje. Zaradi predvsem samooskrbnega življenja so imeli močno razvito živinorejo in poljedelstvo. Dvajseto stoletje je prineslo velike spremembe, ki se močno odražajo tudi v podobi krajine.

Sto let kasneje je bilo po podatkih Popisa kmetijskih gospodarstev iz leta 2000 v občini 53 družinskih kmetij, ki redijo 472 govedi, 11 molznic in 131 prašičev. Te kmetije imajo v uporabi 5108 ha zemljišč, od tega je 681 ha kmetijskih zemljišč. Kmetijska zemljišča so predvsem pašniki in travniki, njiv in vrtov je le 2,26 ha. Njiv za pridelavo žit nimajo več. Sadnega drevja v intenzivnih sadovnjakih nimajo, imajo pa 991 rodnih dreves (439 jablan, 192 hrušk, 221 češenj in 99 češpelj). V lasti imajo 80 traktorjev, 62 kosilnic, 17 traktorskih kosilnic, 37 nakladalnih prikolic in 38 ostalih prikolic. Kmetije imajo 75 PDM (polnih delovnih moči) z izobrazbo gospodarjev: 10 NOŠ, 20 OŠ, 9 PŠ, 10 SŠ, 4 VŠ ali VSŠ. Največ gospodarjev (21) ima le praktične izkušnje iz kmetijstva, 20 pa jih ima opravljene razne tečaje. Poklicno, srednjo ali višjo izobrazbo kmetijske smeri ima le nekaj gospodarjev. Od 225 članov kmetijskih gospodinjstev jih 54 ne dela na kmetiji, od ostalih 171 pa je 39-im kmetijstvo edina dejavnost, 45-im glavna, 31-im stranska dejavnost, 56 jih občasno pomaga pri kmetijskih delih.

Primerjava med leti 1900 z današnjim stanjem kaže naslednje negativne trende: zmanjšanje števila prebivalcev za 29 %, govedi za 35 % in prašičev za 46 %. Površina zasebnih gozdov se je samo v zadnjih 65 letih povečala za 123 %. V preglednici 1 je pregled površin gozdov po lastništvu po letu 1935. Od leta 1960 je bilo izdelanih že pet gozdnogospodarskih načrtov, ki so tudi glavni vir podatkov za preglednico.



Preglednica 1 Površina gozdov v GGE Solčava glede na lastništvo (Viri: Gozdnogospodarski načrti GGE Solčava 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2000-2009)

Kategorije gozdov	Površine gozdov po letih (ha)					
	Leta 1935	Leta 1960	Leta 1970	Leta 1980	Leta 1990	Leta 2000
Skupaj vsi gozdovi	---	6957	6966	7042	7807	8179
Vsi zasebni gozdovi	3057	3113	3132	3205	3352	6818
-Gospodarski gozdovi	---	2850	2920	2993	2946	4432 *
- Varovalni gozdovi	---	263	211	211	406	2686 *
% zasebnih gozdov	---	44,7	44,9	45,5	42,9	83,4

* V letu 2000 so gospodarski gozdovi večnamenski in gozdovi posebnega namena, kjer so ukrepi dovoljeni, varovalnim gozdom pa prištetni tudi gozdovi posebnega namena kjer ukrepi niso dovoljeni

Pred II. svetovno vojno je bilo na Solčavskem 3057 ha zasebnih gozdov. Zaradi nacionalizacije po letu 1945 se površina zasebnih gozdov ni bistveno spreminjala, saj so bile nacionalizirane predvsem negozdne (pašniki) in nerodovitne površine. Takrat je lahko imel kmet - gozdni posestnik v lasti največ 50 ha gozdov. Z denacionalizacijo so bile te površine v obliki varovalnih gozdov znova vrnjene gozdnim posestnikom. Površine gospodarskih gozdov v zasebni lasti so se povečale za 50 %, površine varovalnih gozdov pa za kar za 661 %. K povečanju površin gozda je veliko prispevalo zaraščanje pašnikov.

Sočasno s povečanjem gozdnih površin se je spreminjala tudi posestna struktura, ki je bila do leta 1990 precej podobna, po denacionalizaciji pa bistveno spremenjena. Vrnjena so bila zemljišča predvsem hribovskim kmetijam. Vračanje je povzročilo povečanje števila večjih posesti. Zaradi velikega števila dedičev se je povečalo število solastnikov (preglednica 2). Za leto 1935 viri navajajo naslednje razrede in število posestnikov: 50 do 80 ha – 11, 80 do 120 ha – 5 in nad 120 ha - 6 gozdnih posesti (vir: PREPADNIK 1981). V preglednici smo velikostne kategorije združili in za kategorijo nad 100 ha upoštevali enako število posestnikov kot je stanje po denacionalizaciji l. 2000.

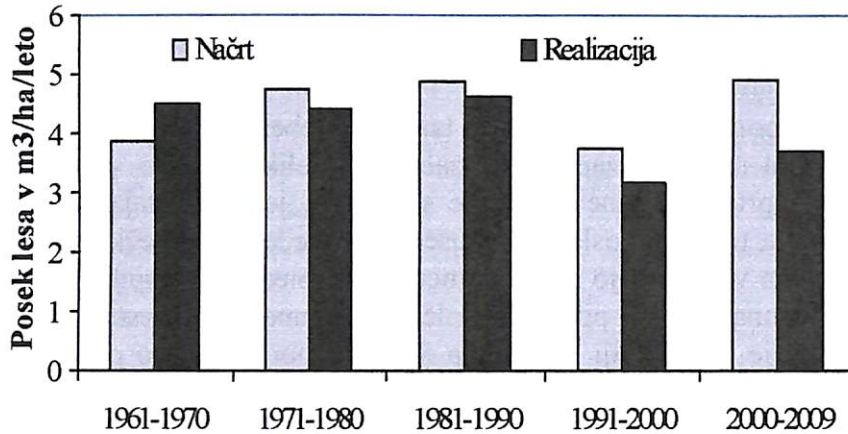
Preglednica 2 Struktura zasebne gozdne posesti v GGE Solčava (Viri: Gozdnogospodarski načrti GGE Solčava 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2000-2009)

Velikostna kategorija	Število gozdnih posestnikov po letih (n)					
	Leta 1935	Leta 1960	Leta 1970	Leta 1980	Leta 1990	Leta 2000
Do 1 ha	17	0	3	0	21	58
1 – 2 ha		14	17	18		84
2 – 3 ha		2	3	10		
3 – 5 ha		4	9	12		
5 do 10 ha	2	8	9	12	20	20
10 do 15 ha	5	3	5	3		
15 do 20 ha	5	2	4	3		49
20 do 30 ha	6	9	10	8		
30 do 50 ha	10	44	8	7	16	(30 do 100 ha)
Nad 50 ha	15		36	35		
Nad 100	7					70
Skupaj posestnikov	67	86	95	96	95	289



V GGN za leto 2000-2009 je naslednja razlaga (str. 10): »Število gozdnih posestnikov je 145, z upoštevanjem solastnikov, ki jih je precej zlasti na denacionaliziranih površinah, pa kar 289«. Iz istega vira, kjer je struktura le v odstotkih, smo rekonstruirali lahko le število solastnikov po velikostnih kategorijah. Tudi v Solčavi je, podobno kot drugje po Sloveniji, prišlo do velikega drobljenja predvsem najmanjše gozdne posesti do 5 ha, kar je z gozdnogospodarskega vidika zelo neracionalno. Zaradi denacionalizacije se je močno okrepila tudi večja gozdna posest, ki je predmet naše podrobnejše raziskave.

Razmerja med načrtovanim in realiziranim posekom v zasebnih gozdovih v občini Solčava so prikazana na sliki 3. Pri podatkih za zadnje obdobje je upoštevana realizacija v letih 2000 in 2001. Le v obdobju 1961-1970 je bila realizacija poseka višja kot je predvideval načrt. V predzadnjem obdobju je bilo načrtovani posek četrtnino nižji kot dve obdobji pred tem. V zadnjem načrtu je načrtovani posek narasel na 4,9 m³/ha letno, realiziranega pa je bilo le 75%. Ta razkorak med načrtovanim in realiziranim posekom opozarja na nujnost razvoja pridobivanja, predelave in rabe lesa med gozdnimi posestniki v občini Solčava.



Slika 3 Načrtovani posek in realizacija poseka v gospodarskih gozdovih v m³/ha/leto

1.5 ZGODOVINA TEHNOLOGIJ IZKORIŠČANJA GOZDOV

Gozdarstvo na Solčavskem je kot gospodarska dejavnost pred l. 1850 močno zaostajalo za kmetijstvom. Les so uporabljali predvsem za kurjavo in gradbeni material. Večje sečnje bukovine so se pričele s potrebami po oglju v Železni Kapli in na Gorenjskem (ŠTIFTAR 1997). Takrat so zgradili tudi 'oglarško' cesto preko Pavličevega sedla. S potrebami trga (jambori, piloti) se začne kasneje začne tudi pridobivanje iglavcev, zlasti macesna.

Zaprto teh gozdov je pogojevala tehnologijo spravila lesa. Po zapisih Robanovega Joža (VRŠNIK 1978) je sečnja potekala poleti, sledilo je ročno spravilo s cepini na kupe v bližino žlebov in grap in čakanje na zimo. Veliko snega v začetku in hiter nastop pomladi z nenadno otoplitvijo je bil pogoj za proženje velikih plazov, ki so zgladili kotanje, robove in skale v žlebovih. Drvarji so morali ujeti "pravi čas", odkidati in rušiti hlode po plazovih do sten in čez stene. Če so dobili polovico hlodov nepoškodovanih pod steno, ko je sneg skopnel, so bili zadovoljni. Izpod sten je potekalo spet ročno spravilo v deževnem vremenu ali naslednjo zimo, do mesta, kjer je bilo mogoče priti z vprežno živino. Drugi načini spravila so bili po mokrih ali zaledenelih lesenih rižah in s plavljenjem (potok Bela in drugi hudourniki v



Savinjo). Les so plavili do izbrane žage, kjer ga je kupec prevzel, zaznamoval in plačal. Od sečnje je lahko minilo več let in pogosto so bili stroški spravila in izguba ter razvrednotenje lesa precej večji od plačila. Zaslužek so vlagali v gradnjo poti, stavb in odstranjevanju kamenja s pridelovalnih površin.

Opisana tehnologija pridobivanja lesa je zahtevala veliko časa, dela in delovne sile. Podobno kot drugod so se tudi na Solčavskem tehnologije sredi prejšnjega stoletja spremenile. Naraščanje števila traktorjev, motornih žag in dolžin gozdnih prometnic odraža posredno tudi število zaposlenih v gozdarstvu na Solčavskem. Število se je s 40 leta 1961 zmanjšalo na 27 v letu 1985 in na 4 v letu 1997. V gozdnogospodarski enoti z etatom preko 15.000 m³ danes ni poklicno zaposlenega nobenega gozdnega delavca (ŠTIFTAR 1997).

1.6 PRIDOBIVANJE IN RABA LESA NA SOLČAVSKEM

80% skupne površine proučevane lokalne skupnosti pokrivajo gozdovi. Posestna struktura zasebnih gozdov je ugodna. Proizvodna funkcija gozdov ni v celoti izkoriščena. Gozdarstvo je za lokalno skupnost Solčava najpomembnejša gospodarska dejavnost. V lokalni skupnosti Solčava ima gospodarjenje z gozdovi dolgo tradicijo. Pred stotimi leti, ko je gozd pokrival okoli 30% površine, je bil les pomemben predvsem za lastne potrebe, za ogrevanje in gradnjo. Posamična poselitev kmetij in relativna zaprtost je zahtevala veliko stopnjo samooskrbe s hrano. Sčasoma, ko so se odprle prometne povezave s cestami, je les postajal vedno bolj pomemben proizvod kmetij za trženje. Posledice opuščanja poljedelstva v težkih hribovitih terenih in usmerjanje predvsem v živinorejo imajo pomembno posledico v krajini, ki jo danes pokriva že 80% gozda. Zasebna gozdna posest v Solčavi (commercial forests) je več kot desetkrat večja kot je povprečje v Sloveniji. Tako ima Solčava morda že celo preveč gozda, kar lahko posredno zmanjšuje videz in privlačnost kulturne krajine in s tem tudi možnosti za razvoj turizma kot najobetavnejše dopolnilne dejavnosti. Leta 2001 je predstavljala skupna bruto osnova za dohodnino v občini Solčava le 58% slovenskega povprečja (2762 €/prebivalca), skupaj pa 1,52 milj €. Ob predpostavki, da je prodajna cena lesa 40 € in da je posek, ki ga opravi lokalno prebivalstvo 15.000 m³, potem znaša skupna vrednost posekanega lesa 0,6 milj. €, oziroma skoraj štiri desetine skupne bruto osnove za dohodnino.

Velikost gospodinjstev in nataliteta so blizu slovenskega povprečja. Izobrazba anketiranih je dobra, v lokalni skupnosti pa slabša od državnega povprečja. V gospodinjstvih prevladuje optimizem.

Velikost anketiranih gospodinjstev je s 3,8 članov nekoliko nad slovenskim povprečjem (povprečje občina 2,9). Nataliteta, glede na tradicionalno ruralno okolje (otroci starosti do 15 let), s 17% ni visoka in je podobna slovenskemu povprečju. Problematičnih je nekaj kmetij brez nasledstva. Med anketiranimi (n=58), ki so odgovarjali na vprašanja, jih je 19% z najmanj višješolsko izobrazbo. Seveda to še ne odraža povprečne izobrazbe v gospodinjstvih, niti v lokalni skupnosti, kjer ima le 10% prebivalcev starih 15 let in več vsaj višješolsko izobrazbo (slovensko povprečje je 13%). Večina anketiranih ima poklicno ali srednješolsko izobrazbo 45% (v lokalni skupnosti 50%, v Sloveniji 54%) (Popis prebivalstva 2002). Število prebivalcev v lokalni skupnosti se je v zadnjih desetih letih nekoliko zmanjšalo, izobrazbena struktura se z menjavo generacij izboljšuje. Kar petina gospodinjstev meni, da se bo njihov ekonomski položaj poslabšal. Vendar prevladuje optimizem in slaba polovica jih pričakuje izboljšanje, oz. imajo celo načrt (22%) za izboljšanje ekonomskega položaja gospodinjstva.



Gozdna posest se deli, vedno več je lastnikov izven lokalne skupnosti in nekmetov. Tudi v Solčavi je z denacionalizacijo po letu 1991 močno naraslo število lastnikov gozdov. Zakonodaja je omogočila, da so gozdno posest delili med vse dediče, ne glede na to, da morda že druga generaciji ne živi več na podeželju. Gozdnogospodarske posledice bodo dolgoročno negativne zaradi vrste razlogov. Stoletja racionalno zaokrožena posest je dobila nenaravne parcelne meje kar otežuje odpiranje gozdov s prometnicami. Urbani lastniki so manj zainteresirani za gospodarjenje z gozdom, kar se je pokazalo tudi v naši raziskavi, saj dohodek iz gozda za njih ni tako pomemben. Predvsem so od gozda precej oddaljeni, zaradi česar je tudi gospodarjenje dražje. Tako je bilo tudi v Solčavi, tako kot povsod v Sloveniji, najprej pomembno lastnino imeti in se šele potem spraševati kako z njo gospodariti. Število lastnikov in solastnikov je se je od leta 1990 do leta 2000 povečalo skoraj za trikrat.

Dohodek iz gozda je ključen za obstoj gorskih kmetij. Trendi cen lesa so neugodni kar skrbi tudi lastnike gozdov. Dohodek iz gozda je za večino Solčavskih kmetij eksistenčnega pomena. Trg z lesom, ki je bil v Sloveniji dolga leta precej stabilen, cene lesa dokaj ugodne, postaja vedno bolj del mednarodnega trga, kjer pa cene lesa že zelo dolgo stagnirajo. Glede na to da stroški dela in materialni stroški pri pridobivanju lesa naraščajo, bodo ti trendi pomembno vplivali tudi na položaj kmetij in vlogo dohodka od lesa. Tega se zavedajo tudi lastniki gozdov, saj večina pričakuje, da se bo dohodek iz gozda v naslednjih petih letih zmanjševal. Zato bo potrebno razvijati dopolnilne dejavnosti. Pri tem je ravno na področju pridobivanja, predelave in rabe lesa zelo veliko priložnosti, ki pa jih bo mogoče izrabiti le z načrtnim in dolgoročnim delovanjem.

Gozdovi so kakovostni, nelesne funkcije premalo izkoriščene in se ne tržijo, vlaganja države v gozdove pa zanemarljiva.

Devet desetih anketiranih ocenjujejo, da imajo zelo dobre gozdove. Poleg proizvodnje lesa (90 %) so po mnenju anketiranih gozdovi zelo pomembni tudi zaradi varovanja zemljišč in vodnih virov (91 %). Na območju lokalne skupnosti imajo velike probleme z zemeljskim plazom, ki že desetletje neposredno ogroža nekaj kmetij, posredno pa tudi vas Solčava. Za sanacijo Macesnikovega plazu (in nekaterih drugih v Sloveniji) je bil leta 2000 sprejet poseben zakon (Uradni list RS 124/2000). Tri četrte lastnikov tudi meni, da je gozd pomemben za varovanje redkih rastlin in živali. Pomen ostalih funkcij gozdov, predvsem interes lastnikov do nekoč že uveljavljenih pravic do lova (lastniki, ki so imeli več kot 115 ha gozdov v enem kosu) in iz njih izhajajoče možnosti trženja, so poudarjali lastniki gozdov tudi na obeh delavnicah.

Posek lesa ne dosega potencialnih možnosti. Najmanj sekajo lastniki z največjo posestjo in lastniki, ki živijo izven lokalne skupnosti.

Kljub temu, da imajo še nekaj rezerv v neizkoriščenem etatu, saj realizirajo le 75% možnega poseka, obstajajo tudi druge rezerve, ki v gozdarstvu in predelavi lesa še niso izkoriščene. Posek lesa v gospodinjstvih absolutno narašča s površino komercialnih gozdov. Najbolj intenzivno z gozdovi gospodarijo na srednji (M) in veliki (L) gozdni posesti, kjer sekajo okoli 3,3 m³/ha. Lastniki z največjo posestjo (XL) sekajo manj, v povprečju 1,9 m³/ha. Najbolj ekstenzivno z gozdovi gospodarijo lastniki izven lokalne skupnosti (OUT) in sicer le 1,5 m³/ha komercialnih gozdov. Sklepamo lahko, da je intenzivnost izkoriščanja gozdov v tesni korelaciji s pomenom dohodka iz gozda za proračun gospodinjstva. Lastnikom OUT predstavlja les le desetino dohodka gospodinjstva, njihov skupni dohodek gospodinjstva pa je okoli 70 % višji kot v M gospodinjstvih in 20% višji kot v L gospodinjstvih. Najvišji dohodek od lesa in tudi skupni dohodek gospodinjstev (30% več kot OUT) imajo lastniki XL. Primerjave temeljijo na bilanci poseka in povprečnem dohodku gospodinjstev iz gozdarstva in



predelave. Ti rezultati kažejo, da imajo rezervo pri večjem možnem letnem poseku predvsem lastniki (OUT) in tisti z izjemno veliko posestjo.

Analiza bilance lesa v gospodinjstvih je nujno potrebna. Zelo visoka je poraba lesa za ogrevanje.

Analiza bilance lesa v gospodinjstvih temelji na ocenah količin, ki so jih povedali anketirani. Izpolnjevanje tega dela ankete je predstavljalo najzamudnejši, za lastnike gozdov pa najzahtevnejši del vprašalnika. Lastniki dobro poznajo tiste količine lesa, ki ga prodajajo. Seveda se pri tem postavlja vprašanje točnosti odgovorov, saj so zaradi vrste razlogov lastniki nezaupljivi. Z anketiranjem smo pokrili 69% vseh gozdov v gozdnogospodarski enoti Solčava in 82% površin zasebnih gozdov v Solčavi. Anketirani porabijo okoli 12 % lesne mase za energetske namene. Povprečna letna poraba lesa na gospodinjstvo je okoli 23 m³. Na kvadratni meter stanovanjske površine porabijo kar 472 kWh/m², kar je 2,5 krat več kot znaša povprečna poraba za ogrevanje v Sloveniji. Glede na to, da se na lokalni ravni odpira trg za lesene sekance (izgradnja daljinskega sistema na ogrevanje z lesno biomaso v Logarski dolini in idejni načrt za vas Solčava), je racionalizacija za domačo rabo in večja ponudba trgu pomemben.

Le polovico pridobivanja lesa opravijo gospodinjstva sama. Zelo pomembna je pomoč najetih delavcev, ki pa za delo niso formalno usposobljeni.

Realizacija sečnje in spravila preko raznih podjetij je v Solčavi redka. Večino opravijo v krogu lokalne menjave dela, pri tem pa nihče nima podjetniško registrirane gozdarske dejavnosti. Obračuni potekajo v okviru sive ekonomije kar zaenkrat ustreza vsem. Zaostrovanju zakonodaje na delovno-pravnem in socialno-zdravstvenem področju narekuje spremembe. Večina, ki opravlja storitve za druge, bo gozdarsko dejavnost opravljala kot dopolnilno dejavnost na kmetiji. V prihodnje je pričakovati povečanje povpraševanja po gozdarskih storitvah. Glede na to, da v lokalni skupnosti nihče formalno-pravno ne izpolnjuje pogojev za opravljanje gozdarske podjetniške dejavnosti, je izobraževanje nujno.

Gradnja cest je v velikem zastoju, povprečne pravilne razdalje so zelo dolge (900 do 1300 m). Investicije lastnikov so usmerjene predvsem v gradnjo vlak.

Pretekli, centralizirano vodeni način financiranja izgradnje gozdnih cest (do leta 1990), je zagotavljal relativno dobro podlago za visoke investicije in gozdove so postopno odpirali tako s cestami kot vlakami. Od začetka tranzicije, ko je bil ta sistem ukinjen, se lastniki odločajo predvsem za individualno gradnjo traktorskih vlak, kjer so investicije tudi do desetkrat nižje kot pri cestah. Pri tem velikokrat gradijo široke vlake z majhnimi nakloni, v upanju da bo nekoč dovolj denarja za gradnjo cest. Zaradi velike in zaokrožene posesti lahko izbirajo trase vlak tako, da potekajo predvsem po lastnem gozdu. Področje odpiranja gozdov s prometnicami potrebuje kritično analizo dogajanj v zadnjem desetletju (za vsak zgrajeni objekt) in strateški načrt nadaljnjega odpiranja gozdov v prihodnje. Spravilne razdalje so za traktorsko spravilo po tleh zelo dolge. Tudi slaba odprtost gozdov je vzrok, da realizacija poseka ni višja.

Spravilo lesa poteka po tleh - ročno in s traktorji. Veliko gozdov je na terenih za žičnice, žičničarstvo pa nima tradicije. Strojna oprema za delo v gozdu je številna, a stara.

Spravilo lesa na Solčavskem tradicionalno opravljajo po tleh. Nekoč so opravljali delo predvsem ročno in s pomočjo živine. Spremembi tehnologije spravila je sledilo tudi odpiranje gozdov s cestami in vlakami. Kljub zelo težkim in strmim terenom zelo redko uporabljajo žičnice. Oprema za pridobivanje lesa je vsako leto starejša. Amortizacijska doba je zelo velika predvsem pri traktorjih in vitlih in jih največkrat uporabljajo dokler delujejo. Pri tem traktorji za delo v gozdu največkrat niso tehnično pregledani. Predvsem jih vzdržujejo sami. Zaradi



tega se na kmetijah pogosto odločajo za strojniške poklice (mehaniki). Vodilo za to je verjetno v tem, da je vzdrževanje strojne opreme zelo drago, servisi pa redki in precej oddaljeni.

Trgovina z lesom je stabilna, a slabo razvejana. Les iz Solčave ima nizko dodano vrednost.

Dobre tri četrtine trga z okroglim lesom obvladuje ena organizacija - Zadruga Mozirje. Pri tem lastniki ne sodelujejo med seboj. Komunikacijo s trgovci opravljajo večinoma vsak zase. Zato so tudi pogajanja o pogojih prodaje odvisna od iznajdljivosti posameznika. Bolj redko kot lastniki sekajo, bolj so vezani na največjega trgovca. Večji lastniki iščejo tudi druge kupce lesa. Nekateri so pričeli pri tem uporabljati tudi internet, ki bo v prihodnje verjetno pridobivalo na pomenu. Okrogel les prodaja 93n% anketiranih (7.400m³), 29 % jih prodaja tudi žagan les (1025 m³), les za ogrevanje pa le še 17n% gospodinjstev (dobrih 200 m³). Žagan les prodajajo predvsem čisti kmetje s posestjo večjo od 50 ha, pretežno kot gradbeni les in deske. Nekaj lesa razžagajo tudi v deske za ostrešja, ki ga zaenkrat uporabljajo predvsem v domačem okolju.

Usposobljenost za delo v gozdu je po prepričanju anketiranih dobra, posledice nezgod kažejo drugače.

Večji lastniki gozdov so bolj prepričani v svoje znanje, a kljub temu kažejo večji interes za usposabljanje kot manjši. Najmanj usposobljeni in tudi najmanj interesa za usposabljanje kažejo lastniki, ki živijo izven lokalne skupnosti. Anketirani lastniki so v preteklem desetletju imeli 11 nezgod pri delu v gozdu, katerih posledice so trajne. Kljub temu, da skoraj polovico dela pri pridobivanju lesa opravijo najeti delavci, je bila med njimi le ena takšna nezgoda v desetletnem obdobju. Pogostnost najtežjih nezgod s trajnimi posledicami je primerljiva z razmerami v Sloveniji. Kljub interesu po usposabljanju s področja gozdarstva je le eden izrazil interes za šolanje v edini za gozdarski (poklicna in srednja šola) šoli v Postojni. Za gozdarska dela bi se najraje izobraževali preko tečajev, študijskih krožkov in s pomočjo inštruktorjev v lastnem gozdu. Na to temo je bila opravljena tudi delavnica s predstavniki lastnikov gozdov, Zavoda za gozdove Slovenije in Srednje gozdarske šole Postojna, ki jo je vodil Mirko Medved iz Gozdarskega inštituta Slovenije.

Lastniki gozdov med seboj niso interesno povezani na lokalnem nivoju. Z uveljavljenimi oblikami združevanja niso zadovoljni.

Skoraj devet desetih anketiranih je izrazilo interes, da bi se interesno povezali z ostalimi gozdnimi posestniki v lokalni skupnosti. Kot člani Kmetijske zadruge Mozirje in Kmetijsko gozdarske zbornice niso preveč zadovoljni z njihovim delovanjem. Delovanje teh organizacij je preveč oddaljeno v smislu zadovoljevanja njihovih konkretnih potreb v vsakdanjem življenju (trženje, svetovanje, prodaja, zastopanje lokalnih interesov). Konec leta 2002 so ustanovili kmetijsko zadrugo Solčava, predvsem zaradi zaostrenih veterinarskih pogojev pri predelavi in prodaji živil živalskega izvora.

Splošna vprašanja pri posameznih poglavjih anketiranja o oceni stanja in načrtih kažejo na glavne individualne probleme/nevarnosti in priložnosti gospodinjstev v prihodnosti.

Anketirani poleg splošnih pogojev za gospodinjstva, kjer jih čaka negotova pot kmetijstva pri vstopanju v EU, največ nevarnosti v gozdarstvu pričakujejo pri prodaji lesa. Kot bolj problematična je tudi skupna bilanca lesa v gospodinjstvu in zastarelo stanje pri napravah in opremi za delo v gozdu. Pogosteje kot probleme so lastniki omenjali priložnosti oz. celo načrte na posameznih področjih. Največ načrtov imajo za izboljšano rabo lesa v energetske namene. Kot pomembno priložnost pri gospodarjenju z gozdovi ocenjujejo tudi nadaljnje odpiranje gozdov s prometnicami in dobro stanje njihovih gozdov. Pomembne načrte imajo



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

tudi pri posodabljanju strojev in opreme ter v prestrukturiranju rabe potencialov bilance lesa gospodinjstev.

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...

... (faint text) ...



2 ZNAČILNOSTI IN UPORABNOST SOLČAVSKEGA GORSKEGA LESA (PROF. DR. DR. H.C. NIKO TORELLI)

2.1 »GORSKI« LES

Naj najprej poskušam opredeliti »gorski« les. To je les, ki raste (zelo približno) nad 800 m n.v. Na hladnejših osovjih legah sega nižje. Zanj je značilen manjši prirastek zaradi krajše vegetacijske dobe in (mnogokrat) manjše rodovitnosti tal (izpranost, erozija). Više v gorah je klima bolj izenačena. Posledica je enakomeren in homogen prirastek.

Resonančni (tonski, zvenski) les je les visokogorske smrekovine z naštetimi in še drugimi skrbno izbranimi lastnostmi in povsem brez površinskih in globokih poškodb (dodatek!). Posebej so zaželeni smreke leščarke (nem. Haselfichte). »Lunarni« les, tj. les posekan »ob pravem času« je pogosto gorska smrekovina. V obeh primerih, še zlasti pri resonančnem lesu gre za starejša, ravna, navpična, polnolesna, drobnovejnata drevesa s hitrim »čiščenjem« vej (krajše krošnje), brez kompresijskega lesa in drugih »napak« (nem. »Geigenbäume«). Za obe kategoriji lesa je poleg »gorskih« lastnosti značilno tudi zelo skrbno ravnanje pri poseku in po poseku.

Na pobočjih lahko pričakujemo večjo frekvenco krivih in ekscentričnih debel z masivnimi pojavom reakcijskega lesa (asimetrične krošnje!). V višjih legah se drevesni sklop trga. Drevesa so nižja, krošnje globlje/daljšje, debela bolj malolesna in z več grčami.

V dodatku so opisane še druge lastnosti, ki vplivajo na kvaliteto lesa kot je juvenilni les, zavrtost, rastne napetosti, reakcijski les, ojedritev in odziv drevesa na poškodbe, pa razvpiti »lunarni« les in resonančni les. Podrobnosti so prikazane v drobnem tisku.

Ni težko promovirati »gorskega« lesa. Lep primer dobre prakse je Avstrijska Štajerska – zeleno srce Avstrije (gozdovi!).

2.2 DREVESNE VRSTE IN NJIHOVE ZNAČILNOSTI

Opisane lastnosti se nanašajo na adultni/zreli les, ki v ontogenetskem razvoju drevesa oz. po pribl. 20-25 letih (zelo približno!) sledi tehnološko manjvrednemu juvenilnemu/mladostnemu lesu, ki se nahaja v debelni sredici oz. »srcu« in v območju krošnje (»krošnjev« les).

Za iglavce splošno velja, da se z naraščajočo širino branike zmanjšuje delež kasnega lesa in z njo gostota, trdnost in trdota. Obratno velja, da se z manjšanjem širine branike delež kasnega lesa povečuje (gorski les!) in z njim gostota, trdnost in trdota. Pri difuzno poroznih listavcih (bukev, javor) širina branike ne nakazuje gostote! Pri venčastoporoznih vrstah (jesen) s širino branike raste delež kasnega lesa in z njim gostota, trdnost in trdota. Jesen z bolj rodovitnih rastišč in neoviran v rasti bo imel široke branike z visokim deležem kasnega lesa in ustrezno visoko gostoto, trdnost.



Mehanske lastnosti veljajo za zračno suh les ($U = 12 \dots 15 \%$). Sicer pa velja, da je les najbolj trden v stanju absolutne suhosti. Z naraščajočo lesno vlažnostjo se trdnost zmanjšuje vse do točke nasičenja celičnih sten (TNCS, U_f (pribl. 30%), nakar ostane konstantna do napojenosti. S Vlažnost svežega lesa ima vselej vlažnost večjo od TNCS in zato minimalno trdnost! S sušenjem se trdnost povečuje in zmanjšuje možnost glivnega razkroja. »Delovanje« lesa označujejo vrednosti za skrček (β) in nabrek (α). V tabelah so prikazane vrednosti za absolutni skrček in praktično pomembni delni skrčki TNCS $\rightarrow U$ 17% in TNCS $\rightarrow U$ 12%, tj. od svežega stanja do zračne suhosti. Poleg tega je prikazan tudi diferencialni nabrek q v rad. in tang. smeri, ki določata dimenzijsko stabilnost, skupaj z njunim količnikom ($q_{\text{tang.}}/q_{\text{rad.}}$) pa še oblikovno stabilnost lesa. Diferencialni nabrek q pove, za koliko se v % spremenijo dimenzije, če se spremeni lesna vlažnost za 1%.

Elastičnostni modul E je mera za togost materiala (lesa): višji je, bolj se upira deformaciji in obratno.

Udarna žilavost a je mera za žilavost. Les je bolj žilav, če lahko pred poružitvijo absorbira več energije in obratno (tedaj je les krhek). Od naših lesov je najbolj žilava jesenovina s širokimi branikami!

Trdota je odpor, ki ga nudi material (les) proti vtiskanju drugega tršega telesa – v našem primeru jeklene kroglice. Tukaj podajamo vrednosti za trdoto po Brinellovem in Jankinem postopku.

Naravna trajnost je ocenjena po evropski normi EN 350-2: 1-zelo trajen les; 2-trajen; 3-zmerno trajen; 4-manj trajen, 5-ni trajen.

Odpornost beljave proti žuželkam (hišni kozliček, Anobium, Lyctus) je ocenjena: D-odporna; S-neodporna; SH-neodporna je tudi jedrovina (smreka, jelka).



2.2.1 Smreka

Znanstveno ime: *Picea abies* (L.) Karsten [*P. excelsa* (Lam.) Link.] FI

Makroskopski znaki:

Beljava in jedrovina se barvno ne ločita. Ločiti ju je možno v svežem stanju, ko je beljava nekajkrat bolj vlažna od jedrovine! Rani les je v branki rumenkastobel, kasni les rdečkastorumen. Kasni les ozek, vendar razločen. Prehod iz ranega v kasni les je pretežno postopen. Smolni kanali so v kasnem lesu in trakovih, smolni žepi pa znotraj branik. Rast ravna. Tekstura enakomerna in neizrazita, v tang. prerezu zaradi markantnih parabolnih pasov kasnega lesa dekorativna. Skobljane površine z rahlim svilenim leskom. Ker so veje pri smreki usmerjene pretežno navzdol, so tudi grče v žaganem lesu pretežno ovalne. (Pri jelki pretežno okrogle.)

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m^3] = 350...450

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m^3] = 430...470

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m^3] = 403

Absolutni skrček (tj. od svežega stanja, $U > \text{TNCS}$, do absolutne suhosti

Vzdolžni $\beta_{\text{vzdolž}}$ [%] = 0,3

Radialni β_{rad} [%] = 3,6

Tangencialni β_{tang} [%] = 7,8

Volumenski β_{tang} [%] = 11,9...12,0

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = 1,0

β_{tang} [%] = 2,0

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 2,0

β_{tang} [%] = 4,0

Diferencialni nabrek q v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,15...0,19

tang. = 0,27...0,36

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: dobra

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12...15\%$ lesne vlažnosti [W/mK] = 0,10...0,12

Sorpcijska hitrost: velika

Mehansko-tehnološke lastnosti v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$):

E-modul vzdolžno (upogib) E_{\parallel} [N/mm^2] = 10 000...12 000

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{cb}\parallel}$ [N/mm^2] = 40...50

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{tb}\parallel}$ [N/mm^2] = 80...90

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{bb}\parallel}$ [N/mm^2] = 65...77

Strižna trdnost τ_b [N/mm^2] = 5,0...7,5

Žilavost /Udarno-upogibno delo α [Nm/cm^2] = 4,0...5,0

Trdota (Brinell) $H_{\text{B}\parallel}$ = 31

$H_{\text{B}\perp}$ = 12...16



Trdota (Janka) $H_{J\parallel} = 27$
 $H_{J\perp} = 16$

Naravna trajnost, napojljivost, širina beljave:

Naravna trajnost jedrovine: 4

odpornost beljave priti žuželkam: S, SH

Napojljivost z zaščitnimi sredstvi jedrovine: 3...4

beljave: 3 (variabilna)

Obdelavnostne lastnosti:

Sušenje in obdelavnost: dobra

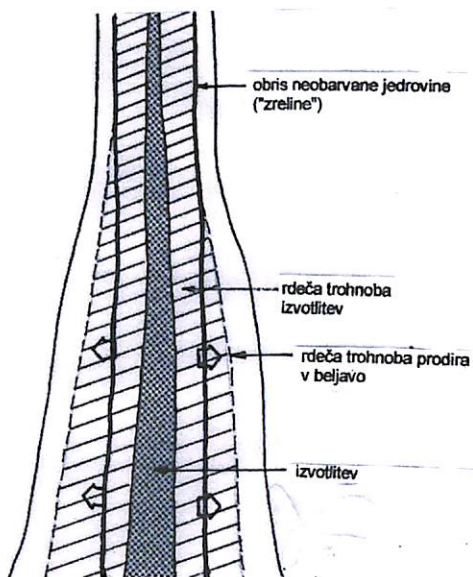
Površinska obdelava in lepljenje: brez problemov; nekaj težav utegne nastati zaradi izliva smole

Možni učinki na zdravje: alergične reakcije sluznice

Raba: lesene hiše, lepljeni nosilci, deščični vezan les, obloge, itd

2.2.1.1 Rdeča trohnoaba

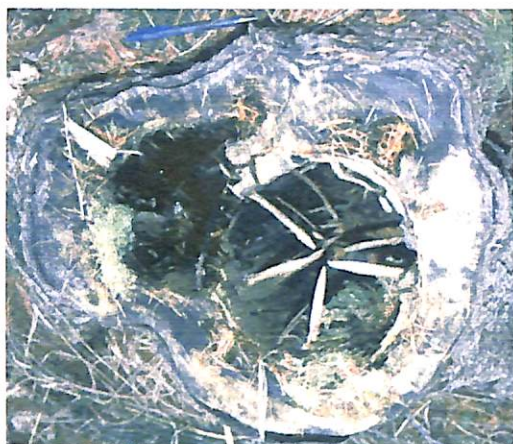
S starostjo se povečuje obseg neobarvane jedrovine, ki pa ja zaradi majhne količine jedrovinskih snovi in njihove majhne toksičnosti slabo odporna. V njej se zlahka razširi »rdeča trohnoaba«, ki v razvitem stadiju (izvotlitev) prodira tudi v beljavo in zaradi homeostaze povzroči stekleničasto odebelitev korena drevesa. (Torelli 2002b, originalna interpretacija). Rdeča trhonoba (*Heterobasidion annosum*, sin. *Fomes annosum*) se širi v sosednjo drevje preko koreninskih fuzij starejših vej (cca 3 cm). Le takšne *korenine* so dovolj toge, da pri medsebojnem drgnjenju pri nihanju debel v vetru povzročijo kontakt kambijev iz zraslih korenin (prim. Rayner in Boddy 1988, s. 363.)



Slika 4

Stekleničasta odebelitev korena drevesa zaradi prodiranja rdeče trohnobe iz jedrovine v beljavo. Zaradi eliminiranja beljave ostaja več hrane oz. energije kambiju za večji debelinski prirastek. (Torelli 2002b)

Rdeča trohnoba se razvije zlasti na lokaciji nekdanjih pašnikov. V naravnem, ekosistemsko gospodarjenem gozdu ni problematična.



Slika 5

Razkrojena sredica zaradi rdeče trohnobe z ohranjenimi, s smolo prepojenimi bazalnimi deli vej (slika 5).



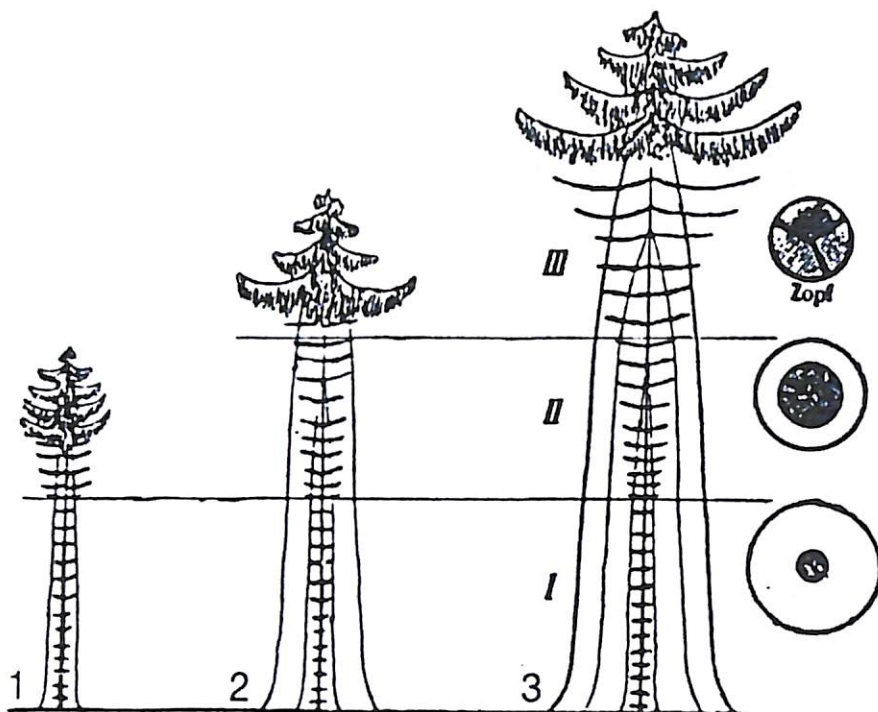
Slika 6

Razkrojena debelna sredica zaradi rdeče trohnobe, ki mestoma že prodira v beljavo (slika 6).

2.2.1.2 Čiščenje vej, grče, obvejevanje

Veje oz. njihovi ostanki prav tako bistveno vplivajo na kvaliteto lesa. Vejni štrclji, ki jih je v starejšem spodnjem delu preraslo deblo in vidni štrclji ter odmrle veje v zgornjem, mlajšem delu tvorijo obrnjen stožec (slika 7). Naravno odmiranje vej je dolg proces in vključuje formirnje *zašitne cono* (angl. *protection zone*; nem. *Schutzzone*) na bazi veje z biocidnimi snovmi na polifenolski osnovi pri listavcih in terpenški osnovi pri iglavcih. Ko veja listavca odmre, nastane prva kemična meja nekaj centimetrov stran od debla. Do tukaj lahko prodro razkrojni organizmi in tukaj je mesto bodočega odloma mehansko oslabiljene trohnjene veje (»slepica«). Nastane razmeroma dolg štrcelj. Kasneje lahko v smeri debla nastane še več mej. Najgloblja ima obliko obrnjenega stožca. Pri iglavcih se zaščitna smola odlaga v bazalnem delu vejne sredice še ko je veja živa. Odmrta veja se odlomi na mestu, do koder sega smolna impregnacija vejne sredice! Oblasli vejni štrclji so vir izpadnih grč (angl. *loose, encased, black knot*; nem. *Schwarzast, loser /ausfallener Ast, nicht verwachsener Ast, Durchfallast*).

Beljavo, ki nastane zaradi rdeče trohnobe, je treba odstraniti.



Slika 7

Čiščenje vej in nastanek grč pri iglavcu. Cona grč predstavlja obrnjen stožec: (kronološko najstarejše) najtanjše in najkrajše odmrle veje na bazi drevesa se nahajajo v juvenilni sredici. Akropetalno postajajo veje vse debelejšje in odmrli vejni štrclji vse daljši izpadne grče. (Holzlexikon 1988 1. del, s. 61)

Zasmoljenost vejne baze omogoča neproblematično obvejevanje živih in mrtvih vej pri iglavcih ne glede na debelino veje. Ker je zaščitna cona bodočega odloma veje pri listavcih lokalizirana na obodu vejnega ovatnika (angl. *branch collar*, nem *Astkragen*) rez veje tik ob deblu ni mogoč. Listavcev zato ne obvejujemo. (Obvejevanje listavcev izvajajo arboristi pri urbanem drevju in sodi med najbolj zahtevne posege) Pri odlomu živih vej (npr. nestrokovno podiranje, snegolom, vetrolom) listavcev zaščitna cona ne nastane. Tedaj predstavlja odlom veje globoko rano in odprta vrata za kolonizacijo, infekcijo in razkroj. Pri bukvi npr. odlom žive veje brez zaščitne cone omogoči vdor atmosferskega kisika v predhodno dehidrirano sredico (»sušino«) in encimsko rjavenje (»rdeče srce«), ki mu slej ali prej sledi infekcija in razkroj. V redkejših primerih rdeče srce ni okuženo in predstavlja dekorativno posebnost in je uporabno za najrazličnejše izdelke. Večinoma pa je rdeče srce okuženo s sledovi razkroja ali pa povsem izvotljeno in predstavlja najhujšo specifično napako bukovine. Nevarni« pa so tudi štrclji starejših vej npr. pri jelki., potem ko jih beljava preraste. Ob veji lahko prodira atmosferska voda (in okužba) v jedrovino (»mokro srce«). Veje in grče so na bazi nekdanje veje zaradi tvorbe reakcijskega lesa ekscentrične rasti, eliptične.

Zaradi koncentracije smole na bazi vej (»smolni stožec«), je mesto morebitnega odloma zatesnjeno, kar omogoča varno obvejevanje tanjših vej. Zgodnje obvejevanje živih vej preprečuje nastanek izpadnih grč in povečuje kvaliteto lesa. Zardi prepojenosti vejnih baz s smolo, ostajajo dokaj dolgi štrclji odmrlih vej še dolgo na deblu in so vir neželenih izpadnih



grč! Starejše odlomljene veje segajo skozi beljavo v slabo zaščiteno jedrovino in omogočajo okužbo in dotok vode.

Gorska smrekovina je v svojem naravnem okolju manj ogrožena zaradi lubadarja, vendar je lahko kritično prizadeta po snegolomu in vetrolomu.

2.2.2 Jelka

Znanstveno ime: *Abies alba* Mill. [*A. pectinata* DC.]

Makroskopski znaki: beljava in jedrovina se barvno ne ločita. Ločiti ju je možno v svežem stanju, ko je beljava nekajkrat bolj vlažna od jedrovine! Kasni les je rdečkastorumen in izrazit; brez smolnih kanalov. Ob ranitvi nastanejo tangencialni nizi travmatskih/ranitvenih smolnih kanalov. (Smolni kanali v skorji!). Letnice so razločne, rast ravna, tekstura enakomerna in neizrazita, v tang. prerezu zaradi markantnih parabolnih pasov kasnega lesa dekorativna. Skobljane površine brez leska. Rani les često nekolikovolnat.

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m^3] = 400...450

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m^3] = 430...480

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m^3] = 403 (kot pri smreki!)

Absolutni skrček (tj. od svežega stana, $U > \text{TNCS}$, do absolutne (=sušilnične) suhosti

Vzdolžni $\beta_{\text{vzdolž}}$ [%] = 0,1

Radialni β_{rad} [%] = 3,8

Tangencialni β_{tang} [%] = 7,6

Volumenski β_{tang} [%] = 11,5...11,7

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = 1,3

β_{tang} [%] = 3,6

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 2,0

β_{tang} [%] = 5,0

Diferencialni nabrek v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,12...0,16

tang. = 0,28...0,35

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: dobra

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12...15\%$ lesne vlažnosti [W/mK] = 0,11...0,13

Sorpcijska hitrost: velika

Mehansko-tehnološke lastnosti

v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$):

E-modul vzdolžno (upogib) E_{\parallel} [N/mm^2] = 10 000...14 500

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{cb}\parallel}$ [N/mm^2] = 40...52

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{tb}\parallel}$ [N/mm^2] = 80...93

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{bb}\parallel}$ [N/mm^2] = 62...74



Strižna trdnost τ_b [N/mm^2] = 4,9...7,5
 Žilavost /Udarno-upogibno delo a [Nm/cm^2] = 4,0...5,0
 Trdota (Brinell) $H_{B\parallel}$ = 29...33
 $H_{B\perp}$ = 13...16
 Trdota (Janka) $H_{J\parallel}$ = 34
 $H_{J\perp}$ = 18

Naravna trajnost, napojljivost, širina beljave:

Naravna trajnost jedrovine: 4

odpornost beljave priti žuželkam: S, SH

Napojljivost z zaščitnimi sredstvi jedrovine: 2...3 (zelo variabilna)
 beljave: 2 (zelo variabilna)

Obdelavnostne lastnosti:

Sušenje in obdelavnost: zelo dobri

Površinska obdelava in lepljenje: brez problemov, še posebej, ker ne vsebuje smole.

Možni učinki na zdravje: lahko povzroči astmo.

Raba: kot smrekovina.

2.2.2.1 Mokro srce, poškodbe in grče

Jelka ima podobne starostne težave kot smreka. Tudi njena jedrovina je zaradi nizke vsebnosti in šibke toksičnosti polifenolnih jedrovinskih snovi dokaj neodporna. Praktično nemogoče je najti odraslo jelko brez bakterijsko in glivno okuženega mokrega srca (Torelli *et al.* 2007a). Okužbe potekajo preko odmirajočih starejših korenin in štrcljev starejših vej skoti katere mimo beljave v jedrovino poteka kolonizacija in atmosferska voda. Kot pri smreki se tudi pri jelki okužbe prenašajo tudi preko koreninskih fuzij starejših vej. Koreninske fuzije so pri jelki na krasu še posebej pogoste. Situacija za spojitev korenin sosednjih dreves je še posebej ugodna v skeletnih tleh, kjer se korenine zlahka zagozdijo. Fuzija med matičnim drevesom in mladjem omogoča preživetje v močnem zasenčenju!! (Torelli neobj.) Jelovina je kritično nagnjena k kolesivosti zaradi tangencialnih parenhimatiziranih šibkih mest nastalih po površinskih poškodbah in ob »pomoči«
 sproščujočih se radialnih nateznih rastnih napetosti in nihanja drevja v vetru. Pokanje je zlasti pogosto na lokaciji mokrega srca zaradi bakterijske korozije srednjih lamel (cf. Torelli *et al.* 2007). Danes skorajda ni mogoče najti jelke brez diskoloriranega lesa katerega vlažnost pa ni visoka, zato je ime »mokro srce«
 zanj problematično. Situacija je nenavadna in kaže na možnost, da predstavlja mokro srce vodni rezervoar, ki pa se je izsušil v vse pogostejših trdovratnih poletnih sušah!? Pomenljivo je naše opažanje (Torelli *et al.* 2007), da kljub sušam prirastek jelke ni prizadet. Nezmanjšan prirastek kljub dolgotrajnim sušam vsekakor govori o koristni vlogi mokrega srca kot vodnega depoja. V tem je bistvena razlika od situacije »umiranja jelke«
 v osemdesetih letih prejšnjega stoletja (cf. Torelli *et al.* 1986, Torelli *et al.* 1999). Za vlaženje mokrega srca je več

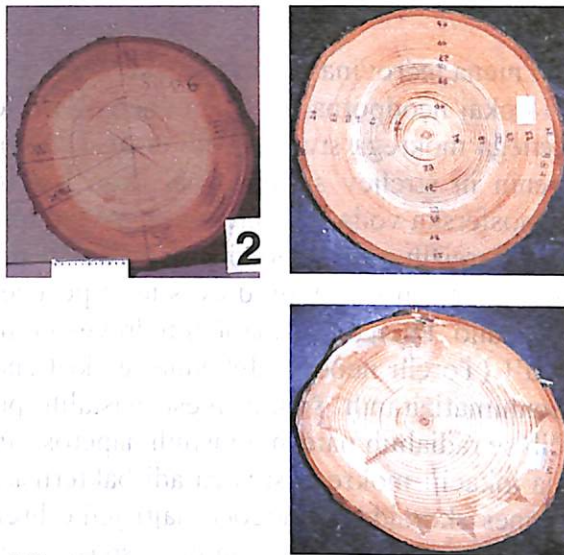


možnosti: bakterijski metabolizem, kapilarnost, koreninski tlak, ozmotski transport, penetracija skozi vejne štrclje (cf. Torelli et al. 2007). Vsekakor pa je jelka izjemno občutljiva na mehanska poškodovanja. Zavedati se je treba, da v smislu modelnega koncepta CODIT dokazljivo propadejo vsa tkiva starejša od dneva poškodovanja. Omenimo, da se lahko iniciirane razpoke v stoječem drevju pokažejo šele med tehničnim sušenjem, ko nastajajo sušilne napetosti.



Slika 8

Tipično mokro srce, ki delno že radiira v beljavo (jedrovinsko + beljavsko mokro srce). (slika 8)



Slika 9

Debelni prerez s suho neobarvano jedrovino, normalno mokro srce na lokaciji (suhe) jedrovine in »abnormalno«, »beljavsko« mokro srce, ki se iz jedrovine širi v beljavo (slika 9).



EKRP



LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje



Slika 10

Razvoj stare površinske poškodbe; razkroj in kolesivost (slika 10).



Slika 11

Dramatični učinek »majhne« površinske poškodbe nastale pri spravilu. Na mestu, kjer je bila odstranjena skorja, je nastal zaščitni les, ki pa je že »popustil«. Diskoloracija z mokrino stožčasto prodira proti debelni sredici. Bočno širjenje omejujejo strženski trakovi. Prevalitev rane in stabilizacija njenih učinkov ni bila uspešna (slika 11.)



Slika 12

Dvojna kolesivost. Obe površinski rani sta uspešno preraščeni. Lepo se vidi, kako je površinska poškodba povzročila tangencialno razpoko oz. nepopolno kolesivost. (slika 12)



Slika 13

Popolna izvotlitev drevesnega korena po »majhni« površinski rani nastali pri spravilu (spodaj desno!). Poškodba je omogočila razkroj in kolesivost ter slednjič popoln razkroj tkiva, ki je nastal pred poškodovanjem v smislu modelnega koncepta CODIT. (slika 13)



EKSRP



LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje



Slika 14

Dvojna kolesivost na lokaciji mehansko oslabiljenega lesa zaradi bakterijske korozije srednje lamele. (slika 14)



Slika 15

Odmrli del starejše veje že sega skozi beljavo; možnost kolonizacije in dotoka padavinske vode v neobarvano jedrovino ob veji (slika 15).



Slika 16

Odmrli del starejše veje sega skozi beljavo; okužba in dotekanje padavinske vode. (slika 16)



Slika 17

Dotekanje vode skozi odmlo vejo, ki sega skozi beljavo v neobarvano jedrovino; eden od virov vode za nastanek mokrega srca (slika 17)



2.2.3 Evropski macesen

Znanstveno ime: *Larix decidua* Mill [L. *europaea* DC.]

Makroskopski znaki:

1-3 cm široka rumenkastobela do rdečkastobela beljava se jasno loči od rumenkastorjave do rdečkastorjave črnjave, še posebej ko se les osuši in ko sčasoma potemni. Kasni les širok. Prehod iz ranega v kasni les abrupten. Branike oz. letnice med njimi so izrazite. Rast ravna. Tekstura enakomerna in neizrazita, v tang. prerezu zaradi markantnih parabolnih pasov kasnega lesa dekorativna. Drobní vzdolžni in radiani smolni kanali vidni zaradi točkastih izlivov smole.

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m³] = 500...580

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m³] = 540...620

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m³] = 457...463

Absolutni skrčček (tj. od svežega stana, $U > T_{NCS}$, do absolutne (=sušilnične) suhosti

Vzdolžni $\beta_{vzdolž}$ [%] = 0,3

Radialni β_{rad} [%] = 3,3

Tangencialni β_{tang} [%] = 7,8

Volumenski β_{tang} [%] = 11,4...11,8

Skrčček $U_{T_{NCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = 2,3

β_{tang} [%] = 3,0

Skrčček $U_{T_{NCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 3,0

β_{tang} [%] = 4,5



Diferencialni nabrek v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,14...0,18
tang. = 0,28...0,36

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: dobra

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12...15\%$ lesne vlažnosti [W/mK] = 0,12

Sorpcijska hitrost: srednja do velika

Mehansko-tehnološke lastnosti

v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$):

E-modul vzdolžno (upogib) $E_{||}$ [N/mm²] = 10 600...14 500

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{cb||}$ [N/mm²] = 45...62

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{tb||}$ [N/mm²] = 92...110

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{bb||}$ [N/mm²] = 88...100

Strižna trdnost τ_b [N/mm²] = 8,8...10,9

Žilavost /Udarno-upogibno delo a [Nm/cm²] = 5,0...7,5

Trdota (Brinell) $H_{B||}$ = 47...52

$H_{B\perp}$ = 19...25

Trdota (Janka) $H_{J||}$ = 30

$H_{J\perp}$ = 25



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Naravna trajnost, napojljivost:

Naravna trajnost črnjave: 3-4

odpornost beljave proti žuželkam: S

Napojljivost z zaščitnimi sredstvi jedrovine: 4

beljave: 2 (variabilna)

Obdelavnostne lastnosti:

Sušenje in obdelavnost: dobra

Površinska obdelava in lepljenje: le vsebuje tanin; odporen proti kislinam. Problemi s smolo podobni kot pri smreki. Dobro se luži. Površinska obdelava in lepljenje po odstranitvi smole brez problemov.

Možni učinki na zdravje: alergične reakcije sluznice.

Raba: izkoristiti lepo obarvanost črnjave in njen kontrast z beljavo ter visoko naravno trajnost.



2.2.4 Bukev

Znanstveno ime: *Fagus sylvatica* L.

Makroskopski znaki:

Nima jedrovine (in tudi črnjave ne!). Les belkastosiv z bledo rumenim do rdečkastim odtenkom. Parjen dobi izrazito in homogeno rdečo barvo. Na sušini se lahko pojavi diskoloracija v obliki »rdečega srca«. Letnice, zlasti v srcu (juvenilni les!) niso preveč izrazite. Trakovi so bolj ali manj široki in se vidijo v tangencialnem prerezu kot temna rdečkastorjava vretenca. V radialnem prerezu so širši trakovi vidni kot svetlikajoča se »zrcalca«. Rast ravna. Tekstura enakomerna in neizrazita

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m^3] = 640...720

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m^3] = 700...790

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m^3] = 578...584

Absolutni skrček (tj. od svežega stanja, $U > \text{TNCS}$, do absolutne (=sušilnične) suhosti

Vzdolžni $\beta_{\text{vzdolž}}$ [%] = 0,3

Radialni β_{rad} [%] = 5,8

Tangencialni β_{tang} [%] = 11,8

Volumenski β_{tang} [%] = 17,5...17,9

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = 3,5

β_{tang} [%] = 7,4

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 4,5

β_{tang} [%] = 9,5

Diferencialni nabrek q v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,19...0,22
tang. = 0,38...0,44

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: dobra

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12...15\%$ lesne vlažnosti [W/mK] = 0,16

Sorpcijska hitrost: srednja do velika

Mehansko-tehnološke lastnosti v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$):

E-modul vzdolžno (upogib) E_{\parallel} [N/mm^2] = 12 300...16 400

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{ob}\parallel}$ [N/mm^2] = 52...64

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{tb}\parallel}$ [N/mm^2] = 100...135

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{bb}\parallel}$ [N/mm^2] = 90...125

Strižna trdnost τ_b [N/mm^2] = 7,7...10,0

Žilavost /Udarno-upogibno delo a [Nm/cm^2] = 8,0...12,0

Trdota (Brinell) $H_{B\parallel}$ = 70

$H_{B\perp}$ = 28...40



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Trdota (Janka) $H_{J\parallel} = 78...83$
 $H_{J\perp} = 64...71$

Posebne mehanske lastnosti: dobro se cepi, po parjenju se dobro krivi

Naravna trajnost, napojljivost, širina beljave:

Naravna trajnost jedrovine: 5

odpornost beljave priti žuželkam: S

Napojljivost z zaščitnimi sredstvi jedrovine: 1, »rdeče srce« 4!
beljave: 1

Obdelavnostne lastnosti:

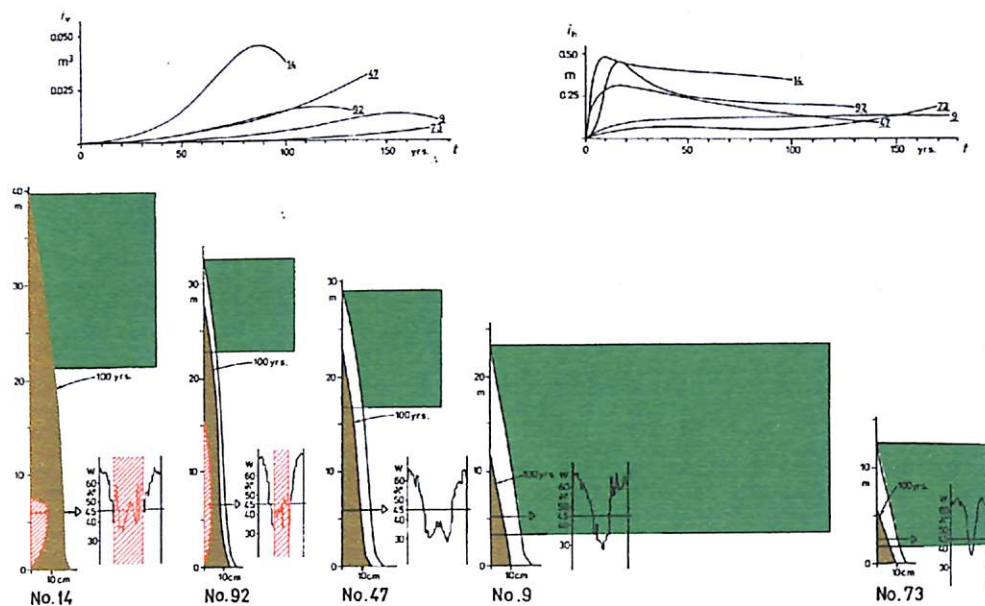
Sušenje in obdelavnost: zaradi nagnjenosti k pokanju in veženju potreben zelo mil režim; lahko se obdeluje.

Če bomo bukev sušili v gozdu »na suš« konec avgusta, bomo s transpiracijskih sušenjem skozi listno površino, zmanjšali težo lesa (transport!), pridobili izjemno bel les (galanterija!) in hkrati izravnali rastne/notranje napetosti, ki jih ima bukev vgrajenih največ od vseh domačih vrst.

Površinska obdelava in lepljenje: po parjenju rdeče obarvanje. Dpobro se luži in polira. Površinska obdelava in lepljenje brez problemov. Les zelo vpojen! Slaba dimenzijska stabilnost lahko vpliva na površinsko obdelavo in kvaliteto lepljenja.

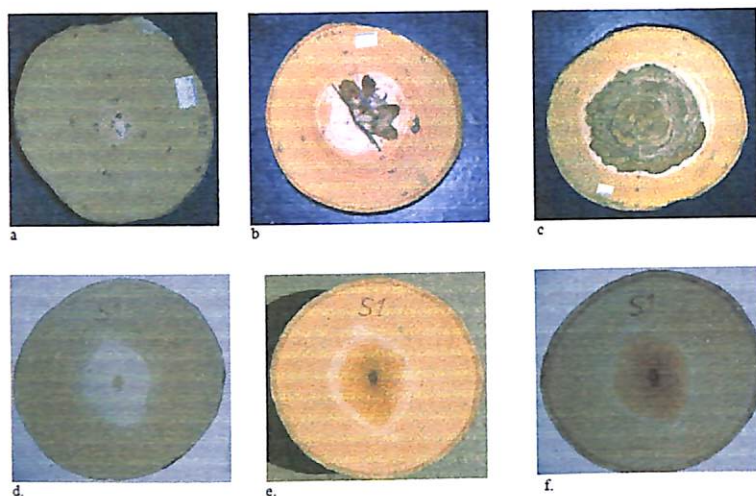
2.2.4.1 Sušina, diskolorirani les (»rdeče srce«)

Bukev sodi med vrste, ki ne ojedrijo. Homeostazna eliminacija starejših tkiv poteka z dehidracijo (»sušina«, »zrelina«). Diskolorirani les v obliki »rdečega srca« nastaja v dveh fazah, ki sta lahko časovno močno oddaljeni ali pa si tekoče sledita. Uvodna ali dehidracijska faza je povsem naraven fiziološki pojav in je odvisen od globine krošnje, višine in debeline debla, medtem, ko je diskoloracijska faza izrazito fakultativna in je posledica vdora atmosferskega kisika skozi starejše odlomljene veje v dehidrirano debelno sredico (Torelli 1984, Torelli et al.) 2007, Torelli, Ferlan 2008).



Slika 18

Homeostaza na primeru bukve: Kratka »metlasta« krošnja na masivnem deblu v gostem sestoju na rodovitnih tleh!) favorizira hitro dehidracijo debelne sredice in ob odlomu veje (podiranje, veter, sneg) vdor atmosferekega kisika in oksidativno rjavenje sušine (»rdeče srce«). Dolga (stara) krošnja v pretrganemu sklepu zviru dehidracijo, praviloma tanjše in fleksibilne veje pa zmanjšujejo možnost odloma in tako diskoloracije (majhnih) sušin. (Torelli 1984, Torelli *et al.* 2007a,b, Torelli, Ferlan 2008) (slika 18).



Slika 19

Slike prikazujejo umetno indukcijo rdečega srca na sušini v laboratorijskih pogojih in učinke površinskih in globinskih poškodb (Torelli 1984, Torelli *et al.* 2007) (slika 19)

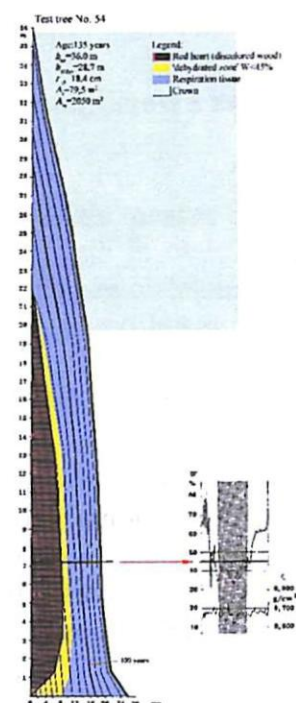
Nastanek rdečega srca (diskoloracije) na lokaciji sušine. a. mlada bukev z globoko krošnjo in praktično brez sušine; b. nastanek rdečega srca na lokaciji sušine; c. tipično mozaično



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

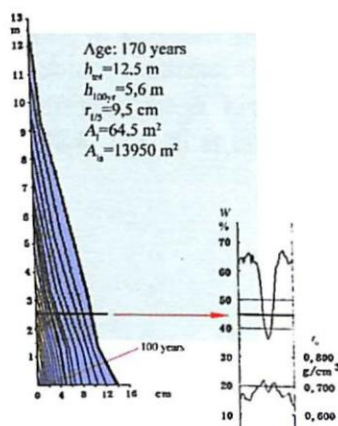
(sestavljeno) rdeče srce; d. »kapnik« z izrazito sušino; e. umetno inducirana diskoloracija na istem kolotu po nekajdnevni ekspoziciji zračnemu kisiku ob visoki relativni zračni vlažnosti; nastanek površinskega rdečega srca, ki ga obdaja suha cona; f. isti kolot po daljšem času (Torelli 1984, Torelli *et al.* 2007a,b; Torelli in Ferlan 2008)

Naslednji sliki prikazujeta tipično »rdečo in »belo« bukev.



Tipična debela, polnolesna sestojna bukev s kratko krošnjo (hitro »čiščenje«) in posledično z obširno dehidrirano cono (rumeno) ter z obširnim rdečim srcem, ki je nastal po odlomu starejše veje (Torelli 1984, Torelli *et al.* 2007a,b, Torelli in Ferlan 2008) (slika 20)

Slika 20



Stara bukev z globoko krošnjo in malolesnim grčavim deblom, s skromno dehidracijo debelne sredice ter brez srca, na gozdni meji (1450 m n.v.) (Torelli 1984, Torelli *et al.* 2007a,b, Torelli in Ferlan 2008) (slika 21)

Legend:
■ Red heart (discolored wood)
■ 'dehydrated zone' W<45%
■ Respiration tissue
■ Crown

Slika 21



2.2.5 Gorski javor

Znanstveno ime: *Acer pseudoplatanus* L.

Makroskopski znaki:

Nima jedrovine (in tudi črnjave ne!). Po poškodovanju diskolorirani les v debelni sredici. Les belkastorumen s svilenim leskom. Priložnostno zelo dekorativna rebrasta tekstura (za dna godal!).

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m^3] = 570...620

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m^3] = 610...660

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m^3] = 520...532

Absolutni skrček (tj. od svežega stanja, $U > \text{TNCS}$, do absolutne (=sušilnične) suhosti

Vzdolžni $\beta_{\text{vzdolž}}$ [%] = 0,4/0,5

Radialni β_{rad} [%] = 3,2...4,9

Tangencialni β_{tang} [%] = 8,4...9,0

Volumenski β_{tang} [%] = 12,3...13,8

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = -

β_{tang} [%] = -

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 2,5

β_{tang} [%] = 5,5

Diferencialni nabrek v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,10...0,20
tang. = 0,22...0,30

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: srednja do dobra

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12...15\%$ lesne vlažnosti [W/mK] = 0,16...0,18

Sorpcijska hitrost: nizka

Mehansko-tehnološke lastnosti

v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$):

E-modul vzdolžno (upogib) E_{\parallel} [N/mm^2] = 9 100...12 000

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{cb}\parallel}$ [N/mm^2] = 46...62

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{tb}\parallel}$ [N/mm^2] = 80...140

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{\text{bb}\parallel}$ [N/mm^2] = 85...135

Strižna trdnost τ_b [N/mm^2] = 8,5...11,0

Žilavost /Udarno-upogibno delo a [Nm/cm^2] = 6,2...6,6

Trdota (Brinell) $H_{B\parallel}$ = 48...61

$H_{B\perp}$ = 26...34

Trdota (Janka) $H_{J\parallel}$ = 67

$H_{J\perp}$ = 52

Posebne mehanske lastnosti: parjen se dobro krivi



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Naravna trajnost, napojljivost:

Naravna trajnost: 5

Odpornost proti žuželkam: S

Obdelavnostne lastnosti:

Sušenje in obdelavnost: sušenje zadovoljivo; možna obarvanja. Obdeluje se lahko, razen v območju rebraste teksture. Dobro se polira. Površinska obdelava in lepljenje brez problemov. Površinska obdelava in lepljenje: po parjenju rdeče obarvanje.

Uporaba: zelo homogen les, priložnostno z zelo dekorativno in dragoceno rebrasto teksturo (za dna godal!). pri debelejšem drevju se po poškodovanju pojavi neugledno obarvan diskolorirani les.

2.2.6 Veliki jesen

Znanstveno ime: *Fraxinus excelsior* L.

Makroskopski znaki:

Nima jedrovine (in tudi črnjave ne!). Po poškodovanju diskolorirani les sive ali olivne barve v debelni sredici. Les svetlorumenkast. Les je venčastoporozen: s širino branike se povečuje delež gostejšega kasnega lesa in z njim gostota, trdnost in trdota. Zato obstaja jasna zveza med rodovitnostjo rastišča in cenotskim/socialnim položajem na eni strani in gostoto lesa na drugi strani. Branike so razločne. Priložnostno rebrasta tekstura.

Fizikalne lastnosti:

Gostota v absolutno suhem stanju ($U = 0\%$) ρ_0 [kg/m^3] = 640...700 (močno odvisna od širine branike!)

Gostota v zračno suhem stanju ($U = 12...15\%$) $\rho_{12...15}$ [kg/m^3] = 680...760 (odvisnost od širine branike)

Osnovna gostota (srednja) R [kg/m^3] = 568

Absolutni skrček (tj. od svežega stanja, $U > \text{TNCS}$, do absolutne (=sušilnične) suhosti

Vzdolžni $\beta_{\text{vzdolž}}$ [%] = 0,2

Radialni β_{rad} [%] = 5,0

Tangencialni β_{tang} [%] = 8,0

Volumenski β_{tang} [%] = 13,2...13,6

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{17\%}$.

β_{rad} [%] = 3,4

β_{tang} [%] = 5,1

Skrček $U_{\text{TNCS}} \rightarrow U_{12\%}$.

β_{rad} [%] = 4,5

β_{tang} [%] = 7,0

Diferencialni nabrek v % pri spremembi lesne vlažnosti za 1 %; [%/%] rad. = 0,17...0,21
tang. = 0,27...0,38

Dimenzijska in oblikovna stabilnost: srednja

Toplotna prevodnost λ prečno pri $U = 12 \dots 15$ % lesne vlažnosti [W/mK] = 0,15...0,17

Sorpcijska hitrost: nizka do srednja

Mehansko-tehnološke lastnosti

v zračno suhem stanju ($U = 12 \dots 15$ %):

E-modul vzdolžno (upogib) E_{\parallel} [N/mm²] = 11 900...13 900

Tlačna trdnost vzdolžno $\sigma_{cb\parallel}$ [N/mm²] = 43...59

Natezna trdnost vzdolžno $\sigma_{tb\parallel}$ [N/mm²] = 130...160

Upogibna trdnost vzdolžno $\sigma_{bb\parallel}$ [N/mm²] = 100...127

Strižna trdnost τ_b [N/mm²] = 12,0...13,4

Žilavost /Udarno-upogibno delo a [Nm/cm²] = 6,7...8,8

Trdota (Brinell) $H_{B\parallel}$ = 64

$H_{B\perp}$ = 28...40

Trdota (Janka) $H_{J\parallel}$ = 76

$H_{J\perp}$ = 40...61

Posebne mehanske lastnosti: parjen se dobro krivi

Naravna trajnost, napojljivost, širina beljave:

Naravna trajnost: 5

Odpornost proti žuželkam: S

Napojljivost z zaščitnimi sredstvi: 2

Obdelavnostne lastnosti:

Sušenje in obdelavnost: sušenje zadovoljivo. Nagnjen k veženju in pokanju. Obdeluje se dobro. Dobro se matira in polira ter slabo luži. Površinska obdelava in lepljenje brez problemov.

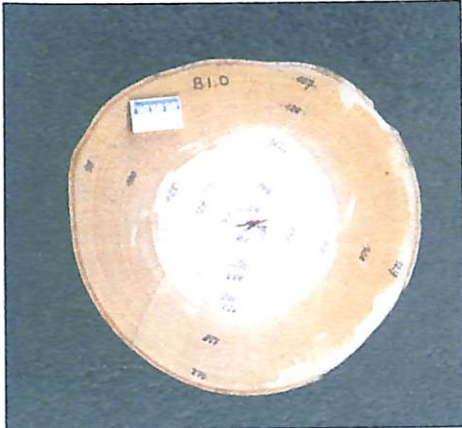
Raba: če ima široke branike je javorovina naš najbolj žlav les (ročaji, športno orodje, pa tudi parket, itd.

2.2.6.1 Sekundarni pojavi – ojedritev

Transformacija beljave v jedrovino - *ojedritev* (angl. *heartwood-formation*, nem. *Kernholzbildung*) je kot senescenčen pojav genetsko fiksiran proces in v fiziološkem in kemičnem pogledu vrstno specifičen. Pri vrstah, ki ne ojedrijo ("beljavci") prevzame vlogo eliminacije starejših tkiv in s tem optimalno dimenzioniranje beljave prevsem dehidracija. Rezultat je vidna sušina - *sušina* ali *zrelina* (angl. *ripewood*, nem. *Reifholz*). Analogen pojav ojedritvi je transformacija žive skorje v mrtvo skorjo (lubje ali ritidom), vendar gre tukaj za "tipično" abscisijo, ki jo spremlja nastanek sekundarnega meristema *felogena* in "abscisirajočega" suberiziranega *felema*.



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje



Slika 22

Bukev (*Fagus sylvatica*): Sušina (zrelina) pri odrasli bukvi z vrednostmi za vertikalno električno upornost (Shigometer z elektrodami Delmhorst). (Slika 22)

Mednarodno združenje lesnih anatomov (IAWA 1964) definira jedrovino kot "notranje plasti lesa v rastočem drevesu, kjer je parenhim odmrli, rezervne snovi (npr. škrob) v njem, pa se odstranile ali transformirale v jedrovinske snovi". Isti vir definira beljavo kot "(navadno) periferni del debla ali veje z živim parenhimom, ki vsebuje rezervne snovi (npr. škrob)". Bosshard (1966) je v skladu s to definicijo pripravil "novo" terminologijo ojedritvenih pojavov.

Terminologija ojedritvenih in diskoloracijskih pojavov (Bosshard 1966).

"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</i>	<i>Fraxinus</i> spp., <i>Fagus</i> spp. <i>Acer</i> spp.	drevesa s fakultativno obarvano jedrovino angl. <i>trees with facultatively</i>



<i>heartwood formation</i> Nem. <i>Kernholzbäume mit uregelmässiger Kernholzbildung</i>		<i>colored heartwood</i> nem. <i>Bäume mit fakultativer Farbkernholzbildung</i>
--	--	--

2.3 ODZIV DREVESA NA POŠKODBE

(cf. Dujesiefken, D., Liese, W.2006, Torelli 2006b)

Dolgožive lesne rastline so tekom evolucije razvile različne obrambne anatomske strukture. Le tako lahko kljubujejo vremenskim ekstremom na najrazličnejših rastiščih kot tudi poškodbam zaradi zlomov vej, prožečega se kamenja, divjadi in udarcem strele. Drevesa imajo visokorazvit funkcijski sistem v lesu in skorji za tri poglobitve naloge: prevajanje, skladičenje in trdnost. Funkcijske strukture so se razvile od filogenetsko starejših in preprosteje zgrajenih iglavcev preko difuznoporoznih listavcev (npr. bukev) do venčastoporoznih listavcev (npr. hrasti, brest). Diferenciacija prevajalnega hidrosistema je sledila principu »počasi, ampak zanesljivo« pri iglavcih in difuzno poroznih listavcih ter »hitro, vendar tvegano« pri venčastoporoznih listavcih. Pri proučevanju reakcij na poškodbe, predvsem kompartmentalizacije se je nabralo veliko spoznanj in znanja. Omenimo naj predvsem modelni koncept CODIT, ki sta ga razvila Shigo in Marx (1977, glej tudi npr. Shigo 1990) in ki so ga kasneje kritično izpopolnjevali. Koncept skuša pojasniti prostorsko širjenje glivne infekcije in razkroja oz. njegovo kompartmentalizacijo (omejevanjem) s »stenami«.

Zaščitna strategija je lahko pasivna in se poslužuje določenih struktur, ki so prisotne že pri zdravi rastlini (npr. periderm oz. lubje/ritidom in toksične jedrovinske snovi ter sama anizotropna zgradba lesa s sezonsko ksilogenezo: radialno usmerjeno trakovno tkivo in tangencialni pasovi gostejšega kasnega lesa). Pri aktivnem odporu nastanejo reakcije na negativne spremembe (poškodbe, okužba). Odziv poteka najprej na fiziološki ravni (sinteza, aktiviranje in transport rastnih snovi kot tudi z otiljenjem, zasmoljenjem, lignifikacijo in suberinizacijo). Aktivni odpor seveda temelji na živih celicah v floemu, kambiju in beljavi. Pri drevesih velja aktivni odpor zlasti varovanju prevodnega sistema v beljavi. Vodni transport se pri venčastoporoznih vrstah vrši izključno v zadnji ali predzadnji letni prirastni plasti.

Pri venčastoporoznih vrstah zato ločimo zunanji *prevodni del beljave* (angl. *conducting sapwood*, nem. *Leitsplintholz*) od notranjega *skladiščnega dela* (angl. *storage sapwood*, nem. *Speichersplintholz*). Opomba: seveda skladišči tudi prevodna beljava). Pri iglavcih in difuznoporoznih listavcih načelno prevaja vsa beljava.

Načelno varujejo les pred glivnim razkrojem v celični steni inkrustirane toksične jedrovinske snovi, pri čemer je odpornost lesa oz. njegova trajnost bistveno odvisna od količine in toksičnosti jedrovinskih snovi. Če izvzamemo nekatere tropske vrste (*Manilkara*, *Ocotea*) so zelo odporne tudi nekatere domače vrste (*Castanea*, *Robinia*, *Quercus*), le nekoliko bolj odporni od svojih beljav pa sta a smrekovina in jelovina z neobarvano jedrovino in malo jedrovinskih snovmi (Torelli et al. 2006). Zaščitno deluje tudi visoka in nizka vlažnost, ki omejujeta oskrbljenost gliv s kisikom oz. vodo. Vlažnost $U = 20\%$ velja za »varovalno vlažnost« (nem. *Schutzfeuchtigkeit*), vendar vlažnost v stoječem drevju –niti v dehidrirani



sredici- nikoli ne doseže tako nizke vrednosti. Dosežemo jo z »zračnim« in tehničnim sušenjem. Na drugi strani lahko visoko vlažnost v lesu vzdržujemo s skladiščenem v vodi ali pa s pršenjem z vodo.

2.3.1 Strategija skorje

Mrtvo lubje (*zunanja skorja, mrtva skorja, ritidom*) se ne odziva na poškodbe. Živa skorja (»ličje«) se lečasto kompartmentalizira. Parenhimske celice na robu rane odmrejo v nekaj dneh. Celice distalno se lignificirajo in pogosto suberinizirajo ter razmejijo aktivno tkivo od umirajočega. Diskoloracija v skorji je zaradi večjega deleža parenhima in manjših celic, manj obsežna kot v lesu. V območju med aktivnim in odmrlim diskoloriranim tkivom se parenhimske celice delijo vzporedno z robom rane in tvorijo ranitveni ali nekrofilaktični periderm (Mullick 1977, Oven in Torelli 1998). Ranitveni periderm se stika s peridermom mlade kalusne skorje in najmlajšim peridermom lubja in poteka valovito skozi »ličje« in je podoben globinskim peridermom drevesne skorje (Trockenbrodt in Liese 1991).

2.3.2 Strategija lesa

Reakcije v lesu po poškodovanju označujemo kot kompartmentalizacija. Zrak, ki po ranitvi vdre v les, se širi zlasti aksialno.

Les iglavcev se odzove z aspiracijo obokanih pikenj, les listavcev pa z aktivnim otiljenjem, tj. vraščanjem šivih parenhimskih celic v lumne trahej. Neposredno za površino rane proizvajajo odmirajoče parenhimske celice v nekrobiotski reakciji rastne snovi, ki v sosednjih nepoškodovanih celicah sprožijo kompartmentalizacijske reakcije (Fink 1993). V neposredni bližini rane traheje zaradi hitrega odmrtja ne vsebujejo okluzij, z naraščajočo oddaljenostjo pa se mobilizirajo rezervne snovi za blokado trahej in razvoj mejne plasti-zaščitne lesne cone ali reakcijske cone (Sharon 1973, Shigo 1974). Omenimo, da vsi listavci ne razvijejo til, ker ni izpolnjen fizični/mehanski predpogoj: pikenjske odprtine med parenhimom in trahejami morajo imeti premer vsaj 8µm. Omenimo, da otiljenje ni nujno za kompartmentalizacijo. Bukev in hrast močno otilita in sta dobra »kompartmentalizatorja«, medtem ko topoli, kljub močnem otiljenju, niso dobri kompartmentalizatorji. Vrste, ki ne otilijo (javor, lipa) se branijo pred zračno embolijo z okluzijo s sluzom. Pri lipi se lestvičaste perforirane ploščice trahejnih elementov prekrijejo z amorfnno kožico, ki pa je v primerjavi z otiljenjem in okluzijo manj učinkovita. (Dujesiefken *et al.* 1989). Na splošno ločimo šibke kompartmentalizatorje (*Aesculus, Betula, Fraxinus, Malus, Populus, Prunus, Salix*) in dobre kompartmentalizatorje (*Carpinus, Fagus, Quercus, Tilia*) (cf. npr. Dujesiefken in Liese 2006). Posebnost je rod *Acer*, ki ima dobre kompartmentalizatorje (*A. pseudoplatanus* in *A. campestre*) in slabe kompartmentalizatorje (npr. *A. sacharinum*). Boljša ali slabša kompartmentalizacija je odvisna od deleža in razporeditve parenhima in trahej (Eckstein *et al.* 1979). Delež in razpored parenhima je v drevesnih delih različen. Poškodbe na koreninah se »tesneje« kompartmentalizirajo, kot poškodbe na deblu. Znano je tudi, da se poškodbe v spodnjem delu debla bolj tesno kompartmentalizirajo kot višje na deblu. Mnogo učinkoviteje se kompartmentalizirajo poškodbe, kjer je poškodovana le skorja in obrambo prevzame najmlajša in zato najbolj reaktivni/odzivna letna prirastna plast. Kolikor globje segajo



poškodbe, hujše so poškodbe. Takšne poškodbe nastanejo s prirastnim svedrom ali pa zaradi odmrlih štrcljev vej, ki predstavljajo odprta »vrata« za kolonizacijo, infekcijo in razkroj. Stene 2, 3 v interpretaciji CODIT temeljijo na lesni anizotropiji in sezonskih razlikah v gostoti (kasni les) in sta statični, medtem kot sta stena 1, ki preprečuje oz. otežuje vdor zraka, diskoloracij in razkroja v aksialni smeri in stena 4 (barierna cona), ki nastane v tangencialni smeri po poškodovanju aktivni komponent obrambnega sistema lesne rastline.

2.3.3 Strategija kambija

Na ranitev se vaskularni kambij odzove z intenzivno produkcijo sprva izključno parenhimskih celic, ki so večje kot v normalnem lesu in komajda lignificirane. Trakovi so številnejši in zaradi izostanka apikalne intruzije vlaken, širši. Prevodnih elementov je znatno manj, prav tako vlaken. Pri iglavcih nastajajo tangencialni travmatski kanali (tudi pri jelki, ki v lesu normalni nima smolnih kanalov). To anatomsko spremenjeno tkivno plast imenujemo barierna cona. (cf. npr. Torelli 1990, Torelli et al. 1990). Pri površinski poškodbi se odzove poškodovani kambij na robu rane intenzivno tvorbo kalusa. Tako nastanejo prevalitvene »otekline«, ki preraščajo površino rane. Pri večjih ranah, še posebej pa pri ranah nastalih zunaj vegetacijskega obdobja, kambij praviloma odmre na obodu rane tudi daleč pod skorjo. Tako je rana večja, kot je v resnici videti. Na površini kalusa nastane nov felogen in gobje pod njim nov hranitveni kambij. Kambijev inicialke za znatno krajše kot pri normalnem zrelem kambiju. Rezultat krajših inicialk je ob siceršnji relativno enaki ekstrakambijevi rasti, les s krajšimi vlakni, in trahejnimi členi, ki so večinoma deformirani (listavci) z več parenhima. Ranitveni les je v bistvu juveniliziran les (Bauch 1980, Rademacher *et al.* 1984, Liese *et al.* 1988, Fink 1999, Grünwald 2002, Torelli *et al.* 1994). Tudi ranitveni les iglavcev ima več parenhima, krajše traheide in travmatske smolne kanale (tudi pri jelki, ki sicer nima smolnih kanalov!) (cf. Torelli 1995, Dujesifken in Liese 2006). Ne njenem obodu nastane ranitveni felogen in kasnejši periderm pod njim pa ranitveni kambij (cf. Torelli et al. 1994, Torelli 1995, Dujesiefken in Liese 2006.).

Situacija na obodu rane je primerljiva s situacijo pri skorjinih »jezikih«, ko povsem izostane skorjin tlak. Očitno igra skorjin tlak bistveno vlogo pri diferenciaciji lesnega tkiva (Brown in Sax 1962). Na površini eksponiranega lesa nastane zelo učinkovit *zaščitni les*, ki je primerljiv z *zaščitnimi conami* pri vejah. Znotraj zaščitne cone je desikacijska cona z debelino manj kot 1 mm in nekajkrat debelejša diskoloracijska cona. Obe pa za nekaj let zaščitita funkcijo lesa pod njima (Grosser *et al.* 1991, Torelli et al. 1994).

Posebna oblika kambijeve reakcije je površinski kalus (»obloga« ran) po odstranitvi skorje, ki nastane iz celic na površini lesa, ki so še sposobnen tvoriti kalusno tkivo. Predpogoj za to je, da ne pride do izsušitve tankostenih celic in svetlobne inaktivacije za celično delitev potrebnih hormonov. Pojav opazujemo le pri listavcih.

Kot na robu površinske rane, se tudi tukaj površinski kalus diferencira v ranitveni kambij, ranitveni floem in ranitveni ksilem (Stobbe *et al.* 2002).



poškodbe, hujše so poškodbe. Takšne poškodbe nastanejo s prirastnim svedrom ali pa zaradi odmrlih štrcljev vej, ki predstavljajo odprta »vrata« za kolonizacijo, infekcijo in razkroj. Stene 2, 3 v interpretaciji CODIT temeljijo na lesni anizotropiji in sezonskih razlikah v gostoti (kasni les) in sta statični, medtem kot sta stena 1, ki preprečuje oz. otežuje vdor zraka, diskoloracij in razkroja v aksialni smeri in stena 4 (barierna cona), ki nastane v tangencialni smeri po poškodovanju aktivni komponent obrambnega sistema lesne rastline.

2.3.3 Strategija kambija

Na ranitev se vaskularni kambij odzove z intenzivno produkcijo sprva izključno parenhimskih celic, ki so večje kot v normalnem lesu in komajda lignificirane. Trakovi so številnejši in zaradi izostanka apikalne intruzije vlaken, širši. Prevodnih elementov je znatno manj, prav tako vlaken. Pri iglavcih nastajajo tangencialni travmatski kanali (tudi pri jelki, ki v lesu normalni nima smolnih kanalov). To anatomsko spremenjeno tkivno plast imenujemo barierna cona. (cf. npr. Torelli 1990, Torelli et al. 1990). Pri površinski poškodbi se odzove poškodovani kambij na robu rane intenzivno tvorbo kalusa. Tako nastanejo prevalitvene »otekline«, ki preraščajo površino rane. Pri večjih ranah, še posebej pa pri ranah nastalih zunaj vegetacijskega obdobja, kambij praviloma odmre na obodu rane tudi daleč pod skorjo. Tako je rana večja, kot je v resnici videti. Na površini kalusa nastane nov felogen in gobje pod njim nov hranitveni kambij. Kambijev inicialke za znatno krajše kot pri normalnem zrelem kambiju. Rezultat krajših inicialk je ob siceršnji relativno enaki ekstrakambijevi rasti, les s krajšimi vlakni, in trahejnimi členi, ki so večinoma deformirani (listavci) z več parenhima. Ranitveni les je v bistvu juveniliziran les (Bauch 1980, Rademacher et al. 1984, Liese et al. 1988, Fink 1999, Grünwald 2002, Torelli et al. 1994). Tudi ranitveni les iglavcev ima več parenhima, krajše traheide in travmatske smolne kanale (tudi pri jelki, ki sicer nima smolnih kanalov!) (cf. Torelli 1995, Dujesiefken in Liese 2006). Ne njenem obodu nastane ranitveni felogen in kasnejši periderm pod njim pa ranitveni kambij (cf. Torelli et al. 1994, Torelli 1995, Dujesiefken in Liese 2006.).

Situacija na obodu rane je primerljiva s situacijo pri skorjinih »jezikih«, ko povsem izostane skorjin tlak. Očitno igra skorjin tlak bistveno vlogo pri diferenciaciji lesnega tkiva (Brown in Sax 1962). Na površini eksponiranega lesa nastane zelo učinkovit *zaščitni les*, ki je primerljiv z *zaščitnimi conami* pri vejah. Znotraj zaščitne cone je desikacijska cona z debelino manj kot 1 mm in nekajkrat debelejša diskoloracijska cona. Obe pa za nekaj let zaščitita funkcijo lesa pod njima (Grosser et al. 1991, Torelli et al. 1994).

Posebna oblika kambijeve reakcije je površinski kalus (»obloga« ran) po odstranitvi skorje, ki nastane iz celic na površini lesa, ki so še sposobni tvoriti kalusno tkivo. Predpogoj za to je, da ne pride do izsušitve tankostenih celic in svetlobne inaktivacije za celično delitev potrebnih hormonov. Pojav opazujemo le pri listavcih.

Kot na robu površinske rane, se tudi tukaj površinski kalus diferencira v ranitveni kambij, ranitveni floem in ranitveni ksilem (Stobbe et al. 2002).



2.3.4 Vpliv letnega časa

Količina in sposobnost mobilizacije rezervnih snovi je močno odvisna od letnega časa oz. od rastne ritmike in temperature: ob koncu vegetacijske dobe se asimilati ne uporabljajo več v višinsko in debelinsko rast, pač pa se skladiščijo v parenhimu floema in beljave. Ta »depozicijska« faza se konča z odmetavanjem listja. Med mirovanjem so ogljiki deponirani v obliki škroba. Če pade tempera pod -5 do -10°C se škrob pod vplivom encimov transformira v sladkor in tako prepreči zmrzovanje. Če se temperatura dvigne, se sladkor spet prevede v škrob. Med »mobilizacijsko« fazo spomladi s škrob pri temperaturah nad $+10^{\circ}\text{C}$ prevede v sladkor. Zaradi različnih koncentracij sladkorja se voda iz notranjščine debla in iz korenin pomika navzgor (Braun 1983). Ker drevje brez listja še ne potrebuje vode, pride pri poškodovanju drevesa do »krvavenja«. Še posebej močno »krvavijo« javor, breza in oreh. Jesen ne »krvavi«. Ob začetku vegetacijske periode se z olistanjem mobilizirane rezervne snovi po vodoprevajalnem sistemu transportirajo v popke. V tej mobilizacijski in sledeči rastni fazi so parenhimske celice zelo aktivne in lahko zato hitro reagirajo na poškodbe. Zato je kompartmentalizacija poškodb v vegetacijskem obdobju »tesnejša« kot v ostalih letnih časih. Obrambne reakcije s tilami in sluzno okluzijo so prav tako odvisne od letnega časa in temperature. Iz vsega tega sledi, da drevje pozimi poškodb ne more ali le počasi in neučinkovito kompartmentalizira. Ni treba posebej poudarjati, da prav v obdobju mirovanja poteka posek in spravilo lesa.

2.3.5 CODIT danes

Stoječe (živo) drevo preprečuje oz. omejuje kolonizacijo oz. razkroj a način kot to opisuje (a) teorija kompartmentalizacije ali (b) teorija sukcesije (cf. Rayner in Boddy 1988). Po teoriji kompartmentalizacije se odzove drevo na kolonizacijo s produkcijo fizikalnih barrier (tile, gume in suberizirane plasti ali kemičnih barrier v obliki alelopatov. Pri tem obstajata dve »terminologiji«, ki opisujeta tvorbo teh fizikalno-kemičnih barrier:

1. Modelni koncept CODIT (Compartmentalization Of Decay In Trees, Kompartmentalizacija razkroja v živem drevesu (Shigo in Hillis 1973, Shigo in Marx 1977)
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.

Prva predstavlja v lesu listavcev okluzija trahej s tilami in/ali gumoznimi snovmi, v lesu iglavcev pa aspiracija obokanih pikenj. Stena 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. Stena 4, imenovana tudi *barierna cona*, je ključni element CODIT in jo tvori kambij. Vidno razmejuje diskolorirne in razkrajajoče se dele lesa, ki so nastali pred ranitvijo od zdravega lesa, nastalega po ranitvi. (cf. npr. Torelli 1995). Pomeni, da so v pogledu degradacije kvalitete lesa kritične predvsem poškodbe v višji starosti!



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 kompleksnem procesu razkroja lesa. Teorija izpostavlja pomen visoke vlažnosti na preprečevanje razkroja. (cf. Rayner in Boddy 1998).

Zlasti CODIT je v stroki sprožil živahne debate. Zato smo ga skušali večkrat razširiti in diferencirati (npr. Shortle in Cowling 1978, Shigo 1984, Liese in Dujesiefken 1989, 1996, Torelli *et al.* 1991, Pearce 1996, Schwarze 2002). Skupno sporočilo je, da se drevo sprva ne brani proti biološkemu razkroju, ampak proti vdirajočemu zraku. Šele nato se drevo brani pred okužbo. Zato danes akronim interpretiramo kot »Compartmentalization of Damage in Trees«. Pojem »damage« je širši in vključuje slednjič tudi razkroj (decay). »D« v akronimu lahko pomeni tudi »dehydration« ali pa »disfunction« (Liese in Dujesiefken 1989).

Medtem ko je CODIT spočetka predstavljal prostorski model ranitvenih reakcij, interpretiramo danes CODIT širše in fazno in za razliko od modela CODIT raje govorimo o principu CODIT.

V zaključku (Dujesiefken in Liese 2006) povzemimo, da obramba drevesa poteka v štirih fazah:

1. faza: Vdirajoči zrak in izsušitev lesa.

Nastane ranitveni periderm v skorji in reakcijska cona (angl. *reaction zone*, nem. *Grezschicht*) v lesu v obrambo prevajalnih elementov in tvorba kalusa na robu rane iz katerega se kasneje razvije ranitveni lesa.

2. faza: Prodor mikroorganizmov.

Ranitveni periderm in reakcijska cona otežujeta njihovo prodiranje.

3. faza: Širjenje mikroorganizmov v lesu.

Če popusti reakcijska cona, nastane nova. Proces se lahko ponovi večkrat. Če glive dosežejo barierno cono, nastanejo akcesorne substance, ki utrdijo obrambo.

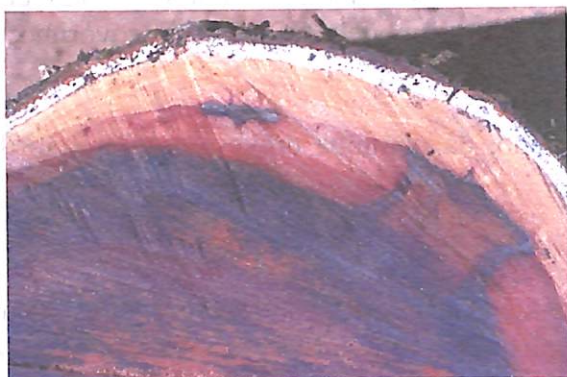
4. faza: Popolna kompartmentalizacija.

Zapora/prevalitev rane napreduje z roba rane in prekrije inficiran les. Mikroorganizmi ostanejo brez potrebnega kisika. »Inkapsulacija« z glivami inficiranega lesa je bistveni princip preživetja za drevesa.



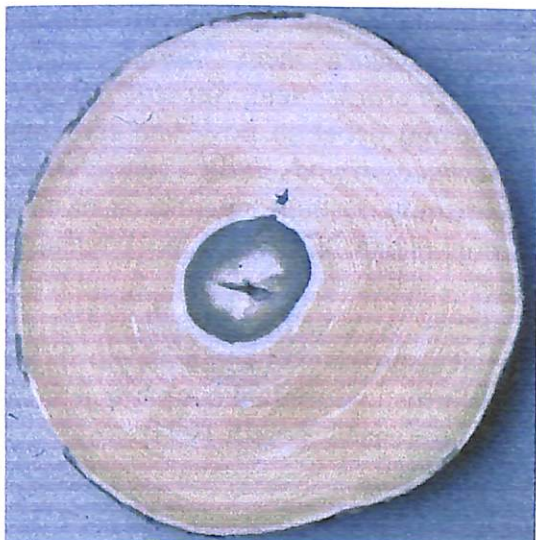
Slika 23

Beli topol (*Populus alba*): diskoloriran les nastal po dolgi površinski poškodbi zaradi strele. Vsa tkiva, starejša od dneva poškodbe so odmrla in se diskolorirala. (slika 23)



Slika 24

Čikozapote (*Manilkara zapota*): Črnjava (= obarvana jedrovina) in nekoliko svetlejši diskoloriran s poškodbami, ki so diskoloracijo povzročile. (slika 24)



Slika 25

Gorski javor (*Acer pseudoplatanus*): diskoloriran les, ki ga obdaja suha cona (slika 25).



Slika 26

Beli gaber (*Carpinus betulus*): diskoloracija po veliki površinski poškodbi. Vsa tkiva, starejša od dneva poškodbe so odmrla in se »diskolorirala« (slika 26.)

2.4 RASTNE NAPETOSTI

(cf. Torelli 1998a)

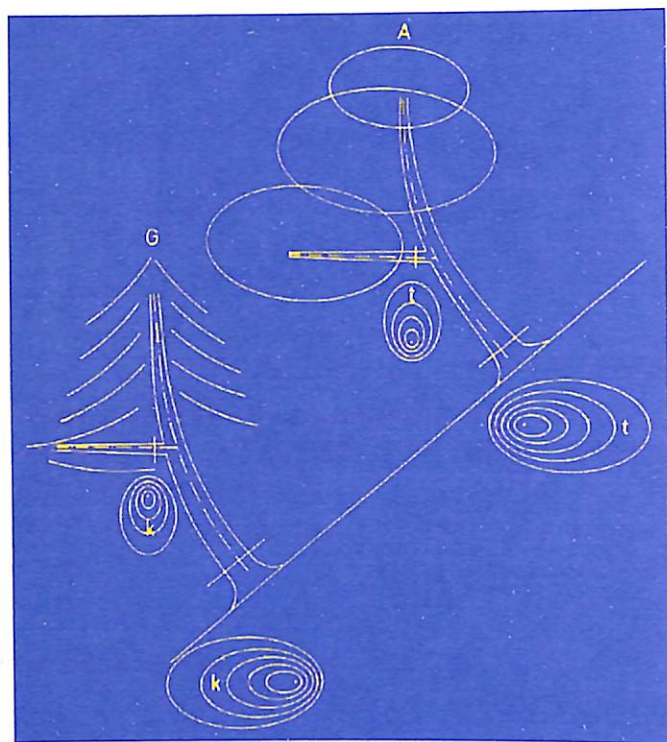
Rastne napetosti (angl. *growth/internal stresses*; nem. *Wuchsspannungen, innere Spannungen*) nastajajo v zadnji fazi diferenciacije vlaken v kambiji coni, kjer se vgrajujejo v les. Njihov izvor ni povsem jasen in ga skušajo pojasniti na več načinov: (a) ligninska nabrekovalna hipoteza, (b) hipoteza intruzivne rasti vlaken in vodnega stresa, (c) celulozna tenzijska hipoteza. Zaradi inkorporacije napetosti je periferija debla v vzdolžni smeri obremenjena na nateg in debelna sredica na tlak. Aksialne tlačne napetosti v sredici se s



starostjo kumulativno povečujejo in pri starem in debelem drevju povzročajo mehansko porušitev in nastanek »krhkega srca« (angl. *brittle heart*, nem. *Sprödkernigkeit*, *Spröfaserigkeit*). Tudi srčne razpoke (angl. *heart shakes*, *rift cracks*; nem. *Kernriß*, *Markriß*), ki nastanejo pri prežagovanju pri podiranju in razžagovanju debel so posledica sproščanja rastnih napetosti. Kolesivost (angl. *ring shake*, *cup shake*, *round shake*; nem. *Ringriß*, *Windriß*) je prav tako sindrom sproščanja radialnih nateznih rastnih napetosti in nastanek mehansko oslabljenih parenhimatiziranih bariernih con (stena 4CODIT) po površinskih poškodbah.

Tudi deformacije desak v obliki loka in korita so posledica sproščanja rastnih napetosti. Med domačimi vrstami ima največ rastnih napetosti bukev. Sprostimo jih lahko s parjenjem. (Za preprečevanje rastnih napetosti z gojitvenimi ukrepi glej reference v Torelli 1994).

2.4.1 Reakcijski les (aktivno usmerjevalno tkivo)



Slika 27

Iglavec (G) in listavec (A) v pobočju z asimetrični krošnjo. Kompresijski les (k) nastaja vselej na spodnji strani debla in veje, tenzijski (t) pa na zgornji strani. Krivost in ekscentričnost sta posledica nastajanja reakcijskega lesa (slika 27)

Aktivno usmerjevalno tkivo delov debla, ki več ne rastejo v višino, tj. delov debla s sekundarno/debelitveno rastjo (tj. z aktivnostjo vaskularnega kambija). Zelike/zelne rastline in enoletni poganjki lesnih rastlin lahko menjajo smer rasti (borba za svetlobo!) z diferencialno dolžinsko rastjo (kot tank!). Lesne rastline v drugem letu rasti in starejše, ki ne rastejo več v



dolžino, lahko spremenijo smer rasti s tvorbo tim. reakcijskega lesa: kompresijski les pri iglavcih in tenzijski les pri listavcih.

Kompresijski les iglavcev, ki se nahaja na spodnji strani nagnjenih debel, ima zaradi svoje posebne zgradbe ("kompresijske traheide z velikim mikrofibrilarnim kotom) sposobnost, da "dvigne"/usloči navzgor nagnjeno deblo. Je rdečkaste barve ("rdeči les"). Tenzijski les, ki se nahaja na zgornji strani nagnjenih debel listavcev, ima zaradi svoje posebne zgradbe (tenzijska ali želatinska vlakna s celuloznim G-slojem) sposobnost usločiti/ukriviti deblo navzgor. Reakcijski les se vedno nahaja na debelni krivini. Na lokaciji reakcijskega lesa je prirastek močno povečan, zato je deblo tudi ekscentrično. Drevo se lahko nagne v pobočju zaradi asimetrične krošnje ali pa v področjih s stalnimi vetrovi. Reakcijski les je vselej problematičen pri sušenju (pokanje zaradi velikega aksialnega skrčka) ali pa pri obdelavi (npr. tenzijska vlakna so zelo žilava in jih rezilo ne more gladko odrezati, pač pa jih iztrga iz površine („volnatost”)

Drevo se lahko odkloni od navpičnice največkrat zaradi asimetrične krošnje. Te so zaradi različne osvetljenosti reden pojav na pobočju in robu gozda. Tudi v ravninskem gozdu skorajda ni drevesa s povsem simetrično krošnjo. Posek drevesa poveča osvetljenost sosednjih krošenj in njihov asimetrični razvoj. Odklon in pojav reakcijskega les lahko povzročijo tudi stalni vetrovi in polzeča tla.

Zaradi svoje lokacije: pri listavcih na zgornji -"natezni" strani in pri iglavcih na spodnji -"tlačni" strani -nagnjenih debel in vej, so sprva menili, da gre za odziv (reakcijo!) na povečano natezno oz. tlačno napetost (npr. Metzger 1908). Odtod tudi poimenovanje *natezni* ali *tenzijski* les pri listavcih in *tlačni* ali *kompresijski* les pri iglavcih ter kolektivno ime za oba anatomsko modificirana tipa lesa, *reakcijski les* (prim. Torelli 1986).

Deblo z vgrajenimi napetostmi je v bistvu prednapet nosilec. Natezne napetosti na obodu debela močno zmanjšujejo možnost poškodb zaradi mehanskega tlaka med upogibanjem drevesa v vetru, saj je natezna trdnost lesa večja od tlačne (Boyd 1950). Inženirji že skoraj 200 let poznajo prednapete materiale (na pr. beton), medtem, ko je narava uporabila princip prednapenjanja že pred več milijoni leti! Rastne napetosti so prisotne pri vseh lesnih rastlinah. Na splošno so pri listavcih močnejše izražene kot pri iglavcih. Izjemno velike so pri evkaliptih in še posebej pri južnoameriški *wapi* (*Eperua* spp.) - "gvajanskem eksplozivnem drevesu". Zelo velike so tudi pri bukvi.

Rastne napetosti, žal, otežujejo rabo lesa. Tako lahko pri debelejših drevesih aksialne tlačne napetosti porušijo mehansko šibko juvenilno sredico ("krhko srce" angl. *brittle heart*). Pri podiranju nastajajo srčne razpoke, razžagovanje pa spremlja veženje ("lok" in "sablja"). Etiologija krožnih razpok ("kolesivost") je manj jasna. Pri njihovem nastanku imajo poleg rastnih napetosti pomembno vlogo še šibka mesta, na pr. parenhimska barierna cona, ki nastane po poškodbi. Vsekakor pa je treba ločiti rastne napetosti od sušilnih, ki nastajajo med anizotropim krčenjem, t.j. pri sušenju pod točko nasičenja celičnih sten (TNCS) in ki prav tako povzročajo veženje ("koritanje") in pokanje lesa. O vzrokih nastanka rastnih napetostih in njihovih škodljivih učinkih sem pisal pred leti (Torelli 1998).



Prisotnost reakcijskega lesa močno otežuje ali celo onemogoča obdelavo in predelavo. Moti predvsem njegova sporadična prisotnost in ekstremno veliki aksialni skrčki. Poravnane površine s tenzijskim lesom so "volnate (angl. fuzzy grain), ker rezilo žilavih tenzijskih vlaken z G-slojem ne reže, temveč jih trga iz površine!

Številni eksperimenti kažejo, da je fiziološki mehanizem tvorbe reakcijskega lesa pod hormonskim nadzorom in da na prerazdelitev hormonov v nagnjenem deblu vpliva težnost. Vsekakor je vloga avksina bolj neposredna in eksperimentalno lažje dokazljiva pri iglavcih kot pri listavcih in spet mnogo lažje pri debelih kot pri vejah. Kompresijski les iglavcev nastaja na spodnji strani nagnjenih debel in vej, kjer je zaradi težnosti koncentracija avksina višja, tenzijski les listavcev pa na zgornji strani, kjer je zaradi težnosti avksina manj (prim. napr. Wilson & White 1986, Kubler 1987, Torelli 1986). Reakcijski les se zato nahaja na krivinah. Na »reakcijski strani, kjer se nahaja kompresijski ali tenzijski les je debelinska rast močno povečana in presek ekscentričen! Nezaželeni reakcijski les se torej nahaja na krivinah, kjer je deblo tudi ekscentrično!

Pri vejah je situacija zelo kompleksna. Na mestu, kjer veja izhaja iz debla, je reakcijski les na "pravem" mestu: kompresijski les pri iglavcih na spodnji strani, in tenzijski pri listavcih na zgornji strani. Potem pa se stvari zamotajo. Zdi se, kot da obstaja pri vejah nekakšen *karakteristični kot* (Sinnott 1952) ali *ravnovesna lega* (Wilson & Archer 1977). Pri (nasilnem) premiku veje iz ravnovesne lege veje, se bo pojavil reakcijski les na tisti strani, ki bo omogočil sločenje veje nazaj v ravnovesno lego. Če usločimo vejo navzgor, se bo pri iglavcu tvoril kompresijski les na zgornji strani in pri listavcu na spodnji strani. Vendar, če usločimo vejo navzdol, se bo pojavil kompresijski les na spodnji strani in tenzijski na zgornji strani veje. Mehansko si predstavljamo delovanje kompresijskega lesa kot stisnjeno vzmet, ki se hoče raztegniti in tenzijski les kot raztegnjeno vzmet, ki se skuša skrčiti!). Kaže, da se reakcijski les v vejah tvori kot odziv na odklon od karakterističnega kota oz. ravnovesne lege. Veje zaznavajo odklon od karakterističnega kota in ne od navpičnice. Plagiotropna (gr. *plagios* "poševen") rast vej je posledica hkratnega korelativnega učinka gravitropizma in apikalne dominance. Oba dejavnika skupaj vzpostavita specifični vejni kot, ki je pri različnih vrstah in klonih različen. Ob poškodbi se kot lahko spremeni. Tako se pri iglavcu po odstranitvi terminalnega poganjka sosednje veje, ob tvorbi dodatnega kompresijskega lesa na spodnji strani, začno dvigovati in slednjič prevzamejo vlogo odstranjenega poganjka (prim. Lyr *et al.* 1992, str. 384).

2.4.2 Juvenilni – adultni les

Mladostni in zreli les predstavljata dve različni populaciji lesa v drevesu. (prim. npr. Torelli *et al.* 1998). Zreli les ima značilnosti »normalnega« lesa, medtem ko ima mladostni les kot rezultat delitvene aktivnosti mladega kambija in fiziološke bližine apikalnih in listnih meristemov (izdatna oskrbljenost z avksinom IAA!), 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 povzroča nezaželeno veženje lesa 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. Vlakna so vse daljša, dokler slednjič ne dosežejo »normalnih« dimenzij zrelega lesa, medtem, ko se mikrofibrilarni kot in posledično aksialni skrček lesa zmanjšuje.



Mladostnega lesa kot starostne kategorije, 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*). (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« notranji del debla okrog stržena, ima pa tudi slabšalni pomen, če imamo v mislih njegove tehnološke hibe). Ranitveni les, ki nastane po ranitveni ima v pogledu dimenzij podobne lastnosti kot juvenilni les.

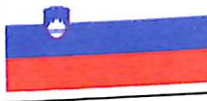
Poleg strukturno drugačnega juvenilnega lesa in rasti napetosti (glej dalje), juvenilna sredica praviloma vsebuje veliko reakcijskega lesa. Reakcijski les, kot aktivno usmerjevalno tkivo, z »abnormalno« strukturo, nastaja praviloma v fazi hitre višinske rasti v mladosti, ko so v borbi za svetlobo potrebne pogoste preusmeritve drevesne osi, zato ga je navadno največ v mladostnem lesu (razen v pobočjih in na robu sestojev pri drevju z izrazito asimetrično krošnjo, kjer nastaja tudi kasneje – včasih vse življenje drevesa). Reakcijski les se vselej nahaja na lokaciji debelne krivine; tukaj je deblo tudi ekscentrično! Zaradi sporadičnega pojava reakcijski les povečuje uporabnostno škodljivo nehomogenost lesa (prim. npr. Torelli 2002a).

Tudi grč je v sredici največ. Če k temu prištejemo še izrazito nagnjenost sredice k razkroju po poškodbah korenin in pokanja zaradi rasti napetosti, potem les v notranjosti debla tehnološko manj vreden del drevesa.

2.4.3 Zavita/spiralna rast

(cf. npr. Panshin in de Zeeuw 1980 s. 287, Gorišek in Torelli 1999)

S prehodom v zrelo obdobje sovpada tudi bolj ali manj izrazita in pravilna sprememba poteka oz. usmerjenost 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, ki postane kasneje bolj ali manj značilno zavita (angl. *spiral grain*, nem. *Drehwuchs*). 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 rast pri iglavcih izravnati. Sledi postopen zasuk v desno (Z-heliks), ob koncu juvenilnega 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 (Vzrok za odklon od navpičnice je v psevdotransverzalnih delitvah vretenastih inicialk. Po Bannanu (1966) na bi spiralno rast povzročile enako usmerjene ravnine, intruzivna rast novih fuziformnih inicialk in delno njihova eliminacija. Po Harrisu (1973) pa naj bi bila spiralna rast posledica neenake vršne rasti vretenastih inicialk. Spiralna rast ima očitno fiziološki pomen, saj omogoča povezavo vsake korenine z vsemi vejami krošnje, kar je z vidika preživetja vsekakor koristno. Bolj kompleksen je problem izmenične zavite rasti (angl. *interlocked*



grain, nem. *Wechseldrwuchs*) pri tropskem drevju. »Rast« ob večjem naklonu močo vpliva na veženje lesa. Lowery in Erickson (1967)



Slika 28

Poročata, da se levosučni drogovi iz lesa iglavcev v spremenljivi vlažnosti mnogo bolj vežijo kot drogovi, ki vsebujejo poleg levosučnega (mladostnega) lesa še adultnega desnosučnega, ki -kot v vezanem lesu- dimenzijsko stabilizira drog.

Bukev (*Fagus sylvatica*): začetna juvenilna desnosučnost v adultnem obdobju preide v levosučnost. (slika 28)



3 LUNARNI LES – MIT ALI RESNIČNOST (PROF. DR. DR. H. C. NIKO TORELLI)

Lunarni ali mesečev les (nem. *Mondholz*, *Mondphasenholz*, *mondgeschlägertes Holz*, *mondgeschlagenes Holz*, angl. *moontimber*) naj bi bil les, posekan ob "pravem času", t.j. v času kot ga narekujejo Lunine mene (faze) in zodiaška znamenja ter les posekan na točno določen (fiksni) datum – tako, kot piše v starodavnih »kmetijskih pravilih« (nem. »alte Bauernregel«) neugotovljive starosti, predvsem z območja Alp. Lunarni les naj bi imel posebne oz. nenavadne lastnosti: ne trohni, ne gnije, ne lotijo se ga insekti, je bolj suh, se ne krči, ne poka, se ne veži in je zelo trd. Najbolj nenavadni so fiksni datumi, ki obetajo dramatično izboljšanje lastnosti. Les posekan 1. marca po sončnem zahodu, naj ne bi gorel!! (prim.n.pr. Briemle 1998, 2003, Colerus 1680, Neumann 2003, Ober (1912, iz Paungger & Poppe 1991). Čudovito bi bilo, če bi »stara pravila« veljala in bi les, posekan v »pravem času« resnično pridobil navedene lastnosti. Tedaj bi bil obnovljivi les resnično neprekosljiv material.

Izredno zanimanje za lunarni les je spodbudila razvpita knjiga avtorjev Johanne Paungger in Thomasa Poppeja »Ob pravem času – Uporaba luninega koledarja v vsakdanjem življenju« (1991, slovenski prevod 1995), ki med drugim vsebuje »Zapis o sekanju in redčenju gozda Michaela Oberja, Tirolskega kolarja iz St. Johanna, kot ga je na dan Božiča 1912 prepisal Josef Schmutzer 1912« ter knjigi Erwina Thome »...videl sem te rasti« (1996) in »...in ti me spremljaš« (1999), kot tudi vse pogostejša vprašanja gozdarjev in lesarjev. Preden si podrobno ogledamo Oberjev »Zapis« pogledajmo še v Thomovo knjigo (1999, str. 55). Kot »kronski« dokaz, da Lunine mene vplivajo na kvaliteto lesa Thoma povzema študijo Seelingove z Inštituta za rabo gozda in gozdarsko znanost o delu Albert-Ludvikove Univerze v Freiburgu (Seeling 1998, 2000). V skladu z ljudskim izročilom je Seelingova v času od novembra do januarja posekala po 10 dreves v terminih tri dni pred Ščipom in tri dni pred Mlajem. Srednja gostota absolutno suhega lesa (ρ_0), posekanega pred Mlajem, je bila 363...479...666 g/m³ in pred Ščipom 328...468...613 kg/m³. Les posekan pred Mlajem je bil v povprečju za 6,20 % gostejši od lesa, posekanega pred ščipom! Thoma zmagoslavno sklepa: "Ob pravem času posekan les je gostejši. Gostejši les je trdnejši in bolj odporen«. Vsekakor drži, da je gostejši les bolj trden, problematična pa je ugotovitev, da je les gostejši zaradi poseka ob »pravem« času, tj. v času pojemajoče Lune. Čeprav je bila ugotovljena razlika v gostoti signifikantna, je še vedno znotraj opazovane normalne variabilnosti! Wagenführ (1996) navaja za srednjo gostoto ter za zgornjo in spodnjo mejo absolutno suhe smrekovine vrednosti 300...430...640 kg/m³. Takšen razpon gostote bi bil med drugim lahko tudi posledica različnega radialnega prirastka oz. širine branike in od nje odvisnega deleža kasnega lesa. (Za iglavce velja zveza: ožje branike, večji delež gostejšega kasnega, večja je gostota in trdnost in obratno!). Vsekakor pa tako majhnemu povečanju gostote nikakor ne moremo pripisati bistvene izboljšave lesnih lastnosti! Thoma dodaja še nedokazane Zürcherjeve »ugotovitve«, objavljene v sicer zelo uglednem znanstvenem časopisu *Nature* (1998), o katerem pa želim podrobneje spregovoriti kasneje.



3.1 STARA KMETSKA PRAVILA

Oglejmo si Oberjev »Zapis«, na katerem temelji gozdarsko-lesarski Lunin koledar:

1. Primerni dnevi za **krčenje in redčenje** so (a) 3. april, 22. junij (Sv. Ahac) ali 30. julij, še posebej ob pojemajoči Luni, (b) Marijini prazniki in (c) trije zadnji dnevi v februarju, če so v času pojemajoče Lune. Obvejena debla in grmi ne odganjajo.

2. **Les za orodja in pohištvo** se seka (a) v prvih osmih dneh po decembrskem mlaju v Vodnarju ali Ribah (velja tudi za deske in gradbeni les). Tedaj naj bi les ostal »zaliman oz. »skupaj zlepljen«, tj. ostal naj bi jeder in se ne vežil, ostal naj bi dimenzijsko stabilen (»ta pravi les« ali »ta delavni les«). (b) Ugodni termin naj bi bil tudi čas, ko sovpadata Mlaj in Škorpion (predvsem v novembru). (c) Pravi čas za posek »ta pravega« ali »ta delavnega lesa« naj bi bil tudi 26. februar pri pojemajoči Luni, še posebej, če je Luna v znamenju Raka (l. 1989!). (č) Škorpionovi dnevi v avgustu.

3. **Trd, biološko odporen les.** (a) Les ne bo trohnel, če ga bomo posekali v zadnjih dveh dneh marca v času pojemajoče Lune če je le-ta v znamenju Rib. Ti dnevi se ne ponovijo vsako leto. (b) Les posekan 1., 7. in 31. januarja ter 1. in 2. februarja ne bo gnil niti trohnel, prav tako se ga ne bodo lotili insekti. (c) Les posekan na dan Novega leta in v obdobju od 31. januarja do 2. februarja bo poleg sčasoma postal trd kot kamen. Na takšnem lesu naj bi stale Benetke!?. Uporabljali naj bi ga tudi za obnovo načetih temeljev. (č) Za vodne temelje, pomole in ladje naj bi bil primeren tudi les posekan v toplih dneh ob rastoči Luni. Tedaj naj bi bil les prepojen s sokovi in primeren z takojšnjo vgradnjo.

4. **Les ne gori**, še posebej, (a) če je bil posekan 1. marca po sončnem zahodu! (b) Zadnja dva dneva pred marčevskim Mlajem. (c) Odporen proti ognju je tudi les posekan ob Mlaju, če sovpada s Tehtnico, (c) zadnji dan pred decembrskim Mlajem in (č) v zadnjih dveh dneh pred marčevskim Mlajem.

5. **Les se ne krči.** (a) Les posekan na dan Sv. Tomaža (21. december) med 11. in 12. uro se ne krči! Tudi sicer je to najboljši dan za posek. Po tem dnevu naj bi –z nekaj izjemami– v zimskem času sekali les le še v času pojemajoče Lune. (b) Druga možnost za sekanje lesa, ki se ne krči, so februarski večeri ob pojemajoči Luni. (c) 27. september. (č) Marijini dnevi (15. avgust in 8 september), pri Luni v Raku. (d) Mesečno trije dnevi po mlaju v Raku. (e) Les se ne bo krčil tudi če bo posekan ob Mlaju v znamenju Tehtnice.

6. **Les za kurjavo** bomo pripravili (a) v oktobru v času od Mlaja do prvega krajca. (b) Po drugem viru bi se moral les za kurjavo sekati po zimskem Sončevem obratu (zimski solsticij, 21. december) pri pojemajoči Luni. Vrhov ne smemo takoj odsekati. Drevesa naj nekaj časa ležijo z vrhom po bregu navzdol, da stečejo poslednji sokovi navzdol. Panjevci dobro odženejo.



7. **Les za deske, predelavo na žagah in gradbeni les** bo najboljši, če ga bomo posekali v času rastoče Lune v Ribah. Tedaj mu škodljivci ne pridejo do živega. Ribe so v rastoči Luni le od septembra do marca.

8. **Les za mostove, ladje, čolne** in les, ki se plavi naj se seka (a) pri pojemajoči luni v enem od znamenj vode (Ribe, Rak). Tedaj posekan les ne gnije, ne trohni in je varen za hojo (ni spolzek na mostu). Včasih so ob tem času posekan les uporabljali tudi za pralne mize, ki so bile stalno vlažne, vendar niso smele biti spolzke! (b) Najprimernejši čas za sekanje lesa za mostove je Mlaj v Raku.

9. **Les orodje in pode.** Les za ročaje orodij mora biti žilav, tog in predvsem lahek. (a) Takšen les naj se seka v dnevih Škorpijona v avgustu, ki je skoraj vedno pred polno Luno. Les za pode mora ostati težek in mora biti odporen na obrabo. (b) Takšen les sekamo prvi dan po Ščipu, če pade na zvezdno znamenje Bik.

10. **Les, ki ne poka** sekamo (a) v treh dnevih pred novembrskim Mlajem. (b) Pokal naj nebi tudi les, posekan 25. marca, 29. junija in 31. decembra. Pri tem je treba paziti, da drevo pade po bregu navzdol. Če sekamo na ravnem terenu, krošnje ne odstranimo, da odtečejo sokovi proti vrhu. (c) Če moramo les vgraditi brez predhodnega sušenja, npr. za ostrešje, ga moramo posekati 24. junija med 11. in 12. uro dopoldne (v času »poletne ure« med 12. in 13. uro!). To je bil nekoč poseben čas: drvarji so množično odhajali v gozd, podirali eno uro in prenehali z delom ob opoldanskem zvonjenju. Če je tedaj Luna v znamenju Raka, potem je to tudi najboljši čas za izdelavo lesa za mostove.

11. **Božična drevesca.** (a) Jelke, ki jih posekamo tri dni pred enajstim ščipom v letu (pretežno v novembru), zelo dolgo zadržijo iglice. Včasih so takšna drevesca označili z »luninim žigom«. (b) Če že ne morete posekati svojega drevesca na ta dan, potem ga vsekakor posekajte v času rastoče Lune.

12. **Pogozdovanje oz. sajenje** bo najuspešnejše pri rastoči Luni, najbolje v znamenju Device. Tedaj se korenine hitro razvijajo in drevesca hitro priraščajo.

Kot vidimo, je mogoče priporočene sečne termine razvrstiti v tri skupine: (1) v koledarske termine, ki ne upoštevajo luninih men, (2) v lunarne termine in (3) termine, ki upoštevajo poleg Luninih men še zodiakalna znamenja.

V Lunin koledar lahko verjamete in ga uporabljate, vendar boste zelo verjetno kmalu ugotovili, da je lunarni les boljši od »navadnega« lesa predvsem zaradi posebej skrbnega izbora (»violinska drevesa«, »Geigenbäume) in pazljivega ravnanja po poseku.

Toda pozor! Če garantirate negorljivost lesa, zato ker ste ga posekali 1. marca po sončnem zahodu, odgovarjate za morebiten požar na zgradbi!! Tudi na ostale »zboljšane« lastnosti ne bi prisegal, saj jih znanost, kot bomo videli, ni mogla potrditi (tab. 3)! Sam menim, da je označba »lunarni les« posrečena astrološko-romantična označba za zelo kvaliteten les, vsaj tako dobra kot certificiran les. Vsekakor dober tržni prijem.... V *Welt am Sonntag* z dne 20. februarja 2005 preberem članek S. Geigerjeve s pomenljivim naslovom »Luna pospešuje rast lesa in (njegove) cene« in v *Holz-Zentralblatt*-u članek prof. Buesa (*et al.* 2003) »Lunarni les



– primer za državnega tožilca. V članku »Lunarni les – vse dovoljeno« v *Wald und Holz* (2004) sta ista avtorja objavila fotografijo poleti in jeseni razžaganega lesa Lunarne smrekovine (225 m³) za strešno konstrukcijo, ki so ga napadle glive in plesen. Primer je udarec imidžu Lunarnega lesa in lesa na splošno. Previdno...

3.2 LUNINE MENE IN ZODIAŠKA ZNAMENJA

Odkod vsesplošno navdušenje za astrologijo? Menim, da zato, ker človek kljub velikemu napredku, ne zna odgovoriti na bistvena vprašanja življenja. Razlage so večinoma zamotane in nejasne. Če ne držijo ali se ne izpolnijo, so jih ljudje, tako kot neizpolnjene dolgoročne vremenske napovedi, pripravljani z zamahom roke takoj pozabiti, redke, ki se izpolnijo, pa sprejeti kot neizpodbiten dokaz, da »nekaj je na tem«. Luna in zodiška znamenja ter skrivnostni, nikoli utemeljeni trdni datumi tako postajajo vse pomembnejši.

Preden kritično obdelamo Lunarni koledar se nekoliko zazrimo v Luno in zodiška ozvezdja! Če je Sonce najbolj pomembno med nebesnimi telesi, potem je Luna nedvomno najbolj spremenljiva in skrivnostna. Izžareva okultno moč, vlada nad rastjo, skritimi procesi v naravi, praznimi prostori v Zemlji in gibanjem tekočin v tleh in na površju. V Luni je bojda magična moč. Privlači skrito energijo zvezd in njihovih konstelacij. Predstavljala naj bi nekakšen Zemljin lijak, ki sprejema in zgoščuje sevalne emanacije drugih nebesnih teles in jih, preden jih v vsem razkošju razlije po Zemlji, preceja in pretvarja. Brez Lune bi zastale duševne dejavnosti. Ni čudno, da ima Luna izjemno mesto v simboliki.

Uvodni romantični verzi nakazujejo ženski spol Lune (razen v germanskih jezikih). Luni kot prejemniku Sončeve svetlobe navadno pripisujejo pasivnost, primerljivo s starodavno Kitajsko predstavo o kozmični dualnosti po kateri *yin* simbolizira ženskost, sever, mraz, senco in Zemljo. Poleg tega obstaja podobnost med Lunarnim mesecem in menstrualnim ciklom. Luna oz. Mesec je simbol življenskega ritma: telo ki raste, pojema in izgine; telo ki je v procesu spreminjanja in razvoja; telo ki poseblja rojstvo in smrt. Luna tudi simbolizira pretekli čas, čas življenja, ki ju meri s svojimi zaporednimi in pravilno pojavljajočimi se fazami. Luna je tako postala univerzalna merilna naprava. Rast in upadanje Lune ter vračanje iste faze jo napravlja za simbol vseh filozofij, ki združujejo smrt in ponovno rojevanje. Lunine faze se še pred nastankom visokih kultur določale življenjski ritem človeka. Odtod tudi sinonimna izraza za Luno in Mesec ter mesec kot časovnega intervala enakega času polnega obhoda Lune okrog Zemlje, tj. čas med dvema zaporednima enakima fazama Lune, na pr. med dvema mlajema. Terminološko nebesno telo Mesec (»naša« Luna), tako kot v germanskih jezikih (nem. *Mond*, šved. *Måne*, angl. *moon* izvira iz indogermanskega **mēnōt* »Mesec/Luna; Lunine mene, mesec«. Primerjaj gr. μήνη (»Mesec/Luna«), gr. μήν (»mesec« in »Mesec«) in lat. *mensis* (»mesec«). Indogermanska beseda za »Mesec/Luno« izhaja verjetno iz glagolskega korena **mē[d]* »potovati, pregledati, omejiti, meriti«. Izraz naj bi verjetno pomenil »popotnika« (na nebesnem svodu) in ne -kot mnogokrat menijo- »merilca časa« (prim.npr. Drosdowski1989).

V krščanski ikonografiji Marijo pogosto upodabljaajo stoje ali sede na prestolu na polmesecu, ki so ga v Avstrijskem cesarstvu tolmačili kot simbol zmage nad Turki (katerih vojaški emblem je bil polmesec). V resnici sega zgodovina simbolike Lune do Apokalipse ali Skrivnega razodetja (12:1): »žena oblečena v sonce in z Luno pod nogami« simbolizira



zmago nad sovražnimi silami. Polmesec je postal tudi simbol Bizantinskega imperija. Nekoč se je čudežno prikazal in rešil Bizanc (Konstantinopol) pred nenadnim napadom. Menili so tudi, da so Otomanski Turki privzeli polmesec po padcu Konstantinopla 1453, vendar so ga v resnici uporabljali že prej. Danes ga imajo v svojih nacionalnih državah številne islamske države, rdeči polmesec pa je postal tudi muslimanski pendant Rdečemu križu. V srednjeveški Evropski heraldiki so ga ponosno privzemali križarji, zlasti francoski.

Lieber (1978, 1996) v svoji »teoriji o biološkem plimovanju« meni, da Luna ne vpliva le na plimovanje morja, temveč tudi na »plimovanje« tudi v človeškem telesu saj vsebuje kar pribl. 70-80 % vode. Ameriški astronom G. O. Abel (1986) zmaguje z glavo in navaja, da je Lunin gravitacijski »vlek« manjši od teže komarja. Culver in Ianna (1988) sta dokazala da je Lunin »vlek« manjši od vleka kot ga vrši stena stavbe na razdalji 15 cm.

Kelly, Rotton in Culver (1996) so kritično ocenili preko 100 študij o morebitnih Lunarnih učinkih na človeka. V nasprotju s splošnim »ljudskim« prepričanjem niso mogli ugotoviti nikakršnega vpliva Ščipa oz. Luninih men npr. na nasilno obnašanje, tesnobo in depresijo, avtomobilske nesreče, epilepsijo, rojstva, samomor, možganske krvavitve, motnje v spanju, operativne posege, vreme, pasje ugrize, agresijo pri hokejistih, itd. Tudi na les Luna naj ne bi vplivala. Morda...

Naj skromno pripomnim, da ob Ščipu slabo spim. Sicer pa se med ljudmi vztrajno širi prepričanje, da naj bi se operacije ne opravljale ob Ščipu, ker je nevarnost krvavitve tedaj največja. O tem je pisal že veliki Paracelzus. Težko je prepričati ljudi, da se ob ščipu ne rodi nič več otrok kot sicer. Zelo razširjeno je tudi mnenje, da Lunine mene vplivajo na lasje: ko je Luna v *Biku* naj bi se lasje kuštrali, ko je v *Kozorogu* lasje hitreje sivijo, ko Luna »crkava« rastejo počasi, ko je v *Vodnarju*, *Dvojčkih* in *Tehtnici* rastejo hitreje; če jih strižete ko Luna raste vam bodo bujno »odgnali« itd. itd. Pozor! Ščip naj bi bil še posebej primeren za striženje temnih las!! Ničesar pa o pleših...

Nasploh naj bi bil vpliv Lune na življenje in dogajanje na Zemlji zelo univerzalen in kompleksen. Luna ima sedem stanj z domnevnimi odgovarjajočimi »impulzi« na življenje: Mlaj, rastoča luna, Ščip, pojemajoča luna, položaj v zodiaku, »dviganje« in »padanje«.

1. *Mlaj* pomeni začetek novega, začetek rasti in začetek izpolnjevanja davnih načrtov. Zdaj začeto uresničevanje zamisli obeta uspeh.
2. *Rastoča Luna* podpira razvoj, rast, načrtovanje in spremembo. Čas je primeren za intenzivne aktivnosti, ni pa primeren za načrtovanje in razmišljanje. Za kar ste se odločili ali začeli ob mlaju, se zdaj razvija in počasi zreli. To je krepčilno obdobje, ki nas napravlja odporne. Končamo lahko nesoglasja in spore. Bolni lahko upajo na ozdravitev. Čas je primeren za končanje dejanj in ne za začenjanje. Za obdobje je značilna močna rast. Po Prvem krajcu začno učinkovati hranila, ki jih je rastlina dobila v času 1. kvartala (1. teden po Mlaju).
3. *Ščip* predstavlja zaključeno rast, torej zrelost in uresničenje. Kar v nas že dlje časa dozoreva in kipi, zdaj izbruhne na dan. Pri tem ne gre vselej za plemenita čustva. V tem času je opaziti veliko agresivnega vedenja, kulminira pa tudi spolno hrepenenje.



Čas je primeren za končanje stvari in ne za njihovo začenjanje. Dela na vrtu naj ob Ščipu počivajo.

4. *Pojemajoča Luna* pomeni ločitev, slovo, preteklost, oddaljevanje, zapuščanje, zato se je v tem času dobro lotiti takšnih tem. Čas je ugoden za preverjanje stvari, ni pa preveč primeren za intenzivne dejavnosti. S praktičnega vidika je obdobje pojemajoče Lune primerno tudi za odstranjevanje madežev (!) in za »urejevanje« lastne duše, kar bi lahko pomenilo opuščanje utvar. Velja tudi kot primeren čas za opuščanje razvad, npr. kajenja! 3. kvartalu (1. teden po Ščipu) je naklonjen rasti korenin. Drevje vsebuje manj soka (!), zato je ta čas najboljši za obrezovanje in sajenje drevja, še zlasti sadnega. Ukoreninjenje je zelo uspešno. Sadje v kleti se med pojemajočo Luno dobro »drži«. Krompir je treba skladiščiti med pojemajočo Luno. 4. kvartal (teden pred Mlajem) je obdobje regeneracije rastlin in tal pri čemer se tvorijo nove hranilne snovi. Mehansko odstranjevanje plevela je še posebej uspešno.
5. V povezavi z zodiakalnim znamenji postane stvar še bolj zamotana. Za razliko od Sonca, ki je –gledano z Zemlje– po en mesec v enem od zodiakalnih ozvezdij (vsakdo ve, v katerem znamenju je bil rojen), se »hitra« Luna v vsakem nahaja le po dva dneva in pol! Po značaju jih ločimo v ognjena, zemeljska, zračna in vodna znamenja. Naj opišem le vpliv znamenj, ki jih omenja *Zapis*. Rak (lat. *Cancer*) je vodno znamenje. Luna v Raku predstavlja še prav posebej vlažno in plodno obdobje. Rak je nasploh najbolj plodno znamenje živalskega kroga. Tedaj je najboljši čas za sajenje, namakanje, cepljenja in presajevanja. Škorpion (lat. *Scorpio*) je vodno znamenje in ugodno za rast ali za sajenje vsakršnih rastlin, še posebej trte. Tretje in četrto obdobje/kvartalu lunacije naj bi bil primeren čas za obvejevanje in zalivanje z namenom upočasnjevanja rasti in pospeševanja fruktifikacije. Ribi (*Pisces*) sta tudi vodno znamenje. Kot čas Raka in Škorpiona je tudi obdobje *Rib* vlažno in plodno in predstavlja drugo najboljše znamenje za sajenje in presajevanje.
6. Luna v dviganju in padanju nista Lunini fazi, temveč nakazujeta položaj v zodiaku. Vsa zodiaska znamenja, skozi katera potuje Sonce od zimskega solsticija (21. dec.) do poletnega solsticija (21. junij), t.j. od Strelca do Dvojčkov, imajo v sebi silo dviganja. Luna ima tedaj obliko čaše. Za znamenja od Dvojčkov do Strelca je značilna padanja (Luna narobe obrnjena čaša!). Sile dviganja so sile zime in pomladi, ki napovedujejo počasen prirastek, razširjanje, rast in cvetenje, medtem ko so sile padanja sile poletja in jeseni in naznanjajo zrelost, žetev, propadanje in počitek.

3.3 »PRAVI« ČAS POSEKA

Problem »pravega« časa poseka je že od nekdaj vznemirjal gozdarsko stroko. Določali so ga zelo poljubno. Mnogokrat je odločala razpoložljivost delovne sile, »stara pravila« s fiksnimi datumi in ezoterika.

Kdaj torej sekati? »Ko popusti žgoča poletna pripeka; tedaj hrošči ne ogrožajo gozda« (Hesiod iz Molla 1920); »Sekati tako spomladi kot tudi jeseni; preden pride hlad iz tal in preden se začne delo na polju« (Carlowitz 1713). »Sekaj pozimi, ker je več časa in ker je



transport zaradi zamrznjenih tal enostavnejši« (Neuenhahn 1763). »Listavce in iglavce je mogoče sekati vse leto pri čemer kvaliteta ne bo trpela« (Accum 1833 iz Clausnitzer-ja 1990). Mantel (1980) navaja stare nemške podatke o »pravem času« poseka. Mnogokrat so predpisovali zimsko sečnjo, vendar ne iz patoloških in tehnoloških razlogov, temveč zato, ker tedaj ni bilo dela na polju in je bila delovna sila najcenejša. Plemstvo je usklajevalo posek z lovom.

Teofrast (cit. iz Colerus 1680): "Les posekanega v času, ko je Sonce v znamenju Bika, Kozoroga ali Device ne bodo napadli črvi in ne bo kmalu strohnel, temveč bo dolgo trajal. Mora pa se zgoditi v času pojemajoče Lune in takoj v prvih treh dnevih in po polnoči ali zgodaj zjutraj preden vzide Sonce, nasploh zgodaj". "Sončni" kralj Ludvik XIV je 1669 izdal odredbo, po kateri se je smel les sekati le v času pojemajočega meseca in ko je bilo drevje brez listja. Duhamel du Monceau, generalni inšpektor francoske mornarice je v letih 1733-1735 skušal kritično oceniti vpliv Lune na kvaliteto lesa (cit. iz Knuchel 1930). S primerjavo lesa posekanega sredi obdobja rasti Lune z lesom posekanega sredi obdobja poemanja Lune je sicer ovrgel splošno pravilo, da je les trajnejši, če se poseka v času pojemajoče Lune, hkrati pa je prišel do nasprotnega rezultata: les je trajnejši, če ga posekamo v času rastoče Lune! Omenimo, da so bila raziskava izvedena le s po tremi mladimi testnimi drevesi in ni zanesljiva. Leeuwenhoek (1694, cit. iz Clausnitzerja 1990) je s pravkar odkritim mikroskopom, zaman skušal odkriti morebitne (strukturne?) razlike med lesom posekanim poleti in pozimi. Bavarski »Gozdni red« iz l. 1606 med drugim določa, da se mora posek gradbenega lesa izvršiti po 23. oktobru v znamenju Škorpiona pri pojemajoči Luni in zaključiti do konca februarja. Prav obratno pa Paungger in Poppe (1991) na podlagi že omenjenega *Zapisa* priporočata posek gradbenega lesa pri rastoči Luni in v znaku Rib!! Kljub temu se zaupanje v Luno ni zmanjšalo. V prid sekanju v času pojemajoče Lune govori tudi »moderni« Lunin koledar. Drevje naj bi se sekalo v času 3. kvartala (od Ščipa do Zadnjega krajca). Ko Luna »crkuje« ali »dol jemlje«, naj bi rastline in drevje vsebovalo manj drevesnega soka. Les naj bi bilo potemtakem bolj suh. Ali se vlažnost lesa v živem drevesu (sploh) spreminja? Na to navidez zelo preprosto vprašanje znanost nima natančnega odgovora. Wiebe (1992) povzel nekonsistentne podatke za vlažnost hrastove beljave: de Monceau (1755) je ugotovil, da je lesna vlažnost najvišja pozimi in najmanjša spomladi in poleti. Nördlinger (1879) navaja, da je najvišja julija in najnižja decembra in T. Hartig (1858/1871), da je najvišja poleti in najmanjša spomladi. Bukovina naj bi bila po Büsgenu (1911) najbolj suha v pozni jeseni, po Gäumanu (1935) pa decembra in januarja! Pri dvokaličnicah (»listavcih«) je Gibbs (1958) večinoma ugotovil najnižjo vlažnost v poznem poletju in najvišjo jeseni, ko je drevje odvrгло listje. Z vidika »kohezijsko-adhezijske-tenzijske hipoteze« oz. (manj ustrezno) »teorije transpiracijskega vleka« mehanizma daljinskega transporta vode v drevesu je mogoče opravičiti le manjša sezonska nihanja lesne vlažnosti v živem drevesu. V poletni suši se lahko zaradi neskladja med transpiracijo in absorbcijo vodni stolpci v trahealnih elementih stanjšajo, ne da bi se pri tem zaradi močne kohezije me vodnimi molekulami strgali ali zaradi močne adhezije odlepili od sten prevodnih elementov. Pri tem se deblo posledično nekoliko uskoči. V običajnih pogojih pride do »refillinga« že ponoči, v času dolgotrajnih suš pa šele jeseni. S slednjim bi lahko utemeljili Gibbsove rezultate (prim. Zimmermann in Brown 1971, str.212, Torelli 1998). Podobna sezonska nihanja je Burmester *et al.* (1981, 1982, 1983) zabeležil tudi pri dobu, bukvi, brezi, češnji in macesnu. Kavitacija in embolija prevajalnih elementov naj bi bila ireverzibilna.



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Triebel in Bues (2000) sta ob pregledu 81 pisnih virov ugotovila, da so bili nekoč pri odrejanju oz. priporočanju časa poseka glede letnih časov in Luninih men, zelo svobodni, tudi zato, ker niso poznali drevesne fiziologije (tab. 2).

Tabela 2. Zgodovinski pregled znanih sečnih terminov za posamezne rabe glede na letni čas, mesec v letu, posebne dneve in Lunine mene (Triebel 1998, Bues in Triebel 1998, Triebel in Bues 2000).

Opravilo	Obdobje	Čas sečnje		Luna	
		Letni čas	Mesec	Pojema	Raste
Posek, Splošno	Do 1800	Jesen/Zima	Mar. Nov. 29/9-24/6	4	1
	Do 1900	Zima	Okt. – Mar.	1	2
	Do zdaj	Zima	Sept. – Nov.	3	1
Sečnja panjevcev	Do 1800	-	Mar. – 29/6	-	4
	Do 1900	-	Mar. - Apr.	-	-
	Do danes	-	-	-	-
Gradbeni les	Do 1800	Jesen	Feb. – Mar. Februar – 24/6. Nov. – Jan. Konec Okt. 29/9– 23/4	4	4
	Do 1900	-	Okt. – Mar. Nov. – Jan.	1	1
	Do danes	Zima	Dec. Konec Dec- Začetek Jan.	1	2
Drva/Fuelwood	Do 1800	Poletje	Mar. – Apr.. Nov. – Jun. Okt. – Jun. 25/7	1	1
	Do 1900	-	Jan. – Feb.	-	1
	Do danes/Until now	-	Jun.	-	1
Sečnja iglavcev/	Do 1800	Pomlad	Dec. – Feb.	-	-
	Do 1900	Poletje	-	-	-
	Do danes	Zima Vse leto	-	-	-



Sečnja hrastov Felling of oaks	Do 1800	Jesen	25/7- Feb. Maj Dec. – Feb. Sept. – Mar.	3	2
	Do 1900	Zgodnja pomlad	26/7 – Feb.	1	-
	Do danes	Zima	-	-	-
Biološko trajen les/ Biologically durable wood	Do 1800	- Feb.	Nov. – Feb. Okt. – Mar.	2	1
	Do 1900	Poletje – Zima Zima	-	-	-
	Do danes	-	Dec. – Jan. Nov. – Feb. Mar. Do Maja.	2	

Zürcher s sodelavci verjame v vpliv »luninih faz« kot sinodnega ritma« (Zürcher & Cantiani 1998, Zürcher 2000, Zürcher & Mandallaz 2001). Vplival naj bi na drevesno biologijo kot . npr. na kalitev, reverzibilne cirkadijske fluktuacije drevesnega premera in bioelektričnih potencialov. Menijo, da se delež kapilarne vode v lumnih in v celični steni vezane vode, ritmično spreminja in z njim lesne lastnosti. Voda naj bi prehajala iz simplasta (t.j. iz protoplastov) v apoplast (v celične stene in medcelične prostore) in obratno! Pri tem izključuje privlačnost Lune. Zürcher meni, da Luna v Mlaju štiti Zemljo pred Sončevimi električnimi delci. Solarni veter, t.j. delci, navadno elektroni in protoni, ki jih izžareva Sončeva korona, vpliva na geomagnetno polje. S spreminjanjem moči magnetnega polja naj bi se spreminjala tudi vezava vode v lesu! Svojih domnev ni z ničemer dokazal. Tudi če bi to držalo, si je z današnjim znanjem nemogoče predstavljati dramatično izboljšanje lesnih lastnosti zaradi prehajanja vode med simplastom in apoplastom. Pri tem je treba upoštevati, da protoplast vsebujejo le žive celice, tj. parenhimske celice dokler so del beljave (več let) in vlakna (pri iglavcih traheide) v fazi diferenciacije v kabijevi coni (le nekaj tednov). Sicer pa znaša delež aksialnega parenhima, vključno z epitelnimi celicami smolnih kanalov pri smreki le 1,4% (pri bukvi 5,2%) in delež trakov brez trakovnih traheid 4,7% (pri bukvi 15,7%). Še več, delež živega parenhima se -kot delež beljave- s starostjo zmanjšuje. Nosilec mehanske trdnosti so aksialne traheide (95%), ki pa takoj po diferenciaciji odmro in izgubijo protoplast! Zürcher navaja nepreverjeno verovanje, da se dajo bele obleke beliti v Luninem soju. Pri tem zaključuje: »Kar naj bi veljalo za vlakna, bi utegnili veljati tudi za celice v dreves«!. Polna Luna reflektira polarizirano Sončevo svetlobo na Zemljo. Ta svetloba bi lahko vplivala na lastnosti lunarnega lesa!! Da bi vse to dokazal in prepričal še zadnje dvomljivce, Zürcher načrtuje velik eksperiment. Bil bi resnično potreben... V pojasnilo navedimo, da higroskopska voda vezana v celičnih stenah res močno vpliva na lesne lastnosti (prim. Torelli 2000). Vlažnost lesa v drevesu praviloma ne pade pod točko nasičenja celičnih sten (TNCS). Zaradi močnih privlačnih sil stenskih sestavin je voda v celični sten zgoščena. V celični steni je potemtakem več vode kot, če bi predpostavili, da je njena gostota 1000kg/m³. Kam naj bi



spravili višek vode po Zürcherjevi hipotezi? Morda v intercelularne prostore (najprej jih je treba dokazati) vendar ta ne bi vplivala na lesne lastnosti.

Točka nasičenja celičnih sten (TNCS, Uf) (angl. fibre/fiber saturation point, FSP; nem. Fasertättigungspunkt, FSP) je eden najpomembnejših pojmov v lesarski znanosti.

Prvi jo je definiral Tiemann (1906, str. 82), ko je proučeval odvisnost mehanskih lastnosti od vlažnosti. Ugotovil je, da v procesu sušenja mehanske lastnosti sprva ostajajo konstantne (in minimalne), pri določeni vlažnosti pa začno naraščati. Prelomno vlažnost je imenoval točko nasičenja celičnih vlaken (FSP, Uf). 1944 jo je Tiemann (prim. Kollmann 1951/82) ponovno definiral, tokrat kot vlažnost, pri kateri so (teoretično) celične stene nasičene z vezano ali higroskopsko vodo in pri kateri diferencialna sorpcijska toplota doseže vrednost 0. Teoretično pri TNCS v lumnih ni proste ali kapilarne vode.

Sicer pa je točka nasičenja celičnih sten odvisna od številnih dejavnikov, med drugim od anatomske in kemične zgradbe. TNCS in ravnovesno vlažnost znižuje ojedritveni proces. Na splošno ekstraktivi znižujejo ravnovesno vlažnost oz. "potiskajo" adsorpcijske in desorpcijske izoterme navzdol v območju relativne zračne vlažnosti nad približno 70 %. Nizkomolekulske jedrovinske snovi, ki v procesu ojedritve inkrustirajo celično steno "zasedejo" prostor higroskopski vodi. Ravnovesna vlažnost in TNCS padajo tudi z naraščajočo temperaturo. Na velikost TNCS vpliva tudi lesna gostota. Načelno je višja pri lesovih z nižjo gostoto. Celice s tanjšimi stenami naj bi nudile manjši odpor nabrekanju kot tiste z debelimi stenami. Nižje vrednosti TNCS pri gostejših lesovih utegnejo biti tudi posledica večje vsebnosti ekstraktivov (kar pogosto drži).

Na sezonsko spremenljivo kvaliteto lesa, še posebej njegovo odpornost, bi utegnile vplivati morebitne sezonske kemične razlike. To se zdi še najbolj sprejemljiv razlog, vendar so tovrstne študije zelo redke in jih ni mogoče posplošiti. Burmester s sodelavci (1981) je v hrastovi beljavi zabeležil najvišjo vsebnost etanolsko-cikloheksanskega ekstrakta v času od januarja do marca. V drugi študiji (1985) je v dobovi skorji ugotovil najvišje vrednosti etanolskega ekstrakta v obdobju od decembra do marca, ki mu je sledil drastičen padec. V skorji hrasta, smreke in rdečega bora ugotovil sezonska nihanja količine vodnega, NaOH- in etanolskega ekstrakta. Količina ekstraktov je naraščala od pomladi do zime. Vsebnost tanina je bila največja spomladi in najmanjša pozimi. Wazny in Krajewski (1984) sta raziskovala odvisnost odpornosti borove beljave proti mokrotni lesomorki (*Coniofora puteana* (Schumach.) P. Karst, dlakavi slojevki (*Stereum hirsutum* (Willd.) Gray in *Chaetomium globosum* Kunze v odvisnosti od časa poseka in Luninih faz. Odpornost je bila največja pozimi, na pomlad pa se je zmanjšala. Vpliva Luninih men na naravno trajnost lesa avtorja nista mogla potrditi.

3.4 PROBLEM FIKSNIH DATUMOV IN ZODIAŠKH ZNAMENJ

Lunine faze so dejstvo. Lahko jih opazujemo. Z zodiaškimi znamenji in fiksnimi datumi pa je križ. Potrebujemo kratek astronomski uvod. *Sinodski* mesec ali *lunacija* traja 29,53059 srednjega Sončevega leta imenovanega tudi tropsko, astronomsko ali ekvinokcijsko leto.

Tropsko leto traja 365 dni 5 ur 48 minut in 46,0 sekund = 365,24220 srednjega Sončevega dneva. Tropsko leto ni skladno s sinodskim mesecem Lune. Vsi poskusi, da bi dovolj korektno in enostavno uskladili obe količini, so bili zato vedno neuspešni. Pravi Lunin koledar postane zelo kmalu neskladen z letnimi časi.

Julij Cezar je 1. 46 pred našim štetjem s pomočjo egiptovskega astronoma Sosigena reformiral koledar (»julijanski koledar«). Razvil se je iz Luninega koledarja (12 mesecev!). Vendar se meseci niso več ujemali z lunacijami, ker so jim dodali dneve, tako, da je leto trajalo 365 dni. Dobro ujemanje s Sončevim letom so dosegli z uvedbo prestopnega leta – vsako četrto leto se februarju dodali en dan, tj. 29. februar. Povprečna dolžina leta je tako znašala 365,25 dneva in je bilo 11 minut in 10 sekund predolgo. V 128 letih je ta razlika narasla na cel dan. V 16. stol. se zato pomladni ekvinokcij pojavljal že pribl. 10 prej kot bi se smel. 1582 je papež Gregor XIII odpravil to neskladje tako, da je izpustil 10 dni: 4. oktobra tega leta so katoliške dežele premaknili ure za 10 dni naprej! Protestanti so sledili spremembi 1699 s premaknitvijo datuma z 18. februarja na 1. marec. Tedaj so morali izpustiti 11 dni. Tako je pomladni ekvinokcij spet »padel« na 21. marec. Različen termin uvedbe Gregorijanskega koledarja je poleg zmede tedaj prinesel tudi zanimive paradokse. William Shakespeare in Miguel de Cervantes Saavedra sta umrla nominalno na isti dan: 24.4. 1616, v resnici pa je Shakespeare preživel Cervantesa za 11 dni. Anglija (in kasnejše ZDA) so uvedle gregorijanski koledar šele 1752, ko so premaknili ure z 2. septembra na 14. september. Da bi preprečili nadaljnja neskladja je bilo treba izpustiti tri prestopna leta na vsakih 400 let. Stoletna leta niso prestopna, razen če so deljiva s 400. (l. 1900 ni bilo prestopno, pač pa . 2000). Tako je bilo povprečno leto skrajšano na 365,2425 dneva in ur nam iz koledarskih razlogov ne bo treba premakniti celih 5000 let. Julijanski datumi, starejši od Gregorijanske reforme so ostali po teh korekcijah nominalno nespremenjeni. V zvezi z lunarnim lesom je sprememba koledarja pomembna za fiksne »nelunine« datume. Ali so npr. 1. marec, ki je obetal negorljivost posekanega lesa ob koledarski reformi pomaknili za deset dni naprej? Če ne, potem lahko hudomušno ugotovimo, da je morda prav to vzrok, da les, posekan 1. marca po gregorijanskem koledarju ni negorljiv. Vsekakor gre pri 1. marcu za starodaven datum. Nanj v knjigah prvič naletimo 1680 (Johannes Colerus), t.j. še preden so protestanti sprejeli gregorijanski koledar. Zdi se verjetno, da so ga poznali tudi že v času julijanskega koledarja. Morda gre za Rimsko Novo leto!?

Tudi z zodiaškimi znamenji ni vse v redu. Ločiti je treba zodiaška ozvezdja in astrološka zodiaška znamenja oz. znake. Zodiak (živalski krog) so nekoč razdelili na 12 enakih delov po 30° – zodiaških znakov oz. znamenj, ki so se prvotno ujemala z 12 ozvezdji ob ekliptiki, tj. ekliptičnimi ali zodiaškimi ozvezdji. Zaradi precesije so sedaj po 2000 letih, zodiaška ozvezdja vzhodneje že za več kot 30°! Tako na pr. znamenje Ovna danes sovпада z ozvezdjem Rib, znamenje Bika z ozvezdjem Ovna in znamenje Dvojčkov z ozvezdjem Bika! So to upoštevali? Pomladišče leži danes v ozvezdju Rib, pred 2000 leti pa je bilo v ozvezdju Ovna!

Znanost o lunarnem lesu (tab. 3)

Tabela 3. Znanost o lunarnem lesu (prim. tudi Bues in Triebel 2004)

Lastnost	Avtor	Rezultat
Gorljivost	Herz 1998 Triebel 1998	Ni nikakršnih razlik med Lunarnim in »navadnim«

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

	Seeling 1998 Niemz & Kučera 2000 Teischinger & Fellner 2000	lesom. O negorljivosti ni govora!
Odpornost/trajnost	Triebel 1998 Hirmke 1999 Teischinger & Fellner 2000	Lunarni les ni bolj odporen!
Krčenje	Herz 1998 Seeling 1998 Triebel 1998 Rösch 1999 Bariska & Rösch 2000 Niemz & Kučera 2000 Seeling 2000 Teischinger & Fellner 2000	Ni razlik v krčenju med lunarnim in »navadnim« lesom!
Trdota	Seeling 1998 Niemz R& Kučera 2000 Seeling 2000 Neumann 2003	Nikakršnih razlik med lunarnim in »navadnim« lesom!
Lesna vlažnost	Seeling 2000 Torno 2003	Morebitne razlike v vlažnosti so v območju normalnih variacij.

Še verjamate?

Morda pa Luna laže? V latinščini prav gotovo. "Luna lažnivka" (lat. *luna mendax*) je le domiselna latinska besedna potegavščina: ko Luna raste oz. se »debeli« ima obliko črke »D« in ne oblike črke »C«, t.j. začetnice latinske besede »rastem« (lat. *cresco*). Ko Luna upada/pojema oz. »crkava«, ima obliko začetnice »C« in ne »D« (lat. *decreasco*)! V »ljudski« slovenščini Luna potemtakem ne laže, medtem ko si Nemci (nem. *zunehmen* »rasti« in *abnehmen*, »upadati«) in Angleži (angl. *wax* »rasti«, *wan* »upadati«) s svojimi izrazi za rast in upadanje Lune ne morejo pomagati.

Naj nadaljujem nekoliko šaljivo, kot pritiče tej astrološki temi. Vsekakor, nekaj je na Luni! Ob ščipu slabo spim. V Bellinijevi *Mesečnici (La Sommambula)* Luna proti volji odnese Amino v sobo grofa Rodolfa, kjer v snu zapoje prelepo arijo. Eno najlepših Beethovnovih sonat so poimenovali »Mesečinska (nem. *Mondschein-Sonate, Sonata quasi una Fantasia* v cis molu op. 27 št. 2). Posvetil jo je svoji nesmrtni ljubezni Giulietti Guicciardi. Ime slavni sonati dolgujemo glasbenemu kritiku Heinrichu Rellstabu, ki je vzdušje v prvem stavku sonate očaran primerjal »z obiskom prvobitne pokrajine ob Vierewaldstättskemu jezeru v mesečini. Ravnotako ob Luni so se pesniku odprle nezaceljive rane nesrečne ljubezni: Luna sije, kladvo bije...



EKRP



LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Nekaj pa vseeno drži

Prepričan sem, da je lunarni les boljši od »navadnega«, saj gre za najlepša debela (n. pr. Thoma 1996). Praviloma gre za skrbno izbrane do 400 let stare »resonančne« visokogorske smreke s počasno enakomerno rastjo z izrazito ozkimi branikami (nem. *Geigenbäume* »violinska drevesa«), z malo notranjimi napetostmi, zaradi počasne rasti v mladosti, z zelo malo motečega juvenilnega lesa, z uravnovešenimi tankovejnatimi krošnjami brez kompresijskega lesa. Lunarna drevesa sekajo decembra in januarja na suš. Skrivnost visoke kvalitete lunarnega lesa očitno ni v luninih »impulzih«, temveč v skrbnem izboru, pazljivem ravnanju, predelavi in obdelavi in »konstrukcijski« zaščiti.

Če povzamemo, lahko ugotovimo, da je zimska sečnja, ne glede na Lunine mene, zodiaška znamenja in morebitno nižjo lesno vlažnost, iz patoloških in tehnoloških razlogov najprimernejša. Spremenljiva vlažnost sama po sebi ne vpliva na kvaliteto posekanega lesa. Bolj kot čas poseka in lesna vlažnost, je pomembno ravnanje s posekanim lesom. Puščanje lesa v gozdu utegne biti koristno z vidika izravnavanja rastnih (notranjih) napetosti, medtem ko je izguba vlažnosti smrekovine med daljšim ležanjem v gozdu, četudi s krošnjo, nezatna (Seeling 2004). V toplejšem delu leta pa je iz patoloških razlogov bistveno hitro spravilo, odvoz in takojšen razrez, ki mu sledi »naravno« in/ali tehnično sušenje (prim. Fellner 1991). Tedaj čas poseka ni bistven. Vsekakor je iz patoloških in tehnoloških razlogov najprimernejša zimska sečnja, pri čemer je vpliv Luninih men in zodiaških znamenj na kvaliteto lesa problematičen.

Zaključimo šaljivo s slavno italijansko frazo: *Si non e vero e ben trovato* (»Če že ni res, je pa vsaj dobro iznajdeno«)



4 REZONANČNI LES – »ALPSKA« TEMA (PROF. DR. DR. H. C. NIKO TORELLI)

Les za godala in dna klavirjev označujemo kot resonančni les, v nem. prostoru tudi kot *tonski* (nem. *Tonholz*) ali *zvenski les* (nem. *Klangholz*). Iz takšnega lesa izdelane deske imajo v pogledu resonančnosti in ojačanja zvoka, »nosilnosti« tonov (nem. *Tragfähigkeit der Töne*), resonančnega kvocienta oz. akustične ali muzikalične konstante visok akustični uporabnostni učinek. Resonančni kvocient Q_R je materialna konstanta, ki jo podaja razmerje med hitrostjo zvoka in gostoto lesa.

V starejši nemški literaturi se Q_R brez navedbe enot označuje kot *dušenje radiacije*. Z akustično ali muzikalično konstanto označujemo razmerje med elastičnim modulom in gostoto, vendar brez dimenzij. Najboljša resonančna smrekovina naj bi imela maksimalni resonančni kvocient. Razlika dekrementov izmerjenih v zraku in v vakuumu predstavlja akustični uporabnostni učinek (Rohloff 1940, Ille 1975).

Merljive veličine, ki nakazujejo kvaliteto lesa za zvočne deske so gostota lesa ρ , elastični modul E , zvočna hitrost v , zvočni upor w in dušenje zvočnega sevanja θ . Iz ρ in E lahko izvedemo hitrost zvoka v , zvočni upor w , dušenje zvočnega sevanja θ in resonančni kvocient Q_R :

$$v_L = \sqrt{E/\rho} ; \quad w = \rho \cdot v = \rho \sqrt{E/\rho} ; \quad \theta = v/\rho ; \quad Q_R = \sqrt{E/\rho^3}$$

Enačbe veljajo ob homogeni razporeditvi gostote in elastičnega modula in ob nizki lesni vlažnosti.

Gostota lesa bistveno ne vpliva na hitrost zvoka, pač pa razmerje med elastičnim modulom in gostoto. Hitrost zvoka vzporedno z rastjo (longitudinalno) je v suhem lesu pribl. 3200-5200 m/s in enaka kot v jeklu in večini drugih kovinah, razen v svincu, vendar ob 10x do 20x manjši gostoti. Ustrezno majhen je zvočni upor. Slednji je odločilen za širjenje zvoka in še posebej za odboj zvoka na meji med dvema medijema, medtem ko dušenje zvočnega sevanja določa izgubo energije z vibrirajočega telesa v okoliški medij s sevanjem. Močno dušenje zvočne radiacije ob majhni dušilni kapaciteti oz. notranjemu trenju pa nakazuje, da se bo manj zvočne energije izgubilo z notranjim trenjem in več emitiralo v okolico z zvočno radiacijo. Prav to pričakujemo od zvočnih desk glasbil. Na sl. 10 je prikazano dušenje zvočne radiacije v odvisnosti od zvočnega upora in tako primernost materialov za akustične radiatorje. Dušilna kapaciteta nihajočega lesa je rezultat sipanja energije zaradi notranjega trenja. Mera za dušilno kapaciteto je *logaritemski dekrement* δ , ki je definiran kot $\delta = \ln(A_i/A_{i+1})$. Dušenje zvočnega sevanja določa izgubo energije iz nihajočega telesa v okolje s sevanjem. Celotno dušenje sestoji iz notranjega trenja, ki se v lesu pretvarja v toploto in iz energije, ki se z resonančne plošče izseva v okolico. Ker v vakuumu prenos zvoka ni mogoč, lahko izsevano energijo izračunamo iz razlike dekrementov izmerjenih v zraku in vakuumu (*akustični uporabnostni učinek*).



4.1 ZAKAJ SMREKOVINA?

Za zvočne deske kvalitetnih instrumentov violinske družine in klavirjev se vselej uporablja izključno smrekovina (*Picea* spp.): evropska navadna smreka [*P. abies* (L.) Karst. (*P. excelsa* Link)], kasneje tudi ameriška smreka *sitka* (*P. sitchensis* Carr.) in japonska *Glehnova smreka* ali *akaezomatsu* (*P. glehnii* Mast.).

Za violinske pokrove se praviloma uporablja počasi in enakomerna rasla visokogorska smrekovina z ozkimi branikami (1-2 mm) in z majhnim deležem kasnega lesa (25%). Delež kasnega lesa in z njim lesna gostota je obratno sorazmerna s širino branike, vendar zakonitost za zelo ozke branike ne velja; pri slednjih je zaradi slabo razvitega kasnega lesa zakonitost prej premosorazmerna (Bloßfeld (1967, Ille 1975). Od širine branik smrekovine je odvisna lastna frekvenca in zvenska barva. Les z ekstremno gostimi branikami zveni trdo in krhko, les s širokimi branikami pa zamolklo in votlo (Feuerstein 1935). Med celotnim dušenjem in notranjem trenjem obstaja statistično signifikantna zveza. Z močnejšim celotnim dušenjem je povezano močnejše notranje trenje. Les s širokimi branikami izkazuje močno notranje trenje, višji delež kasnega lesa povzroči močnejše celotno dušenje. Pri mojstrskih violinah starih in novejših goslarjev najdemo v pokrovih poleg ozkih branik (1,5 mm) z nerazločno razvitim kasnim lesom tudi širše branike (pribl. 2 mm) z jasno diferenciranim kasnim lesom (Ille 1975).

Poleg ozkih branik je za zvensko smrekovino značilna tudi odlična cepkost. Cepljeni violinski pokrovi so še posebej cenjeni, ker ima njihov les zanesljivo ravno rast. Ravna rast prispeva k manjšemu zvočnemu dušenju. Tudi smreka leščarka je zaželena, ker naj bi bilo krčenje manjše kot pri »gladki« smrekovini. Še več, les leščarke naj bi bil zaradi lečaste zaobljenosti v radialni smeri trdnejši. Zven naj bi bil svetlejši in bogat z višjimi harmonskimi toni (aliquoti) (Bariska 1978, Liese in Dujesifken 1986).

V zadnjih desetletjih se krepi mnenje, da v višinskih legah Alp in srednjeevropskih gorovjih izolirano uspeva sibirski smreka (*Picea abies* subsp. *obovata*, npr. Golubec 1968, Bobrov 1970), ki bi utegnila imeti resonančne lastnosti. Šercelj in Culiberg (1995) na podlagi pelodnih analiz in primerjave storževih lusk ugotavljata prisotnost sirske smreke v nekaterih slovenskih smrekovih gozdovih. Schmidt-Vogt (1996) meni, da ne gre za sibirsko smreko, temveč za višinske (rastiščne) rase navadne smreke (*Picea abies*), ki se je v dolgem selekcijskem procesu prilagodila pogojem visoko v gorah. Njene posebnosti so ozke krošnje, drobne veje, počasna rast in zelo žilav les. Takšne uspešno kljubujejo snegu in žledu. Pascovici (1938) je opozoril, da vsebujejo smreke s poševno, navzdol usmerjenimi vejami praviloma več resonančnega lesa kot sicer. To zvezo so lahko potrdili tudi romunski specialisti za zvenski les s pragozdnega območja Bukovine (Zieger 1960). Zvezo je bilo mogoče dokazati tudi za Bavarski gozd. Posebna oblika smreke (Plattenfichte) ima viseče veje 1. reda, zato bi utegnila vsebovati več resonančnega lesa (Ziegler 1960). Holubčík (1975 iz Schmidt-Vogel 1996) je našel pri »glavnikastih« smrekah v slovaških Beskidih manjši delež kasnega lesa (21-27%) kot pri »krtačastih« smrekah. (Na severni strani Beskidov, v



povirju Visle, uspeva znamenita Istebanska smreka, ki jo uporabljajo za resonančna dna klavirjev!). Lahko zaključimo, da so višinska rastišča z avtohtonimi višinskimi smrekovimi populacijami zaradi svojih genetskih posebnosti, primerna za gojenje zvenskega lesa (Schmidt-Vogel 1996). Tudi v Sloveniji imamo visokogorsko smrekovino, ki je primerna za resonančni les (Pokljuka, Jelovica s plitvimi podzoljenimi revnimi tlemi in kratkimi vegetacijskimi dobami). V Švici se nahajajo področja s tonskim lesom v Alpah in v Vallée de Joux (Jura). Domneve, da so kremonski instrumenti iz lesa med tem izumrle vrste smreke, ni bilo mogoče dokazati. Res pa je, da so rastišča, kjer nastaja resonančni les (starost 200-300 ali več!) zaradi gospodarjenja z gozdovi vse redkejša oz. izginevajo.

Tukaj lahko omenimo najnovejšo hipotezo o lesu, ki naj bi ga uporabljal Stradivari. Eno leto pred Stradivarijevim rojstvom je v Evropi nastopila 70. letna »mini ledena doba (1645-1715) znana kot *Maunder Minimum* (sl. 11) (L. Burckle, Grisino-Mayer, H.D. 2003). Imenovana je po sončnem astronomu E.W. Maunderju, ki je dokumentiral zmanjšano oz. odsotno solarno aktivnost v tem obdobju. Stradivari in ostali kremonci so se domnevno oskrbovali z lesom iz današnjega *Parco Naturale Paneveggio* v vzhodnem delu Trentina. V severnem delu Parka je *La Foresta dei violini, Abieti di risonanza*, kjer na površini 2700 ha uspevajo stare, počasi rastoče, do 40 m visoke smreke. Tod naj bi nastajal les izstopajočih akustičnih in mehanskih lastnosti. Ta les naj bi imel najmanjše izgube energije zaradi notranjega trenja. Le višinska smreka s severnih pobočij, kjer so tla plitva in revna in zime ostre, naj bi tvorila gostejši les z ozkimi branikami, še posebej v času hladnega *Maunderjeva minima*. Avtorja zatrjujeta, da ozke branike povečujeta gostoto lesa in posledično elastičnostni modul. To ni povsem gotovo, saj vemo, da je pri zelo ozkih branikah, proti pričakovanju, delež kasnega lesa zelo majhen! Sicer pa lesa z zelo ozkimi branikami ni težko najti tudi danes. Takšen les nastaja v višjih legah v kratkih vegetacijskih obdobjih in na nerodovitnih tleh tako, da »mini ledena doba« tudi tedaj ni potrebna. Danes predstavlja problem način gospodarjenja z gozdom, ki ne zagotavlja doseganja visoke starosti in zahtevnih pogojev enakomerne in skromne rasti v daljšem obdobju. Kot zanimivost povejmo, da mojstri goslarji Demšarji verjamejo, da je Stradivari iskal smrekovino v zgornji Selški dolini.

Smrekovina ima v longitudinalni smeri višji $E\rho^{-1}$, manjši Q^{-1} in višji $\nu\rho^{-1}$ od drugih lesov. Z naraščanjem frekvence delež deformacije zaradi striga v primerjavi z upogibom narašča in z njim vrednost Q^{-1} . V območju nižjih frekvenc je vrednost za smrekovino v primerjavi z lesom listavcev nižja in višja v območju višjih frekvenc. Smrekovina kaže večjo odvisnost Q^{-1} od frekvence, ker je njeno razmerje med longitudinalnim elastičnostnim modulom in strižnim modulom v longitudinalno-tangencialni ravnini ($E_L G_{LT}^{-1}$), ki določa prispevek striga v primerjavi z upogibom, večje. Sicer pa so v lesu v radialni smeri vrednosti za $E\rho^{-1}$ nižje in vrednosti za Q^{-1} višje kot v tangencialni smeri. Iz smrekovine sta še *duša* in *rebri*.

Ni treba posebej omenjati, da mora imeti smrekovina ravno rast brez grč, brez kompresijskega in juvenilnega lesa ter biološko v neoporečnem stanju. Smrekovina z visokim količnikom $E\rho^{-1}$ ima manjši mikrofibrilarni kot in višjo stopnjo kristaliziranosti celuloze. Eksperimentalno je bilo dokazano, da z večjajočim se mikrofibrilarnim kotom $E\rho^{-1}$ pada, narašča pa Q^{-1} , kar kot v S_2 sekundarne stene večji kot v normalnem lesu. Zato je pri kompresijskem lesu je mikrofibrilarni longitudinalni smeri večji, Q^{-1} pa nesprejemljivo visok.



Z večajočo se širino branik se delež kasnega lesa manjša. Pri tem $E\rho^{-1}$ v longitudinalni smeri pada in Q^{-1} narašča. Les s širokimi branikami je zato manj primeren za pokrove. Beljava ima zaradi višje ravnovesne vlažnosti visoke vrednosti $E\rho^{-1}$ in Q^{-1} .

4.2 JAVOROVINA

Dna godal so tradicionalno iz javorovine (*Acer* spp): evropskega gorskega javorja [*A. pseudoplatanus* L.] ali ostrolistnega javorja (*A. pseudoplatanus* L.), ameriškega sladkornega javorja (*A. saccharum* Marsh.) in japonskega *itaya* (*A. mono* Maxim.). Tudi kobilica/mostiček je iz javorovine kot tudi vrat z vijačnico in polžem. Javor nima posebne akustične vloge, pomembnejša je njegova trdota, trdnost in značilna zelo dekorativna rebrasta tekstura (angl. *fiddle-back figure*, nem. *Riegeltextrur*, včasih jo označujejo tudi kot »kodravost« (nem. *Kräuselung*) ali »plamenasto« teksturo (nem. *geflammt*). Kvaliteten polž velja, tako kot zvočnice in intarzija, za dokaz goslarjeve vrhunske tehnike in umetniške dovršenosti.



5 NEKAJ MISLI O PROMOCIJI SOLČAVSKEGA LESA (PROF. DR. DR. H. C. NIKO TORELLI)

Uveljaviti je treba les kot obnovljivo CO₂-nevtralno surovino in energent, ki nastaja v najbolj čistem naravnem procesu – fotosintezo. Predstavlja praktično edino pot, s katero vstopa energija v biosfero. Raba gozdov in lesa mora biti »zdrava« (sound use). To pomeni, da lahko uporabljamo les le iz ekosistemsko (= »sonaravno«), zdržno (=»trajnostno«) in večnamensko gospodarjenih gozdov upošteva primerjalne prednosti obnovljivega lesa pred neobnovljivimi konkurenčnimi, kot ga dokazujemo z oceno življenjskega cikla (LCA), ki sestoji z analize življenjskega cikla upošteva t.i. impaktne kategorije kot so globalno segrevanje, acidifikacija, entrofikacija, nastajanje ozona, rabo tal in razne toksičnosti. Prav raba lesa je slovenska šibka točka, medtem ko z gozdovi gospodarimo po najvišjih standardih moderne gozdarske stroke. Ekosistemsko in zdržno gospodarjenje dokazujemo s certifikacijski shemami (PEFC, FSC). Posek v Sloveniji je le pribl. 70% dopustnega, kot jo dovoljujejo gozdnogospodarski načrti in preveč ga nepredelanega in neobdelanega izvozimo. Prav z rabo pa varujemo gozdove (nem. *Schutz durch Nutzung*)!

Avstrijski Štajerci ponosno in ljubkovalno imenujejo svojo deželo Štajersko »Zeleno srce Avstrije« in »Cemprinova dežela« (Zirbelland), itd. Svojo ljubezen do gozdov in lesa dokazujejo na vsakem koraku in so tozadevno odlično produkcijsko in promocijsko organizirani (deželni (proHolz-i in Holzcluster-ji). Pa mi?!!! Solčavskega »gorskega« lesa ne bi bilo težko pošteno promovirati tudi z regijsko označbo (morda »Alpski Solčavski les), itd., itd.

Za promocijo se lahko navsezadnje uporabi tudi poudarjanje posebne kvalitete oz. lastnosti »lunarnega« lesa, t.j. lesa posekanega ob pravem času. Nekateri pač verjamejo v Luno in vpliv nebesnih teles na vsakdanje življenje na Zemlji. Če že ne verjamem v Luno, pa vem, da drevesa za »lunarni« posek praviloma skrbno izbirajo in tudi zelo skrbno ravnaajo z njimi po poseku. Lunarni les prodajajo dražje. Na »lunarne« lastnosti pa ne gre prisegati, ker jih je znanost ovrgla.



6 UPORABA SOLČAVSKEGA GORSKEGA LESA (TOMAŽ POLIČNIK, MARKO SLAPNIK)

Les je živa snov. Tudi, ko posekamo drevo, se les še vedno razteza ali krči. Njegova hitrost sušenja je odvisna od vrste lesa, letnega časa in tudi od časa sečnje. Les se lahko suši počasneje ali hitreje, postane trši ali ostaja mehak, postane težek ali lahek, razpoka ali ostane cel, ostane raven ali se upogne. Marsičesa, kar vpliva na delovanje lesa še ne poznamo, lahko pa upoštevamo izkušnje naših prednikov.

Dobro je že pred sečnjo vedeti, za kaj bo les uporabljen in drevesa izbirati za določen namen uporabe. Uporabnost in trajnost lesa, ki so ga naši predniki namensko sekali, je več kot očitna pri različnem starem orodju, pohištvu, gospodarskih poslopijih, kaščah, skodlah in še kje. Naši predniki so skozi izkušnje dognali, kdaj posekati les in kako ga pravilno uporabi, da bi njihov trud ne bil zamanj.

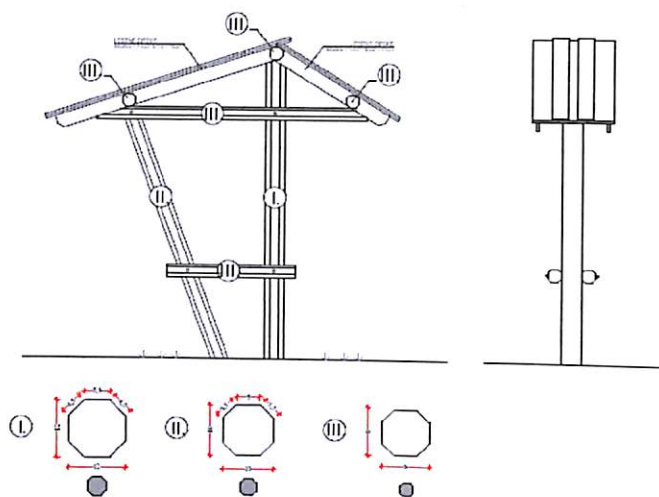
Potrebe po uporabi lesa so tudi v današnjem času podobne kot nekoč. Določeni izdelki seveda niso več aktualni, kažejo pa se nekatere nove potrebe in s tem možnosti za uporabo lesa. V nadaljevanju je navedenih nekaj zanimivih možnosti uporabe lesa, ki se kažejo na Solčavskem.



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

6.1 USMERJEVALNE IN INFORMACIJSKE TABLE

Na Solčavskem so že postavljene značilne usmerjevalne in informacijske table na tipskih kozolcih iz macesnovega lesa. Napisi so v zeleni barvi ali odsevni beli, informacijske table pa usklajene s Pravilnikom o označevanju zavarovanih območij naravnih vrednost.





EKSRP



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline



V prihodnje bi kazalo usmerjevalne in informacijske table poenotiti in jim dodati znak izdelkov iz solčavskega lesa.

6.2 KORITA

Iz delov dreves, ki so posebne oblike in ustreznih dimenzij, se lahko izdelata privlačna korita, stojala za kolesa...





6.3 ZUNANJE KLOPI IN MIZE

Nove klopi in mize, ki so postavljene na Solčavskem v okviru projekta "Turistična infrastruktura" so izdelane iz kakovostnega macesna, ki je bil posekan v zimski sečnji ob pravem času. Uporabi se del drevesa med 2m višine do debeline 20-25cm. Zaradi manjšega »delovanja« lesa je najboljši osrednji del hloda.



Klopi in mize, ki jih najdemo v Logarski dolini in tudi drugod so narejene iz debelejših okroglic, smrekovih ali macesnovih.



Tanjše okroglice pa se uporabljajo za gradnjo poti in ograj...





EKRP



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

LAS – Društvo za razvoj podeželja Zg. Sav. doline

6.4 KONSTRUKCIJE, STENSKÉ OBLOGE, KRITINE

V sklopu projekta Občine Solčava "Turistična infrastruktura" so v vasi postavljeni novi leseni elementi, ki so narejeni predvsem iz macesna sekanega pozimi, ob pravem času glede na lunine mene.

... varnostne ograje...



... ostrešja...

... deščice in skodle...





Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

Novi solčavski šoli se razgibana macesnova stenska obloga lepo poda.

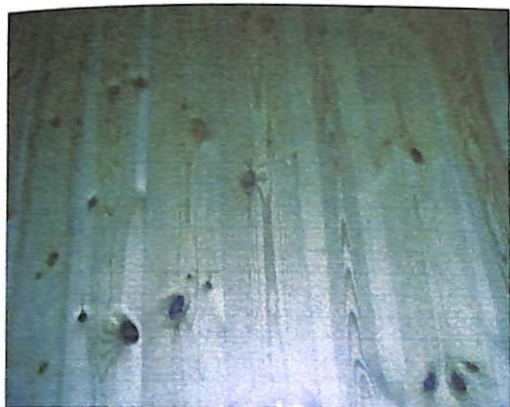


Lesene hiše – solčavski les ter znanje in delo domačih mojstrov...



6.5 NOTRANJE POHIŠTVO

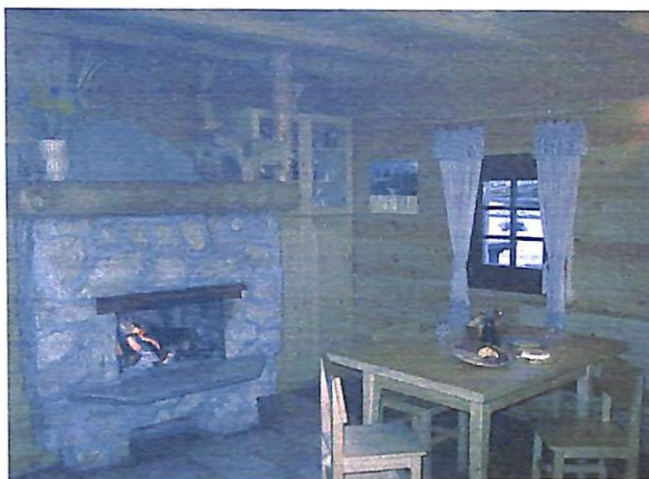
...borov pod...



...macesnov strop...



...oprema prostorov...





Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja
Evropa investira v podeželje

6.6 IGRALA

Solčavski gorski les je primeren tudi za različna otroška igrala. Za uporabo je primerna smreka, ki je lokalno razpoložljiva v večjih količinah, pa tudi macesen, ki je zaradi svojih lastnosti trajnejši. Sečnja ob pravem času, obdelava, ki upošteva naravno rast lesa in konstruktivni ukrepi nudijo najbolj učinkovito in naravno zaščito: pred klimatskimi vplivi, insekti in glivami. Lunarni les ima poleg prednosti, da je trajen in naravno zaščiten, tudi dodatne prednosti. Npr. omogoča uporabo „okroglic“, ker les sekan na pravi dan ne razpoka. Les s tem odgovarja tudi predpisom, ki zagotavljajo varnost otrok na otroških igralih. Tako je možno uporabljati les ustrezno njegovim značilnostim.



Igrala iz preprostih, neobdelanih materialov (obdelajo se le, v kolikor je to potrebno za varnost otrok in zaščito lesa):, preprosta gnezda pletena iz močnih vej,...

... vejati hlodi, domišljija otrok...

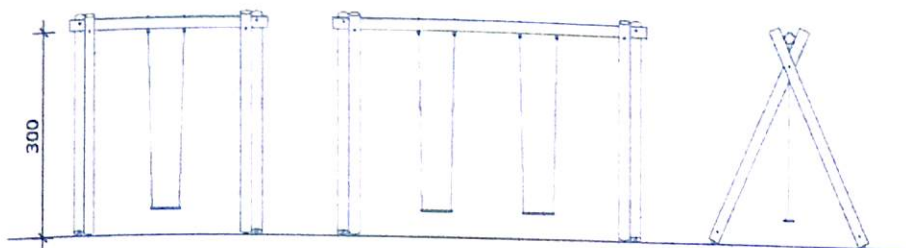


... gledališče na prostem...

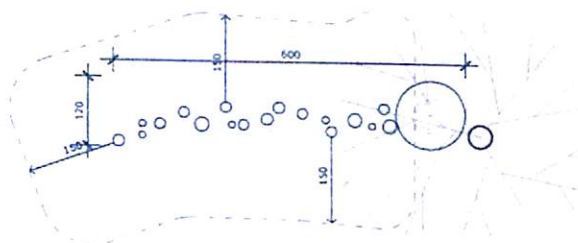




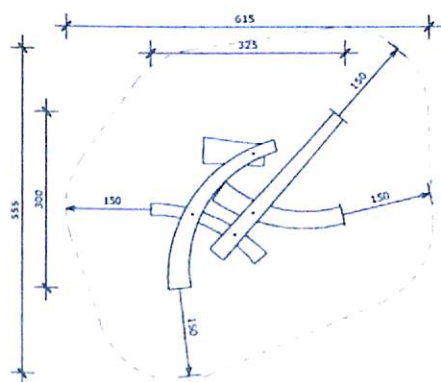
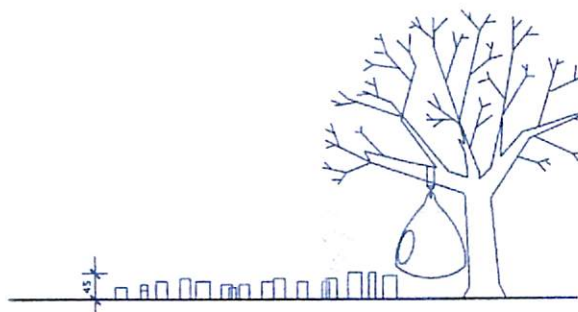
... gugalnica...



Pomen takih preprostih naravnih igral ni le urjenje spretnosti, spodbujanje kreativne igre in domišljije. V zgodbo vpleteni elementi (čoki, rogovila, debla), kot „premostitev ovire v varno gnezdo“ prispevajo k vzgoji in celostnem razvoju otrok.



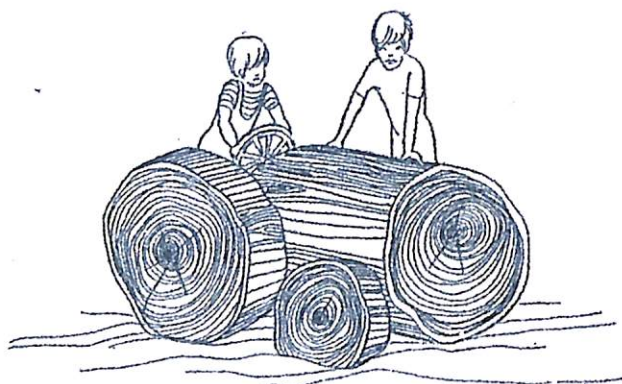
... medvedji ples ...



... sračje gnezdo ...



... traktor ...





7 LITERATURA

7.1 LITERATURA K POGLAVJU 1:

- Buttoud, G. 1999a. *Approaches to multifunctionality in mountain forests.*- EFI Proceeding No. 32, Joensuu: 6 pp.
- Buttoud, G. 1999b. *Principles of participatory processes in public decision making: Theoretical and empirical considerations on the Example of procedures for Forest Policy and Strategic Planning.*- EFI Proceeding No. 32, Joensuu: 17 pp.
- Chambers, R. 1992. *Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory.*- London, IDS Discussion Paper 311. 68 pp.
- Dernulc, S., et al. 2002. *Popis kmetijskih gospodarstev (Census of Agricultural Farm Estates from the year 2000).* Rezultati raziskovanj št. 777, Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije. 256 pp. (in Slovene).
- FAO. 1997. *Issues and opportunities in the evolution of private forestry and forestry extension.*- 1997, Rome, FAO, 163 pp.
- Gozdno gospodarstvo Nazarje. 1962. Ureditveni načrt 1961- 1970. Gozdnogospodarska enota Solčava (*Forest management plan 1961 – 1970. Forest management unit Solčava*).- Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje. 81 pp. (in Slovene).
- Gozdno gospodarstvo Nazarje. 1979. Obnovitveni gozdnogospodarski načrt za razdobje 1971 – 1980. Gozdnogospodarska enota Solčava (*Renewed forest management plan for the period 1971 – 1980. Forest management unit Solčava*).- Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje. 92 pp. (in Slovene).
- Gozdno gospodarstvo Nazarje. 1987. Obnovitveni gozdnogospodarski načrt 1981 – 1990. Gozdnogospodarska enota Solčava. (*Renewed forest management plan for the period 1981 – 1990. Forest management unit Solčava*). - Nazarje, Gozdno gospodarstvo Nazarje. 92 pp. (in Slovene).
- Harrison, S. (Ed). 2003. *Small-scale Forest Economics, Management and Policy.*- Small-scale Forest Economics, Management and Policy 2, 1: p. 1-115.
- Heinimann, R.H. 2000. *Business Process Re-Engineering - a Framework for Designing Logistics Systems for Wood Procurement.*- In: *Logistics in the Forest Sector*, 1st World Symposium on Logistics in the Forest Sector. Helsinki, May 15 – 16, 2000. p. 269-287.
- Ingles, A.W., Musch, A. & Quist-Hoffman H. 2000. *FAO: The Participatory Process for Supporting Collaborative Management of Natural Resources. TCP/SVN/8922-Capacity Building for Support to Private Forest Owners and Public Participation.* ZGS & FAO. 70 pp.
- Jischa, M. F. 1998. *Sustainable development: Environmental, Economic and Social Aspects.*- *Global J. Engng. Education* 2, 2: 115-124.



- Lahdensaari, L. (Ed). 2001. *European small-scale Forestry and its challenges for the development of wood harvesting technology*. Helsinki, Työtehoseura, TTS Institute. 124 pp.
- Matk, K. 2000. Strategija kmetijstva v povezavi s turizmom in ostalimi panogami v občini Solčava (Agriculture strategy in connection with the tourism and other branches in municipality Solcava).- Solčava, Logarska dolina d.o.o. 22 pp. (in Slovene).
- Medved M. 2000. Gozdnogospodarske posledice denacionalizacije gozdov (*Forest management consequences of the restitution of the forests*). Doktorska disertacija, Ljubljana, BF –oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 230 pp. (in Slovene with summary in English).
- Niskanen A. & Vayrynen J. (Ed). 1999. *Regional Forest Programmes: A participatory approach to support forest based regional development*. EFI Proceeding No. 32. Joensuu, 240 str.
- Peluso, L.N. & Turner, M. 1994. *Introducing Community Forestry*. Rome, FAO. 141 pp.
- Sennblad, G. 1988a. *Survey of logging and silviculture in non-industrial private forestry in Sweden 1984. Part 1. Logging and silviculture and who performed the forest work.- Garpenberg*. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Report No. 175. 56 pp.
- Sennblad, G. 1988b. *Survey of logging and silviculture in non-industrial private forestry in Sweden 1984. Part 2. Private forest owners and their holdings in Sweden 1984.- Garpenberg*. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, Report No. 176. 35 pp.
- Stemberger, T. 2003. Family forests for a sustainable development in a changing world. Proceedings on Workshop on forest operation improvements in farm forests, Logarska dolina, 9-14 September 2003, FAO, Rome, 3 pp.
- SURS. 2002. First findings from Census 2001 in Slovenia. URL: <http://www.stat.si/popis2002/en/default.htm>
- Stadlman, H. 1986. Forstunfälle - Ursachen - Folgen - Abhilfen, Socialversucherungsanstalt der Bauern, Wien, 40 s.
- Štiftar, S. 1997. Gozd in gozdarstvo na Solčavskem (*Forest and forestry in Solčava region*).- Višješolsko diplomsko delo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Univerza v Ljubljani, 30 pp. (in Slovene).
- TBFRA (Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (Industrialized temperate/boreal countries)). 2000. UN-ECE/FAO *Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000*. Main Report. UN New York and Geneva. 445 pp.
- Toplak, C. 2002. Moderiranje skupinskih procesov - 2. dopolnjena izdaja (*Moderation of the participatory processes – 2nd upgraded edition*), Umanotera, Ljubljana. 128 pp. (in Slovene).
- Vršnik, J. 1978. Preproste zgodbe s solčavskih planin (*Simple Stories from the Mountains of Solčava*).- Mohorjeva Družba, Celje, p. 54-60. (in Slovene).



Zavod za gozdove Slovenije. 1999. Koncept izobraževanja lastnikov gozdov v Zavodu za gozdove Slovenije (*The Concept of the Private Forest Owner Education in Slovenian Forest Service*).- Ljubljana, ZGS. 10 pp. (in Slovene).

Zavod za gozdove Slovenije. 2002. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Solčava 2000 – 2009 (*Forest management plan of forest management unit Solčava 2000 – 2009*). Nazarje, ZGS OE Nazarje. 142 pp. (in Slovene).

Pomembnejše reference, ki so bile poledice tega projekta in ostalih raziskovanj na področju zasebnih gozdov:

ROBEK, Robert, BOGATAJ, Nevenka, KLUN, Jaka, KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, OGRIS, Nikica, PIŠKUR, Mitja, MEDVED, Mirko. *Forest operation improvements in farm forestry in Slovenia : encouragement of advanced operation methods among forest owners in local community*, (Forest harvesting case-study, 20). Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2005. VII, 58 str., ilustr.

MEDVED, Mirko. Changes of the private forest property structure in Slovenia influence on management by forests. V: *Human dimensions of family, farm, and community forestry : March 29 - April 1, 2004 symposium*. Pullman (Washington): Washington State University, 2004, str. 43-49, ilustr.

MEDVED, Mirko. Serious accidents in Slovenian private forests. V: *Human dimensions of family, farm, and community forestry : March 29 - April 1, 2004 symposium*. Pullman (Washington): Washington State University, 2004, str. 291-294, ilustr.

MEDVED, Mirko. Influence of the private forest ownership structure in Slovenia on production and utilization of wood. V: ROBEK, Robert (ur.), ARZBERGER, Ulrich (ur.). *Forest operation improvements in farm forestry in Slovenia : workshop proceedings : Logarska Dolina, Slovenia, 9-14 September 2003*. Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2004, str. 47-57, ilustr.

ROBEK, Robert, KLUN, Jaka, KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, OGRIS, Nikica, PIŠKUR, Mitja, MEDVED, Mirko, BOGATAJ, Nevenka. Removing barriers for forest operation improvements among non-industrial private forest owners in Solčava (Northern Slovenia). V: ROBEK, Robert (ur.), ARZBERGER, Ulrich (ur.). *Forest operation improvements in farm forestry in Slovenia : workshop proceedings : Logarska Dolina, Slovenia, 9-14 September 2003*. Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2004, str. 177-186, ilustr.

MEDVED, Mirko. Statistical research of forest management of private family forests in Slovenia. V: MIZARAS, Stasys (ur.). *Small-scale forestry in a changing environment : international symposium 2005, May 30-June 4, 2005, Vilnius, Lithuania*. Kaunas: Lithuanian Forest Research Institute, 2005, str. 175-184, ilustr.

MEDVED, Mirko, MALOVRH, Špela. Associating of small-scale forest owners in Slovenia. V: WALL, Sarah (ur.). *Small-scale forestry and rural development : the intersection of ecosystems, economics and society : proceedings of IUFRO 3.08 conference*. Dublin; Galway: CONFORD, National Council for Forest Research and Development: Galway-Mayo Institute of technology, 2006, str. 282-288, ilustr.

- CELIC, Katarina, MEDVED, Mirko. Management of private forests in Slovenia. V: *The 4th Forum of the Forest Academy Finland* : 27.10.2004 in Kirkkonummi. Helsinki: Forest Academy Finland, 2004.
<http://www.forestacademy.fi/files/fourthforum/FORAFIN4-CelicMedved.pdf>, <http://www.forestacademy.fi/files/fourthforum/FORAFIN4-CelicMedved-slides.pdf>.
- MEDVED, Mirko. Pomen statističnih raziskav za spremljanje gospodarjenja z zasebnimi družinskimi gozdovi v Sloveniji. V: TKAČIK, Boris (ur.), URBAS, Marina (ur.). 15. statistični dnevi, Radenci, 7.-9. november 2005. *Komuniciranje z dajalci in uporabniki statističnih podatkov ter podpora EMU in Lizbonski strategiji : zbornik : proceedings volume*. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije: Statistično društvo Slovenije: = Statistical Office of the Republic of Slovenia: Statistical Society of Slovenia, 2005, str. 309-320.
- MEDVED, Mirko, KOŠIR, Boštjan, ROBEK, Robert, VESELIČ, Živan. Spremljanje gospodarjenja z zasebnimi družinskimi gozdovi v Sloveniji = Forest management on family farms and the management of other small private forests in Slovenia. V: ADAMIČ, Miha (ur.), WINKLER, Iztok (ur.). *Prihodnost gospodarjenja z zasebnimi gozdovi v Sloveniji*, (Strokovna in znanstvena dela, št. 123). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2005, str. 61-85, ilustr.
- ROBEK, Robert, KLUN, Jaka, MEDVED, Mirko. Možnosti tehnološkega razvoja pri pridobivanju lesa v družinskih gozdovih v Sloveniji = Possibilities for timber harvesting technology development in Slovenian family forests. V: ADAMIČ, Miha (ur.), WINKLER, Iztok (ur.). *Prihodnost gospodarjenja z zasebnimi gozdovi v Sloveniji*, (Strokovna in znanstvena dela, št. 123). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2005, str. 189-205, ilustr.
- MEDVED, Mirko, ROBEK, Robert, SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike, MATIJAŠIČ, Dragan, LEVANIČ, Tom. Pregled vsebine Nacionalnega gozdnega programa : delovno gradivo. [Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005]. [17 str.].
- MEDVED, Mirko, MATIJAŠIČ, Dragan. Spremljanje poseka pri gospodarjenju z gozdovi. V: BONČINA, Andrej (ur.), MATIJAŠIČ, Dragan (ur.). Načrtovanje donosov pri mnogonamenskem gospodarjenju z gozdovi : zbornik razširjenih izvlečkov : proceedings of extended abstracts, Bled, 18. oktober 2007. Ljubljana: Zavod za gozdove Slovenije: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2007, str. 24-25.
- MEDVED, Mirko, MATIJAŠIČ, Dragan. Spremljanje poseka pri gospodarjenju z gozdovi = Monitoring of the cut in forest management. *Gozd. vestn.*, 2008, letn. 66, št. 1, str. 49-64, ilustr.



7.2 LITERATURA K POGlavJEM 2 - 5:

- Sell, J. 1997. Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag AG Zürich
- Informationsdienst Holz. Holz – ein Rohstoff der Zukunft DGfH-Deutsche Gesellschaft für
Holzforschung e.V.
- Torelli, N. 2002b. Gospodarjenje z debelim lesom/drevjem v Sloveniji – biološka
interpretacija. Les 54:325-330.
- Holzlexikon 1993, 3. izd., ponatis 1993. DRW-Verlag Stuttgart
- Torelli, N., Čufar, K., Robič, D. 1986. Some wood anatomical, physiological and silvicultural
aspects of silver fir dieback in Slovenia. IAWA Bulletin n.s. Vo. 7(4):343-350.
- Torelli, N., Shortle, W.C., Cufar, K., Ferlin, F., Smith, K.T. 1999. Detecting changes in tree
health and productivity of silver fir in Slovenia. Eur. J. For. Path 29:189-197.
- Torelli, N., Sinjur, I., Gorišek, Ž. 2007c. Biologija mokrega srca pri navadni jelki (*Abies alba*
Mill.) in njegove lastnosti. GozdV 65:443-460.
- Torelli, N. 1984. The ecology of discoloured wood as illustrated by beech (*Fagus sylvatica*
L.). IAWA Bulletin 5:121-127.
- Torelli, N., Piškur, M., Ferlan, M. 2007a. Criteria of beechwood quality. Carbon dynamics in
natural beech forest. Medn. Znanstvena konferenca, Lj., L4-6232. V tisku
- Torelli, N., Urbančič, M., Piškiu, M., Ferlan, M. 2007b. Ecological. Silvicultural and
economic aspects of carbon sequestration in beech (*Fagus sylvatica* L.). Carbon
dynamics in natural beech forest. Medn. znanstvena konferenca, Lj., L4-6232. V
tisku
- Torelli, N., Ferlan, M. 2008. Ecology and aetiology of red-heart-formation. V: Wound reaction
in trees and wood quality: book of abstracts. COST action E50 Cell wall
macromolecules and reaction wood. Ljubljana.
- Bosshard, H.H. 1966. Aspekte der Alterung in Waldbäumen. Schweiz Z. Forstw. 117:168-175.
- Torelli, N. 2003. Ojedritev – vloga in proces. Les 55:368-379 Torelli, N. 2004. Senescenca,
staranje in dolgoživost dreves. Les 56:52-57.
- Brown, C.L., Sax, K. 1962. The influence of pressure on the differentiation of secondary
tissues. American Journal of Botany 49(7):683-691.
- Dujesiefken, D., Liese, W. 2006. Die Wundreaktionen von Bäumen – CODIT heute. Jahrbuch
der Baumpflege: 21-39
- Eckstein, D., Liese, W., Shigo, A.L. 1979. Relationship of wood structure to
compartmentalization of discolored wood in hybrid poplar. Canadian Journal of
Forest Research 9: 205-210.
- Fink, S. 1993. der Einfluss von Phytohormonen auf das Trieb – und Wurzelwachstum von
Bäumen. 11. Osnabrücker Baumpflegetage, 14/15.09.1993, Tagungsband, 15. s.
- Grosser, D., Lesnino, G., Schulz, H. 1991. Histologische Untersuchungen über das
Schutzholz einheimischer Laubbäume. Holz als Roh- und Werkstoff 49:65-73.

- Mullick, D.B. 1977. The non-specific nature of defense in bark and wood during wounding, insect and pathogen attack. *Rec. Advanc. Phytochem.* 11:395-397.
- Shigo, A.L., Hillis, W.E. 1973. Heartwood, discoloured wood and microorganisms in living trees. *Annual Review of Phytopathology* 11:197-233.
- Shigo, A.L., Marx, H.G. 1977. Compartmentalization of decay in trees. U.S.D. For. Serv. Agric. Bull. No. 405, 74 s.
- Shigo, A. L. 1990. Die neue Baumbiologie. Verlag Bernhard Thalacker, Braunschweig, 606 s.
- Stobbe, H., Schmit, U., Eckstein, D., Dujesiefken, D. 2002. Development stages and fine structure of surface callus formed after debarking of living lime trees (*Tilia* sp.). *Ann. Bot.* 89:773-782.
- Torelli 1990. On the origin of the barrier zone (wall 4, CODIT). *IAWA Bull.* 11:138)
- Torelli, N., Križaj, B., Oven, P. 1994. Barrier cone (CODIT) and wound-associated wood in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Holzforschung und Holzverwertung* 45 (3):49-51.
- Torelli, N. 2006b. Vpliv razvoja, staranja in poškodovanj drevesa na lastnosti in kvaliteto lesa. *GozdV* 64 (9):428-441
- Trockenbrodt, M., Liese, W. 1991. Untersuchungen zur Wundreaktion in der Rinde von *Populus tremula*, *Platanus x acerifolia* (Ait.) Wild. und *Betula pendula*. *Angew. Bot.* 65:279-287.
- Torelli, N. 1998a. Rastne napetosti v drevesu in lesu. *Les* 50:91-95.
- Torelli, N. 1994. Relationship between tree growth characteristics, wood structure and utilization of beech (*Fagus sylvatica* L.). *Holzforschung und Holzverwertung* 45 (6):112-116.
- Torelli, N. 2002a. Reakcijski les in njegova mehanika. *Les* 54:140-147.
- Torelli, N. 1998b. Zunajkambijska rast celic v lesu dvokaličnic. *Les* 50:293-298.
- Torelli, N. 2002a. Reakcijski les in njegova mehanika. *Les* 54:140-147.
- Lowery, D.P., Erickson, E.C.O. 1967. The effect of spiral grain on pole twist and bending strength. *Intermt. For and Range Exp. Sta., Res. Pap. INT-35*, U.S. Forest service.
- Panshin, A.J., Carl de Zeeuw 1980. *Textbook of wood technology*, 4. izd. McGraw-Hill Book Company
- Bariska, M.Rösch, P. 2000. Fällzeit und Schwindverhalten von Fichtenholz. *Schweiz. Z. Forstwes.* 151 (11): 439-443.
- Briemle, G. 1998. Vom rechten Zeitpunkt. Der forstliche Mondkalender für 1999. *Wald und Holz* 16:31-33.
- Bues, C.T., Triebel, J. 1998. Monphasenabhängiger Holzeinschlag – doch was dran? *Holz-Zbl.* 148: 2242 in 2322..
- Bues, C.T., Triebel, J., Schönwolf, M. 2003. Mondholz – ein Fall für den Staatsanwalt? *Holz-Zentralblatt* 129:1290-1291 in 1346-1350.
- Bues, C.T., Triebel, J. 2004. Sorgloser Umgang mit Mondholz schadet dem Imagre des Holzes allgemein »Mondholz – alles erlaubt?. *Wald und Holz* 2004(3):31-35.



- Burmester, A., Knoll, K.H., Barz, S. 1981. Jahreszeitliche Veränderung von Holzeigenschaften in Eichenbäumen. 1. del.: Chemische Zusammensetzung. Holz-Zbl. 107: 1964-1966.
- Burmester, A., Ranke, W. 1982. Jahreszeitliche Veränderung von Holzeigenschaften in Lärchenbäumen. 2. del: Physikalische Eigenschaften. Holz-Zbl. 108:1399-1401.
- Burmester, A. 1983. Veränderung von Holzfeuchtigkeit, Dichte und Schwindung bei Laubhölzern durch jahreszeitlich bedingte Einflüsse. Holz als Roh- und Werkstoff 41:493-498.
- Burmester, A., Kieslich, W. 1985. Veränderung des Extraktgehaltes von Eichenrinde im Jahresverlauf. Holz als Roh- und Werkstoff 43:350.
- Carlowitz, H.C. v. 1713. Sylvicultura Oeconomica oder Hauswirtschaftliche Nachricht und naturmässige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. o.V., Leipzig.
- Clausnitzer, K.-D. 1990. Historischer Holzschutz. Ökobuch Verlag, Staufen/Freiburg.w
- Colerus, J. 1680. Oeconomia Ruralis et Domestica. Johann Baptistä Schönwetter Sel. Erben, Frankfurt am Mayn, 732 str.
- Culver, R., Ianna, R. 1988. Astrology: true or false? Amherst, N.Y.: Prometheus.
- Drosdovski, G. 1989. Duden 9. zv., Etymologie – Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache 2.izd. Dudenverlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich.
- Engert, G. 1988. Sind Holzeinschlagsregeln Realität oder Aberglaube? Österreichische Forstzeitung 99(9):37.
- Fellner, J. 1991. Schlägerungszeit und Holzqualität – eine Literaturübersicht. Holzforschung und Holzverwertung 1:25-28.
- Gibbs, R.D. 1958. Patterns in the seasonal water content of trees, V: The physiology of forest trees, izd. K.V. Thiemann, str. 43-69. Ronald Press, New York.
- Goetsch, St., Peek, R.-D. 1987. Vergleichende Feuchtebestimmung an Bohrkernen und geschnittenen Holzproben nach DIN 52 183. Holz als Roh- und Werkstoff
- Herz, A. 1998. Einfluß des Fällzeitpunkt auf das Schwindverhalten und die Feuchte des Holzes von Fichte, Literaturübersicht und Pilotstudie. Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Universität Freiburg.
- Hirmke, M. 1999. Einfluß des Schlägerungszeitpunktes auf die natürliche Dauerhaftigkeit von Fichte (*Picea abies* Karst.). Diplomaska naloga, BOKU Dunaj.
- Kelly, I.W., Rotton, j., Culver, R. 1996. The moon was full and notjimh happened: a review of studies on the moon and human behaviour and human belief V:J. Nickell.B. Karr, T. Genoni izd., The outer edge, Amherst, N.Y. : CSICOP.
- Knuchel, H. 1930. Untersuchungen über den Einfluß der Fällzeit auf die Eigenschaften des Fichtedn- und Tannenholzes. Bern. Buchdruckerei Böhler & Co.
- Kollmann, F. 1951/1982. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe 2. izd./1. del. Springer-Verlag, Berlin, Heidelbergf, New York.
- Lieber, A.L. 1978. The lunar effect: biological tides and hman emotions. Anchor Press, Garden City, N.Y.



- Lieber, A.L. 1996. How the moon affects you. Anchor Press
- Mantel, K. 1980. Die Forstgeschichte des 16. Jahrhunderts. Kommissionsvertrieb Verlag Paul Oaqrey, Hamburg, Berlin.
- Moll, F. 1920. Holzschutz. Seine Entwicklung von der Uhrzeit bis zur Umwandlung des Handwerks in Fabrikbetrieb. V. 10. zv. der Beiträge zur geschichte zur Technik und Industrie, Berlin.
- Neuenhein, C.L. 1763. Untersuchung, zu wewlcher Zeiot das Brennholz zu fällen sey? V: Strahls, J.F. Allgemeines ökonomisches Forstmagazin. 2. zv. Mezler und Companie, Frankfurt, Leipzig.
- Niemz, P., Kučera, L.J. 2000. Zum Einfluss des Fällzeitpunktes auf wesentliche Eigenschaften von Fichtenholz - Eine Überprüfung publizierten Thesen. Schweiz. Z. Forstwes. 151 (11):444-450.
- Neumann, N. 2003. Wer vor Neumond ernt, erhält hartes und haltbares Holz. Niedersächsische Landesforsten, Waldinformation 2:20-21.
- Niemz, P., Kučera, L.J. 2000. Zum Einfluss des Fällzeitpunktes auf wesentliche Eigenschaften von Fichtenholz - Eine Überprüfung publizierten Thesen. Schweiz. Z. Forstwes. 151 (11):444-450.
- Paungger, J., Poppe, T. (1991). Vom richtigen Zeitpunkt – Die Anwendung des Mondkalenders im täglichen Leben. Heinrich Hugendubel Verlag, München. Slovenski prevod(1995) Vse ob pravem času - Uporaba luninega koledarja v vsakdanjem življenju. Mavrica, Celje.
- Paungger, J., Poppe, T. 1996. Renovieren, Hausbau, Holzverarbeitung zum richtigen Zeitpunkt, Goldmann.
- Rösch, P. 1999. Untersuchungen über den Einfluß des Fällzeitpunktes bezüglich Mondphasen auf das Trocknungs- und Schwindverhalten von Fichtenholz (*Picea abies* Karst.) Diplomarbeit ETH, Zürich.
- Seeling, U. 1998. »Mondholz« schwindet und brennt nicht? AFZ/Der Wald 26:1599-1601.
- Seeling, U. 2000. Ausgewählte Eigenschaften des Holzes der Fichte (*Picea abies* /L./ Karst.) in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Fällung. Schweiz. Z. Forstwes. 151 (11):451-458.
- Seeling, U. 2004. Mondholz – Unsinn oder Markchance? Niedersächsisches Kompetenznetz für Nachhaltige Holznutzung (NHN), Kompetenznetz Holz, Themenforum, Holz-Zentralblatt on line
- Teischinger, A., Fellner, J. 2000. Alte Regeln neu interpretiert - Praxisversuche mit termingeschlägertem Holz. Schweiz. Z. Forstwes. 151 (11): 425-431.
- Thoma, E. 1998 ...dich sah ich wachsen. Über das uralte und das neue leben mit Holz, Wald und Mod. 4. izd. Edition Grüne Erde, Scharnstein.
- Thoma, E. 1999. ...und du begleitest mich - Wie Bäume und Hölzer dem Menschen nützen. 1. izd. Verlag Thoma, St. Johann/Pongau.
- Torelli, N. 1998. Daljinski transport vode v drevesu – vodni potencial. Les 50:169-173.



- Torelli, N. 2000. Točka nasičenja celičnih sten (TNCS) – pregled. Les 52(1/2):141-147.
- Torelli, N. 2002. Lunarni les ali les posekan ob »pravem« času. Les 54(1/2):19-20.
- Torelli, N. 2005. Lunski les, drugič. Les 57(1/2):17-20.
- Torno, S. 2003. Holzeinschlag in unterschiedlichen Mondphasen – Eine Überprüfung an ausgewählten Eigenschaften des Fichtenholzes (*Picea abies* Karst.). Diplomatska naloga TU Dresden/Tharandt.
- Triebel, J. 1998. Monphasenabhängiger Holzeinschlag – Literaturbetrachtung und Untersuchungen ausgewählter Eigenschaften des Holzes von Fichten. Diplomsko delo. Tharandt, TU Dresden.
- Triebel, J., Bues, C.-T. 2000. Forstgeschichtliche Betrachtungen zur Bedeutung der mondphasenabhängigen Fällzeitregelung in Forstordnungen und anderem forstlichen Schrifttum. Schweiz. Z. Forstwes. 151(!):432-438.
- Wagenführ, R. Holzatlas, 4. izd. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Wazny, J., Krajewski, K.J. 1984. Jahreszeitliche Änderungen der Dauerhaftigkeit von Kiefernholz gegenüber holzzerstörenden Pilzen. Holz als Roh- und Werkstoff 42:55-58.
- Zimmerman, M.H., Brown, C.L. 1971. Trees, structure and function. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Zürcher, E., Cantiani, M.-G. 1998. Tree stem diameters fluctuate with tide. Nature 392, (16. april):665.
- Zürcher, E. 2000. Mondbezogene Traditionen in der Forstwirtschaft und Phänomene in der Baumbiologie. Schweiz. Z. Forstwes. 151 (11): 417-434.
- Zürcher, E., Mandallaz, D. 2001. Lunar synodic rhythm and wood properties: traditions and reality – experimental results on Norway spruce (*Picea abies* Karst.) 4th International Symposium on Tree. Montreal, Bot. Garden 20.-25 avg. 2000. Montreal, Proc.:244-250.

7.3 LITERATURA K POGlavJU 6:

- Paunger J., 1995, Vse ob pravem času, Mavrica d.o.o., Celje
- Strahovnik V., Slapnik M., 2007, Koncept označevanja v zavarovanih območjih Kamniško-Savinjskih Alp
- Matk V. M., Prepadnik Ž. 2008, Otroška igrala narejena iz visokogorskega lesa – idejna zasnova

GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K E

589



22009000200

GIS BF - GOZD.

COBISS o