



Mirko GERŠAK

Žagarstvo

ŽAGARSTVO

Lesarska tehnologija 4

MIRKO GERŠAK

Ljubljana, 2021

Žagarstvo

Avtor: Mirko Geršak, univ. dipl. inž. les.

Recenzenta: Alojz Selišnik, univ. dipl. inž. les.
Milan Štigl, univ. dipl. inž. les.

Lektor: Jože Šemrov, prof. slov.

Konzultant: Andrej Grošelj, inž. les.

Ovitek in priprava za tisk: Stane Kočar

Tisk: Abo grafika d.o.o.

Izdano v samozaložbi: Miroslav Geršak, Srednje Gameljne 37a, 1211 Ljubljana

Naklada: 500

Strokovni svet Republike Slovenije za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji 184. seji, dne 19. 3. 2021, sprejel sklep št. 013-25/2020/1 o potrditvi učbenika Žagarstvo.

Knjigo je sofinanciralo Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.

© Mirko Geršak, vse pravice pridržane

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

674.093

674.053

674-412

GERŠAK, Mirko

Lesarska tehnologija. 4, Žagarstvo / Mirko Geršak. - Ljubljana : samozal., 2021

ISBN 978-961-95335-0-5

COBISS.SI-ID 55814915

PREDGOVOR

Knjiga Žagarstvo temeljito obravnava vso snov, ki je potrebna za žagarsko dejavnost.

Napisana je, da služi kot priročnik v praksi in kot srednješolski učbenik. Vsebina je utemeljena s številnimi ilustracijami, preglednicami, izračuni in s primeri, ki jo dodatno pojasnjujejo in dopolnjujejo. Del predelanih tem v naši literaturi sploh še ni bilo objavljenih.

Živimo v času hitrih in velikih sprememb na vseh področjih človekovega delovanja in z malo truda dostopamo do obsežnih virov informacij.

Sodobni žagarski obrati imajo proizvodne linije avtomatizirane in se ponašajo sodobno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo. Ne glede na to pa je tehnologija žagarstva, ki jo obravnavamo v tej knjigi, osnova za kakovostno delo in izdelek, učinkovito proizvodnjo in večjo produktivnost.

Knjiga je potrjena kot srednješolski učbenik za programa:

- lesarski tehnik za srednje strokovno izobraževanje (SSI) in
- lesarski tehnik za poklicno-tehniško izobraževanje (PTI).

Učbenik zajema snov dveh modulov v katalogu znanja, ki pa sta za naslednja programa:

- Modul: Proizvodna tehnika (PRT) – 2. vsebinski sklop: Stroji za primarno obdelavo lesa in 3. vsebinski sklop: Transportne naprave (delno).
- Modul: Žagarstvo in sušenje (ŽIS) – 2. vsebinski sklop: Žagarstvo.

Upoštevali smo učni načrt za navedena programa. Določene vsebine so obravnavane širše kot predvideva načrt, prav zato da omogočijo poglobljeno spoznavanje in razumevanja tematike ter navajanje na samostojno delo dijakov.

Na koncu vsakega poglavja so podana kratka vprašanja in naloge. Njihov namen je, da lahko dijaki (bralci) vadijo, preverijo usvojeno znanje in tudi z večjim zanimanjem preučujejo snov, razmišljajo o njej, jo analizirajo, sklepajo ...

Bralcem priporočam ogled videoposnetkov. V spletni iskalnik (npr. Google) vpišite angleški (nemški) izraz za tehnološki postopek, ki ga želite spoznati. Izraz v tujem jeziku poiščete v Abecednem kazalu.

Pojmi, ki se uporabljajo v žagarstvu, so navedeni v Abecednem kazalu. Poleg pravilnega slovenskega izraza sta podana še ustrezni nemški in angleški izraz.

Delo, Žagarstvo, je četrta knjiga Lesarske tehnologije (prva je Les in tvoriva, druga Konstruiranje lesnih izdelkov in konstrukcijska dokumentacija, tretja Strojni deli in stroji v lesarstvu). Sledila bo še Tehnologija ročne in strojne obdelave, s katero bo zaokrožena snov o tehnologiji v lesarstvu.

KAZALO

PREDGOVOR.....	3	3.1.2 Žaganica	47
KAZALO	5	3.1.3 Letev.....	48
OKRAJŠAVE IN OZNAKE ILUSTRACIJ	7	3.2 Žagani les po položaju v deblu in teksturi.....	48
UVOD.....	9	3.2.1 Bleščica	48
1. GOZD	11	3.2.2 Bočnica	49
1.1 Gozdovi v Sloveniji	11	3.2.3 Polbleščica	49
1.1.1 Podatki o slovenskih gozdovih.....	11	3.3 Stopnja obdelave žaganic.....	49
1.2 Funkcije gozda.....	13	3.4 Merjenje žaganega lesa	51
1.3 Čas sečnje	14	3.4.1 Izračun prostornine	52
1.4 Podiranje dreves.....	15	3.4.2 Določanje dimenzij pri 20 % vlažnosti lesa	53
1.4.1 Krojenje	16	3.5 Napake žaganega lesa.....	54
1.5 Certifikacija gozdov.....	17	3.5.1 Nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa.....	54
2. HLODOVINA	18	3.5.1.1 Grče in grčavost pri sortimentih žaganega lesa	55
2.1 Merjenje hlo dovine.....	18	3.5.1.2 Preostale napake v anatomske zgradbi lesa	58
2.1.1 Izračun prostornine	21	3.5.2 Razpoke in sprememba oblike žaganega lesa	60
2.2 Razvrščanje okroglega lesa po dimenzijah.....	21	3.5.3 Napake v barvi lesa in trohnobe.....	62
2.3 Napake hlo dovine	22	3.5.4 Poškodbe zaradi insektov.....	62
2.3.1 Nepravilnosti v obliki debla.....	23	3.5.5 Napake pri proizvodnji žaganega lesa	63
2.3.2 Nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa.....	24	3.6 Razvrščanje (sortiranje) žaganega lesa	64
2.3.2.1 Grče.....	24	3.6.1 Razvrščanje nekonstrukcijskega lesa	64
2.3.2.2 Preostale napake zaradi nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa.....	26	3.6.2 Razvrščanje konstrukcijskega (gradbenega) lesa	66
2.3.3 Poškodbe debla zaradi fizikalnih in mehanskih vplivov	28	3.6.2.1 Razvrščanje po standardu SIST DIN 4074-1	67
2.3.4 Napake v barvi lesa in trohnobe.....	30	3.6.2.2 Sortirni razredi	67
2.3.5 Poškodbe zaradi insektov	32	3.6.2.3 Trdnostni razredi	70
2.3.6 Poškodbe drevesa	33	3.7 Žagarski ostanki.....	72
2.3.7 Primeri izračuna napak.....	33	3.8 Izračun izkoristka	74
2.4 Razvrščanje hlo dov po kakovostnih razredih.....	35	4. SKLADIŠČE HLODOVINE.....	82
2.4.1 Listavci – razvrščanje po kakovostnih razredih.....	35	4.1 Transportne naprave na skladišču	83
2.4.1.1 Hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja (HFL)	35	4.1.1 Nakladalnik hlo dov	83
2.4.1.2 Hlodi za proizvodnjo luščenega furnirja (HLL)	36	4.1.2 Bager s kleščami (grabežem) za hlo de	83
2.4.1.3 Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa listavcev (HŽL)	36	4.1.3 Portalni žerjav s previsom.....	84
2.4.2 Iglavci – razvrščanje po kakovostnih razredih	39	4.1.4 Verižni transporter.....	85
2.4.2.1 Hlodi za resonančni les in hlodi za proizvodnjo furnirja.....	39	4.1.5 Transport hlo dov v žagalnico	86
2.4.2.2 Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa iglavcev (HŽI)	40	4.2 Priprava hlo dovine	88
3. ŽAGAN LES	46	4.2.1 Zaščita hlo dovine	88
3.1 Vrste žaganega lesa po obliki prečnega prereza	46	4.2.2 Pranje in detekcija kovin	89
3.1.1 Tram (greda), gredica	46	4.2.3 Čeljenje na dolžino	89
3.1.2 Žaganica	47	4.2.4 Lupljenje hlo dov.....	90
3.1.3 Letev.....	48	4.2.5 Merjenje hlo dov	91
3.2 Žagani les po položaju v deblu in teksturi.....	48	4.2.6 Sortiranje hlo dov.....	92
3.2.1 Bleščica	48	5. ŽAGALNICA	94
3.2.2 Bočnica	49	5.1 Polnojarmenik.....	95
3.2.3 Polbleščica	49	5.1.1 Temeljna plošča in stojalo	97
3.3 Stopnja obdelave žaganic.....	49	5.1.2 Jarem	98
3.4 Merjenje žaganega lesa	51	5.1.3 Ročni mehanizem polnojarmenika	98
3.4.1 Izračun prostornine	52	5.1.4 Pogon polnojarmenika	100
3.4.2 Določanje dimenzij pri 20 % vlažnosti lesa	53	5.1.5 Podajalni mehanizem	100
3.5 Napake žaganega lesa.....	54		
3.5.1 Nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa.....	54		
3.5.1.1 Grče in grčavost pri sortimentih žaganega lesa	55		
3.5.1.2 Preostale napake v anatomske zgradbi lesa	58		
3.5.2 Razpoke in sprememba oblike žaganega lesa	60		
3.5.3 Napake v barvi lesa in trohnobe.....	62		
3.5.4 Poškodbe zaradi insektov.....	62		
3.5.5 Napake pri proizvodnji žaganega lesa	63		
3.6 Razvrščanje (sortiranje) žaganega lesa	64		
3.6.1 Razvrščanje nekonstrukcijskega lesa	64		
3.6.2 Razvrščanje konstrukcijskega (gradbenega) lesa	66		
3.6.2.1 Razvrščanje po standardu SIST DIN 4074-1	67		
3.6.2.2 Sortirni razredi	67		
3.6.2.3 Trdnostni razredi	70		
3.7 Žagarski ostanki.....	72		
3.8 Izračun izkoristka	74		
4. SKLADIŠČE HLODOVINE.....	82		
4.1 Transportne naprave na skladišču	83		
4.1.1 Nakladalnik hlo dov	83		
4.1.2 Bager s kleščami (grabežem) za hlo de	83		
4.1.3 Portalni žerjav s previsom.....	84		
4.1.4 Verižni transporter.....	85		
4.1.5 Transport hlo dov v žagalnico	86		
4.2 Priprava hlo dovine	88		
4.2.1 Zaščita hlo dovine	88		
4.2.2 Pranje in detekcija kovin	89		
4.2.3 Čeljenje na dolžino	89		
4.2.4 Lupljenje hlo dov.....	90		
4.2.5 Merjenje hlo dov	91		
4.2.6 Sortiranje hlo dov.....	92		
5. ŽAGALNICA	94		
5.1 Polnojarmenik.....	95		
5.1.1 Temeljna plošča in stojalo	97		
5.1.2 Jarem	98		
5.1.3 Ročni mehanizem polnojarmenika	98		
5.1.4 Pogon polnojarmenika	100		
5.1.5 Podajalni mehanizem	100		

5.1.5.1 Neprekinjeno podajanje hloda	101	5.11 Sortirane naprave in sortiranje žaganega lesa...163	
5.1.6 Jarmaniški voziček in vodilo prizme	101	5.11.1 Vizualno sortiranje (razvrščanje).....	164
5.1.6.1 Jarmaniški voziček	101	5.11.2 Strojno sortiranje	164
5.1.6.2 Vodilo prizme (delilna naprava)	103	5.12 Skladanje žaganega lesa v zložaj	166
5.1.7 Jarmaniški žagini listi	104	5.13 Modernizacija žagarske proizvodnje	168
5.1.7 Priprava žagnega lista za delo	104		
5.1.8 Namestitev listov v jarem	106	6. SKLADIŠČE ŽAGANEGA LESA.....170	
5.1.8.1 Pritrditev listov	106	6.1 Skladovnica	170
5.1.8.2 Pritrditev žaginskih listov v razpored	107	6.1.1 Letvičenje	172
5.1.8.3 Postavitev listov v previs	109	6.2 Lope	173
5.1.8.4 Napenjanje listov	110	6.3 Transport žaganic na skladišču.....173	
5.1.9 Načini žaganja hloda.....	113	6.3.1 Viličar	174
5.1.10 Značilnosti razžagovanja hlobov		6.3.1.1 Zgradba viličarja	175
s polnojarmenikom	115	6.3.1.2 Čelni viličar.....	175
5.1.11 Žaganje	116	6.3.1.3 Bočni viličar.....	176
5.1.12 Pravila razporeda žaginskih listov	120	6.3.1.4 Tehnični podatki	176
5.1.12.1 Določanje razporeda	124		
5.2 Vertikalni tračni hlobovni žagalni stroj	129	7. OBRAT ZA SKOBLJANJE (SKOBLJARNA)	178
5.2.1 Ohišje	130	7.1 Skobljani polizdelki	179
5.2.2 Koluta.....	130		
5.2.3 Napenjalna naprava	131	PRILOGA I.: Zgodovinski pregled –	
5.2.3.1 Hidravlična napenjalna naprava	132	preteklost – sedanost – prihodnost	183
5.2.3.2 Izračun sile napenjanja.....	132	Gozd na Slovenskem	183
5.2.4 Vodila žaginega lista	133	Žagarstvo na Slovenskem	186
5.2.5 Zaščitni okrov in pomožne naprave	134	Od gozda do končnega izdelka	191
5.2.6 Voziček	134		
5.2.7 Krmilna naprava.....	137	PRILOGA II: DREVESNE VRSTE	192
5.2.8 Širokolistni tračni žagin list	137	Domači iglavci	192
5.2.9 Žaganje na vertikalnem tračnem stroju	139	Domači listavci	195
5.2.9.1 Način žaganja.....	141	Tuji iglavci:	207
5.2.10 Značilnosti žaganja s tračnim		Tuji listavci:.....	208
hlobovnim strojem.....	141		
5.3 Horizontalni tračni hlobovni žagalni stroj	142	ABECEDNO KAZALO POJMOV	212
5.4 Krožni hlobovni žagalni stroj	144	VIRI IN LITERATURA.....218	
5.4.1 Enosni krožni hlobovni žagalni stroj	144	VIRI PREGLEDNIC	218
5.4.2 Dvosni krožni hlobovni žagalni stroj.....	144	PRIKAZ VIROV ILUSTRACIJ OZNAČENIH Z (X). 218	
5.5 Profilni iverilnik za hlobo.....146		VIRI ZA PRILOGO I:.....	220
5.5.1 Strojna linija z dvema profilnima iverilnikoma . 147		VIRI SLIK V PRILOGI II.: DREVESNE VRSTE	220
5.6 Vertikalni cepilni tračni žagalni stroj.....151			
5.7 Dvostranski večlistni robilnik.....152			
5.8 Podmizni nihalni čelilnik.....155			
5.9 Sekalnik	156		
5.10 Transportne naprave v žagalnici	158		
5.10.1 Valjni transporter	158		
5.10.2 Prečni verižni transporter.....	160		
5.10.3 Tračni transporter.....	160		
5.10.4 Hidravlična dvizna miza	161		
5.10.5 Vakumska naprava	162		

OKRAJŠAVE IN OZNAKE ILUSTRACIJ

V besedilu smo za navedbo virov slikovnega gradiva uporabili okrajšave in oznake. Pri vsaki sliki, risbi ali fotografiji je v oklepaju zapisana okrajšava ali oznaka, ki se nanaša na vir slikovnega gradiva.

V nadaljevanju je pojasnjen način navajanja virov.

- (1.: št. strani) Prva številka se nanaša in je enaka zaporedni številki, ki ga ima določeno delo na seznamu uporabljenih del Viri in literatura (stran 218), druga pa na stran, na kateri se slika v tem viru nahaja.
- (S. K.) Okrajšava za avtorja risb in fotografij Staneta Kočarja.
- (Z. S.) Okrajšava za avtorico risb in fotografij Zagorko Simić.
- (U. G.) Okrajšava za avtorja fotografij Uroša Geršaka.
- (X) Oznaka (X) pomeni, da je vir slikovnega gradiva naveden na koncu knjige v poglavju Prikaz virov ilustracij, označenih z (X).

Precej ilustracij je vzetih iz že objavljene literature avtorja, kar je točno navedeno. Nekatere slike so dopolnjene in izboljšane, vse pa so avtorsko delo.

»Če dijake učitelji motivirajo za samostojno branje leposlovne in strokovne literature in to preverjajo, je pričakovati, da bodo pogosto in temeljito brali.« (dr. Igor Saksida)

UVOD

Žagarstvo je gospodarska dejavnost, ki se ukvarja z žaganjem hlodov, lesa. Vršni se na žagarskem obratu (žagi) in je *primarna (prva)* predelava lesa.

Surovina za proizvodnjo je hlodovina, ki jo pridobimo iz gozda. Končni izdelek ali polizdelek so žagarski sortimenti ali žagan les.

Žagarstvo je tradicionalna proizvodna in izvozna dejavnost slovenske industrije z bogato tradicijo.

Žagarski obrat je razdeljen na tri sektorje:

- skladišče hlodovine,
- žagalnico in
- skladišče žaganega lesa.

Gozdovi so obnovljiv naravni vir. Posekamo lahko toliko dreves, kolikor je naravni letni prirastek lesa. Navedeno pomeni, da ohranjamo gozd in izkoristimo naravno bogastvo – les.

Gozdarstvo in žagarstvo sta torej tesno povezana. Izkoriščanje lesa ne obremenjuje okolja, ravno nasprotno, občutno ga razbremenjuje.

Podali bomo zaokroženo znanje o žagarstvu, ki je osnova za uspešno delo v proizvodnji in za nadaljnji študij. Delo je razdeljeno na naslednja poglavja:

1. GOZD
2. HLODOVINA
3. ŽAGAN LES
4. SKLADIŠČE HLODOVINE
5. ŽAGALNICA
6. SKLADIŠČE ŽAGANEGA LESA
7. OBRAT ZA SKOBLJANJE

PRILOGA I (Gozd in žagarstvo na Slovenskem)

PRILOGA II (Drevesne vrste – domače in tuje)

V Prilogi I: Zgodovinski pregled – preteklost – sedanjost – prihodnost smo podali kratek zgodovinski pregled, saj gozd in les tesno spremlja človeka od vsega začetka, ko je zavestno začel uporabljati naravne vire za svoje potrebe, pa vse do današnje moderne dobe. Razčlenili smo tudi aktualne gospodarske usmeritve v tej stroki.

1. GOZD

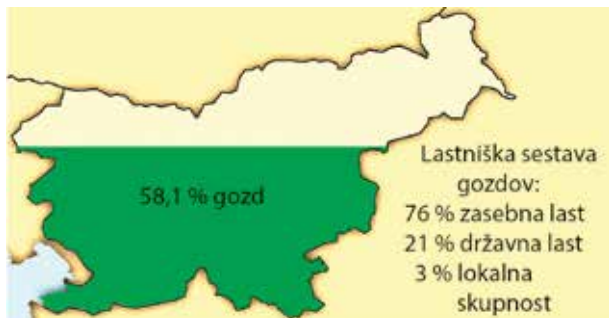
Gozd (hosta, loza) je sklenjen sestoj gozdnega drevja ali združba olesenelih rastlin z visokimi debli in krošnjami. V tej združbi dreves uspeva tudi grmovje in mnogotere prizemne rastline. V gozdu so doma tudi številne živali. Vsak nepravilen poseg človeka v zapleteni naravni sestoj živih in neživih dejavnikov poruši občutljivo naravno ravnovesje in povzroči razdejanje.

1.1 Gozdovi v Sloveniji

Ozemlje Slovenije spada v zmerno topli pas, kjer uspevajo *listnati in iglasti gozdovi*. V listnatih gozdovih vsako leto odpade listje (listopadni gozd). V slovenski Istri in na Krasu rastejo tudi sredozemske *zimzelene listnate vrste* (oljka, lov-or, hrast – črnika, bodika).

V Sloveniji gozd obsega približno 58 % površine. Za Finsko, Estonijo in Latvijo smo četrta najbolj gozdnata država v Evropi.

V samostojni Sloveniji se je izrazito spremenila lastniška sestava gozdov: 76 % je v zasebni, 21 % v državni in 3 % v lasti lokalnih skupnosti (občin).



Slika 1: Gozдна površina v Sloveniji in njena lastniška sestava (S. K.)

Državni gozdovi so gozdovi z visoko lesno zalogo in prirastkom oz. z visoko produkcijsko zmogljivostjo. Razprostirajo se na večjih strnjenih površinah, kar omogoča lažje, strokovno in ekonomično gospodarjenje z gozdom. Iz njih pridobimo večino kvalitetne slovenske hlodovine.

Z državnimi gozdovi gospodari *Družba Slovenski državni gozdovi d.o.o. (SiDG)*, ki spada pod *Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano*. SiDG izvaja vsa potrebna gozdna dela, kamor spadata tudi načrtovana in sanitarna sečnja drevja. Hlodovino prioriteto prodaja domači lesni industriji. Ima tudi lastno predelavo lesa.

Zasebna gozdna posest je v Sloveniji zelo razdrobljena, saj povprečna posest obsega okoli 2,9 ha in še ta je razdeljena na več med seboj ločenih parcel.

Zavod za gozdove je državna služba, ki opravlja javno gozdarsko službo v vseh gozdovih na območju Slovenije, ne glede na njihovo lastništvo. Njeni cilji so ohranjanje in sonaravni razvoj slovenskih gozdov in vseh njihovih funkcij za trajnostno in kakovostno gospodarjenje, rabo ter ohranjanje narave ... Je svetovalna in nadzorna služba za državne in zasebne gozdove.

1.1.1 Podatki o slovenskih gozdovih

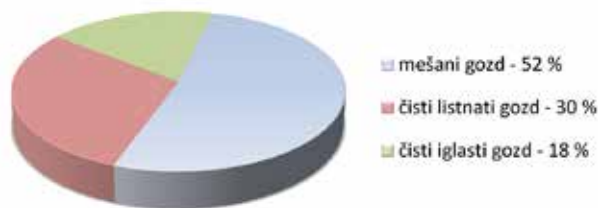
Pri nas uspeva 71 različnih domačih (avtohtonih) drevesnih vrst. Od tega je 10 vrst iglavcev in 61 vrst listavcev. Najbolj pogosti drevesni vrsti sta bukev in smreka.

Preglednica 1: Drevesna sestava gozdov v Sloveniji

Drevesna vrsta	Odstotek
Bukev	32,4 %
Smreka	30,6 %
Drugi trdi listavci: poljski javor, beli in črni gaber, kostanj, glog, bodika, lovor, lesnika, terebint, rešeljika, čremsa, hruška, cer, oplutnik, črnika, puhasti hrast, robinija, mokovec, jerebika, skorš, brek, dolgopecljati brest	8,5 %
Jelka	7,4 %
Hrast: dob in graden	7,0 %
Bor: rdeči in črni bor	5,6 %
Plemeniti listavci: ostrolistni in gorski javor, vsi jeseni, oreh, češnja, lipovec, lipa, poljski in gorski brest	5,3 %
Mehki listavci: črna in siva jelša, navadna in puhasta breza, vsi topoli, vse vrbe	1,7 %
Macesen: evropski in japonski macesen	1,2 %
Drugi iglavci: brin, duglazija, cemprin, grška jelka, pacipresa, tisa, zeleni bor	0,3 %

Glede na drevesne vrste poznamo:

- čiste gozdove – ene drevesne vrste je več kot 90 % in
- mešane gozdove – zastopane so različne drevesne vrste listavcev in iglavcev



Slika 2: Vrste gozdov v Sloveniji (S. K.)

Preglednica 2: Slovenski gozdovi v številkah (Zavod za gozdove Slovenije, 2018)

Površina Slovenije	2 025 469 ha	
Površina gozdov	1 177 244 ha	58,1 %
Lesna zaloga	355 331 892 m ³	
Povprečna lesna zaloga	302 m ³ /ha	
Letni prirastek	8 800 536 m ³	
Povprečni letni prirastek	7,48 m ³ /ha	
Letni možen posek	6 837 356 m ³	
Letni posek (etat)	6 060 959 m ³	
Letni posek – listavci	1.693.383 m ³	28 %
Letni posek – iglavci	4.367.576 m ³	72 %

Iz preglednice 2 razberemo, da je etat manjši od letnega prirastka, torej bi lahko posekali nekaj lesa več.

Slovenske gozdove odlikuje velika biotska raznovrstnost živalskega in rastlinskega sveta. Smo ena od redkih evropskih držav, v katerih lahko srečamo vse tri velike evropske plenilce: rjavega medveda, volka in risa. V največjem delu so naši gozdovi naravni, kar pomeni, da se pomlajujejo sami in so dobro ohranjeni. Z njimi gospodarimo dosledno ekosistemsko (»sonaravno«), zdržno in večnamensko. Lesna zaloga na hektar se povečuje, kar je zaželeno, vendar proizvodna funkcija ne sme biti najvažnejša. Skrbimo tudi za varovalni gozd in za pragozdove, kjer se gozd razvija naravno, brez človeških posegov ali vplivov.

Organizacija Združenih narodov za izobraževanje, znanost in kulturo (UNESCO) je 7. 7. 2017 na seznam svetovne dediščine uvrstila 63 novih območij starodavnih in prvinskih bukovih gozdov v 10 državah. Med njimi sta tudi slovenska gozdna rezervata pragozd Krokari in Snežnik – Ždrocle. Uvrstitev na seznam je pomembno priznanje za dobro nego bukovih gozdov pri nas in pomeni tudi zavezo za prihodnje varstvo obeh gozdnih rezervatov.

1.2 Funkcije gozda

Gozd je v našem okolju ohranjena narava in ima veliko večji pomen, kot se zavedamo. Ima številne vloge, ki jim pravimo funkcije gozda. Po Zakonu o gozdovih se funkcije gozda delijo na:

- ekološke (okoljske),
- socialne in
- proizvodne.



Slika 3: Gozd v barvah (S. K.)

Ekološka funkcija

Ekološka vloga gozda izraža odnose med živimi bitji in živim ter neživim okoljem in je ozko povezana z varstvom okolja.

Izhaja iz lastnosti gozda, da sam zgradi svoj način življenja (ekosistem) in varuje zemljišče in drevje, kjer živijo pestre rastlinske in živalske vrste. Drevesa prispevajo tudi k ugodnejšim klimatskim razmeram in k varovanju zemljišč pred erozijo zlasti v visokogorju, ob rekah ter na pobočjih.

Gozdovi nas varujejo pred vetrom, viharji, plazovi, lavinami, pozebo in zmanjšujejo hrup.

Zrak v gozdu ima nižjo temperaturo in višjo relativno vlažnost, vsebuje precej manjšo količino prahu in škodljivih snovi, ker strnjene krošnje delujejo kot filter. Hlapi zraka vsebujejo eterična olja, ki blažilno delujejo na človeka. Poleti svež in čist zrak prodira iz gozda in izpodrine pregrete in onesnažene zračne plasti nad mesti. Tako blaži temperaturne razlike.

Gozdovi zadržujejo padavinske vode in uravnavajo krogotok vode med nebom in zemljo.

Strnjen sloj drevesnih krošenj prestreže okoli 44 % vseh padavin, ki tako ne padejo na tla in iz dreves izhlapijo nazaj v ozračje. Ostali del padavin doseže in pronica v tla ter odteče v vodotoke. Voda z gozdnih površin odteka veliko počasneje kot na golih tleh, zato vodotoki v gozdu le počasi naraščajo. Brez zadrževanja padavin v gozdu bi Slovenija, ki ima veliko padavin in razvejano vodno mrežo,

opustela v nekaj letih. V sušnem obdobju se voda talnica dalj časa zadržuje v gozdu. Ohranjajo se tudi podzemni tokovi ter viri pitne vode.

Veje in listi zadržijo prah in škodljive snovi ter zrak očistijo. Vendar to filtriranje zraka plačamo pozneje. Onesnažen (strupen) zrak naprej uničuje liste, ki porumenijo in prej odpadajo. Dež izpere strupene snovi s krošnje v gozdna tla, ki postanejo zastrupljena. Ostali trdni delci (nestrupeni) pa se v tleh postopoma očistijo.

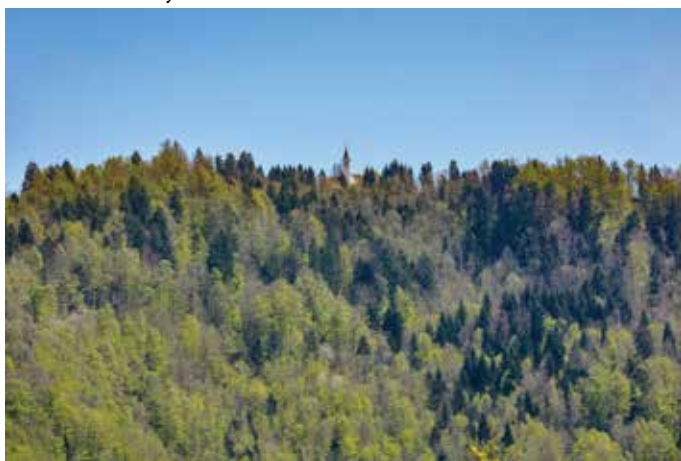
Gozdovi so pomemben vir ponora (skladiščenja) ogljikovega dioksida. Drevesa za fotosintezo potrebujejo ogljikov dioksid, ki ga dobijo iz ozračja, pri tem pa sproščajo kisik in bogatijo zrak. Tako pomembno zmanjšujejo učinek tople grede (segrevanja zemlje) in grozečih podnebnih sprememb.

Socialna funkcija

Socialna funkcija pomeni, da je gozd zdrav, ugodno okolje za človeka in družbo. Gozd blagodejno vpliva na človekovo psiho in počutje.

Nudi možnost različnih dejavnosti: rekreacijo, šport, raziskovalne dejavnosti, pouk. Oddih v gozdu je priporočljiv posebej za ljudi, ki živijo v mestu oz. v hru-pu, slabšem zraku, imajo težje (neurejene) delovne razmere ...

Gozdovi dajejo krajini značilno podobo, lepoto in privlačnost. Ohranjena narava in skrbno gospodarjenje z naravnimi viri sta hkrati pogoja za uspešno turistično dejavnost.



Slika 4: Mešani gozd (S. K.)

Proizvodna (gospodarska) funkcija

Proizvodna (gospodarska) funkcija je v sposobnosti gozda, da pridobimo gozdne proizvode.

Glavni in najpomembnejši pridelek gozda je les oz. gozdni lesni sortimenti (hlodovina, okrogel industrijski les, les za kurjavo, okrogel les za celulozo in plošče).

Sledi lovnogospodarska funkcija (gojitev in uplenitev divjadi), nato pa pridobivanje drugih gozdnih dobrin (sadeži, plodovi, zelišča, smole, razna olja, čebelji med, drevesna skorja (pluta) ...

Ob umnem gospodarjenju nas gozd ne pretrgano oskrbuje s svojimi proizvodi (obnovljivi viri). Izkoriščanje gozda daje delo številnim ljudem.

1.3 Čas sečnje

Priporočljiv čas podiranja dreves je pozno jeseni in pozimi, ko vegetacija miruje.

Utemeljitev:

- drevo vsebuje manj vode in sokov – les ima nižjo začetno vlažnost;
- les je bolj odporen pred okužbo z glivami in napadi insektov (lesni škodljivci), ker klima zraka ni ugodna za njihov razvoj;
- razpoke zaradi sušenja so manjše;
- zunanja branika debla je kasni les, ki nudi manj hrane lesnim škodljivcem;
- pozimi so tla zmrznjena, pokrita s snegom in zato so poškodbe zaradi poseka, izdelave sortimentov in spravi-la hlodovine na gozdnih tleh manjše.
(Zaradi mreže koreninic, množice mikro-organizmov ter žuželk v prsti moramo tla čim bolj varovati).

Velja, da je les, posekan pozimi trajnejši. Hlo-dovino je potrebno čim prej odpeljati iz gozda in ustrezno skladiščiti.

Posebej bukev je podvržena napadu gliv, zato se priporoča, da je sečnja bukve končana vsaj do meseca maja. Zahteva se hitro spravilo.

Razlike v kvaliteti med lesom posekanim pozimi in posekanim poleti, po ugotovitvah ni.

Po izročilu naših prednikov je čas podiranja dreves ob "stari luni", ki je v drugi polovici decembra, januarja in prvi polovici februarja. Les so sekali tudi v drugi polovici avgusta – po 15. 8. (veliki šmaren), ko se vegetacijski proces umiri.

1.4 Podiranje dreves

Drevo lahko podiramo z motorno verižno žago ali z žagalnimi stroji (hidravlične škarje, harvester).

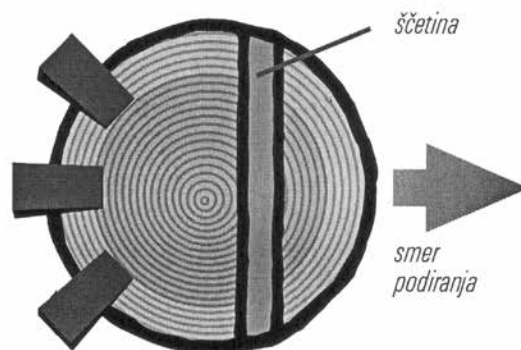
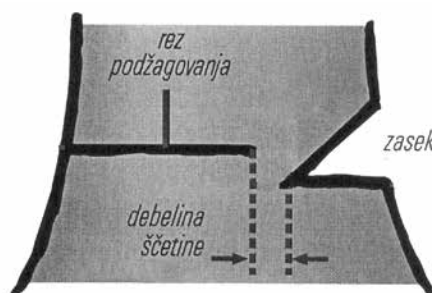
Pri podiranju z motorno verižno žago moramo biti previdni, saj je sečnja dreves zelo nevarno opravilo. Varno podiranje in padec drevesa v želeno smer dosežemo po naslednjih navodilih (slika 5):

- Očistimo okolico drevesa, in če drevo ima korenčnik (spodnji odebeljeni del debla), ga obžagamo.
- V smeri podiranja izdelamo **zasek**. Najprej se naredi raven rez prečno v deblo, ki je globok 1/6–1/4 premera drevesa, sledi poševni rez od zgoraj navzdol približno pod kotom 35°.
- Na nasprotni strani debla (zaseka) **podžagujemo** od 2 do 5 cm (1/10 premera) višje od dna zaseka.

Podžagujemo tako globoko, da ustvarimo **ščetino**, ki je debela od 2 do 5 cm (1/10 premera). Ščetina zagotovi smer padanja drevesa, saj deluje kot vrtilišče oz. tečaj, okoli katerega se obrne padajoče se drevo.

Rez podžagovanja je nižji, zato da drevo ne zdrsne nazaj, ko se prelomi na ščetini.

- Pri podžagovanju vstavljamo kline, da preprečimo stiskanje žage. Nekatera drevesa začnejo padati v želeno smer sama od sebe, nekatera (bolj debela, s simetrično krošnjo) pa moramo »naganjati« z zabijanjem klinov ali naganjalnim vzvodom.
- Z zabijanjem klinov premaknemo težišče drevesa, ščetina se prelomi in drevo pade v želeno smer. Ko začne drevo padati, se umaknemo v stran od drevesa pod kotom 45° glede na podžagovanje.
- Na nagnjenem terenu podiramo navzgor, če je to možno.
Zgodi se, da drevo pade na drugo drevo in na njem obvisi. Edino pravilno in varno je, da obviselo drevo s traktorskim vitlom ali z žično natego potegnemo na tla.



Slika 5: Sečnja drevesa (X)

1.4.1 Krojenje

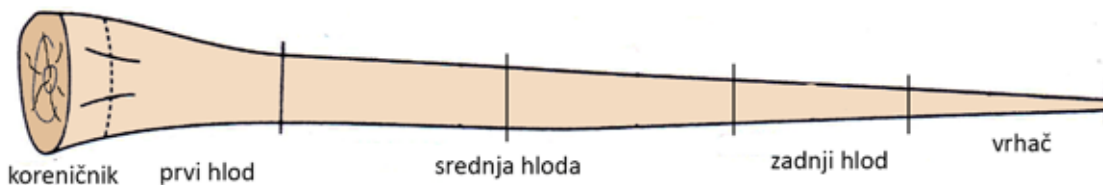
Pri krojenju deblo razžagamo na gozdne sortimente. Praviloma krojijo deblo gozdarji po sečnji. V primeru, da pridobimo daljša debela, se krojenje izvede na skladišču žagalnice.

Krojilec mora dobro poznati značilnosti gozdnih sortimentov, standard za hlodovino, napake lesa, razmere na trgu ... Krojiti se začne pri spodnjem debelejšem delu debla in konča na vrhu. Upoštevati moramo standardno dolžino hlodov z nadmero. Upoštevamo tudi predpisano napredovanje dolžine – vrednosti so podane pri pogl. 2.4.

Nadmera se doda zaradi poškodb čela, ki nastanejo pri spravi, in se ne upošteva pri plačilu.

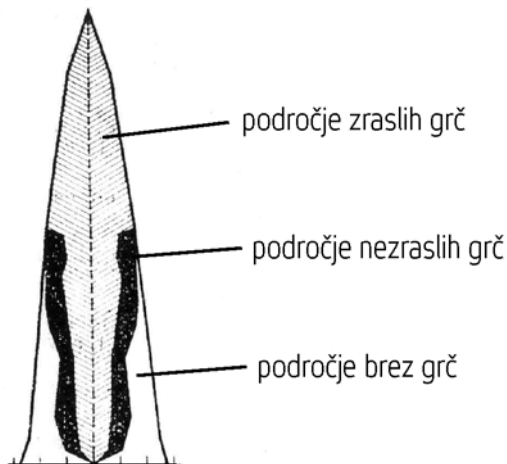
Prvi hlod lahko vsebuje koreničnik (korenovec), ki ga kasneje odžagamo, ker ima zveržena vlakna in ni primeren za žagarske sortimente. Vrhač je tanjši od 8 cm.

Iglavce krojimo predvsem na želeno dolžino hlodov, seveda pa skupino napak prežagamo, in izločimo, če je to možno. Listavce krojimo predvsem po kvaliteti, kar je zahtevnejše zaradi pogostih in različnih napak. Mesto prežagovanja (ob upoštevanju standardne dolžine hloda) določimo tako, da največje napake (zgoščenost grč, poškodbe, rogovila ...) izločimo, krivi hlod prežagamo na krivini in podobno, da pridobimo kvalitetnejše sortimente.



Slika 6: Primer krojenja debla (13.: 33)

Grče so pomemben dejavnik pri krojenju drevesa. Položaj grč v deblu je različen. V spodnjem delu so grče manjše in blizu stržena (slika 7), zato je prvi hlood najkvalitetnejši, saj ima najmanj grč.



Slika 7: Področja grčavosti v deblu (9.: 488)

1.5 Certifikacija gozdov

Sekanje na črno, trgovanje z lesom na črno, slabo in škodljivo ravnanje z gozdom, goloseki ... so privedli do sistema certificiranja gozdov. Razvitih je več standardov certificiranja.

Pri nas se uporabljata:

- Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). PEFC je namenjen predvsem lastnikom manjših gozdov, ki trajnostno gospodarijo z gozdom.
- Forest Stewardship Council (FSC) je namenjen predvsem večjim lastnikom gozdov in podjetjem.

Oba certifikata zagotavljata, da je sekanje lesa legalno, da je gozd upravljan trajnostno. S tem gozdovi ohranjajo biotsko raznovrstnost, proizvodnost, sposobnost obnavljanja in vitalnost. Spoštujejo se vse funkcije gozda (ekološke, socialne in proizvodne) na lokalni, nacionalni in svetovni ravni. Posek ne sme preseči prirastka lesa, pesticidi so prepovedani. Ščitijo tudi gozdne delavce, avtohtone prebivalce (domorodce) in lastnike gozda.

V Sloveniji so po shemi FSC certificirani gozdovi, ki so v lasti države, in nekateri gozdovi v lasti Cerkve. Certificiranje gozdov v zasebni lasti se vzpostavlja po shemi PEFC. Enkrat letno se preverja spoštovanje pravil. V primeru kršenja pravil se lahko certifikat odvzame. Pridobljen certifikat zagotavlja sistem preglednega nadzora gospodarjenja z gozdovi in sistem sledljivosti lesa od gozda do končnega proizvoda. Kupec pozna poreklo in ima garancijo, da je nabavljen proizvod iz ekološko neoporečnega lesa.



Slika 8: Sledljivost lesa od gozda do končnega izdelka (X)

Vprašanja in naloge:

1. Določite bistvene značilnosti gozda v Sloveniji (razširjenost, vrste gozdov, drevesna sestava ...).
2. Opredelite pomen gozda – upoštevajte vse njegove funkcije.
3. Podajte opis in pomen certificiranja gozdov.
4. Kako in kdaj sekamo drevesa?

2. HLODOVINA

Osnovni pridelek gozda so gozdni lesni sortimenti (okrogel les), ki jih pridobimo s sekanjem dreves.

Po namenu rabe razlikujemo:

- *Hlodovina* je okrogel les, ki se uporablja za proizvodnjo žaganega lesa (vključno z železniškimi pragovi) in za proizvodnjo furnirja. V hlodovino se uvrščajo gozdni lesni sortimenti, ki jih je mogoče uvrstiti v katerega koli izmed predpisanih kakovostnih razredov.
- *Les za celulozo in plošče* je ves okrogel les, razen hlodov, ki se uporabljajo za proizvodnjo celuloze, ivernih in vlaknenih plošč.
- *Drug okrogel industrijski oz. tehnični les* je okrogel les, ki se uporablja predvsem za droge, pilote, stebre, ograje, jamske opornike, pridobivanje tanina, destilacijo, vžigalice in lesno galanterijo.
- *Les za kurjavo* je les iz debla in vej, ki se uporablja kot kurivo ali gorivo.

Za hlodovino in ostale gozdne sortimente velja *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije RS (2017)*.

Pravilnik je izdalo Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, objavljen pa je v Uradnem listu RS, št. 30/17 in na spletu.

Pravilnik upošteva slovensko prakso in privzete evropske standarde (SIST EN). Obvezno se mora uporabljati za gozdne sortimente iz državnih gozdov.

V nadaljevanju bomo povsem upoštevali navedeni pravilnik, saj zajema ustrezne in sodobne norme in pravila, skladne z drugimi evropskimi državami, kar olajša delo, saj so različna določila in pravila o gozdnih sortimentih zbrana na enem mestu.

Odkupovalci lesa iz zasebnih gozdov lahko napake in les klasificirajo drugače, saj za merjenje in definicije napak obstajajo tudi drugačna pravila.

Hlodovina je torej osnovna surovina za žagarsko predelavo lesa.



Slika 9: Hlodovina (U. G.)

Deblo je nadzemni in največji del drevesa brez vej.

Hlod (krlj) je odžagan, debelejši del debla, ki ga lahko uvrstimo v predpisan kakovostni razred.

2.1 Merjenje hlodovine

Ob prevzemu hlode izmerimo, izračunamo njihovo prostornino, ugotovimo kakovostni razred in drevesno vrsto. Navedeno moramo poznati zaradi plačila in tudi za načrtovanje proizvodnje in sortiranja hlodov pred uporabo. Merimo ročno ali avtomatsko. Podali bomo merjenje po standardu SIST EN 1309-2:2006, ki ga predpisuje tudi *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije RS*.

Merjenje premera

Premer se meri brez lubja (skorje) na sredini dolžine hloda. Merimo ga dvakrat navzkrižno (največji in najmanjši premer) in zaokrožimo navzdol na centimeter (cm) natančno. Izračuna-

mo aritmetično sredino, ki jo tudi zaokrožimo navzdol.

Za hlode do premera 19 cm velja enako pravilo kot za debelejša hlode, s tem da merimo premer samo enkrat. Dobljeni premer je srednji premer hloda, vendar ga lahko označimo samo kot premer hloda (D).

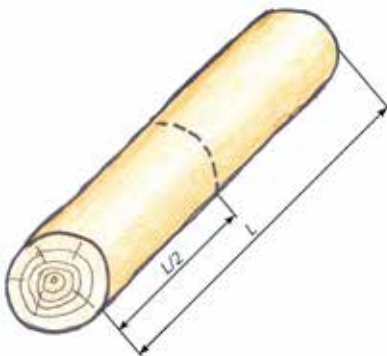
$$D = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$$

D (cm)..... premer (srednji) hloda

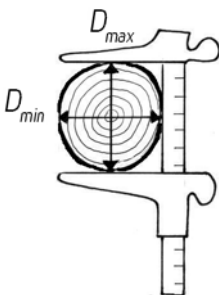
$D_{\max}$ (cm)... največji premer hloda na sredini dolžine hloda

$D_{\min}$ (cm)... najmanjši premer hloda na sredini dolžine hloda

V primeru, da je v sredini hloda napaka oblike (bula ali zožitev), merimo premer pred in za napako. Tako dobimo štiri meritve, katerih aritmetična sredina je ustrezen premer, ki ga ravno tako zaokrožimo navzdol na cele centimetre.



a) mesto merjenja – sredina hloda



b) navzkrižno merjenje

Slika 10: Merjenje premera hloda s premerko (Z. S.)

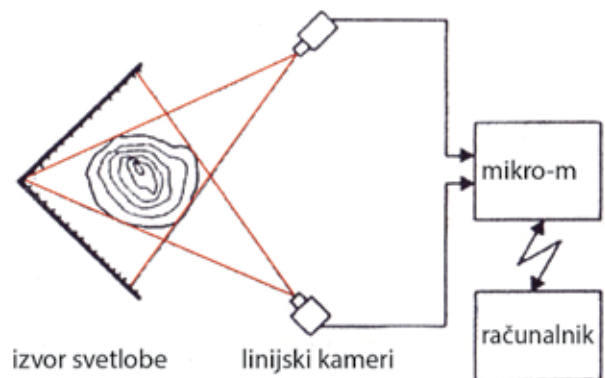
Premer merimo z leseno *klupo* (*premerko*), vedno bolj pa se uporablja elektronska premerka, kjer s pritiskom na tipko zabeležimo premer, možne pa so tudi razne aplikacije. V sodobnih žagarskih obratih merijo hlood z elektronsko merilno napravo kar na strojni liniji.

Pri merjenju premera lahko lubje na mestu merjenja odstranimo. Če merimo hlood z lubjem, se od premera odšteje dvakratna debelina lubja. Skuša se ugotoviti dejanska debelina skorje, ki je odvisna tudi od rastišča.

Pri določanju napak merimo premer čela hloda. Premer se meri najmanj 5 cm vstran od čel.



Slika 11: Merjenje premera čela hloda (X)



Slika 12: Avtomatsko merjenje premera hloda z elektronsko napravo (12.: 129)

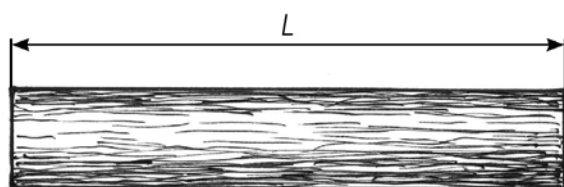
Preglednica 3: Orientacijske vrednosti dvojne debeline skorje v odvisnosti od premera okroglega lesa

Vrsta lesa in srednji premer	Dvojna deb. skorje
Smreka	
srednji premer s skorjo do 26 cm	1 cm
srednji premer s skorjo 27–50 cm	2 cm
srednji premer s skorjo 51 cm in več	3 cm
Jelka	
srednji premer s skorjo do 22 cm	1 cm
srednji premer s skorjo 23–38 cm	2 cm
srednji premer s skorjo 39–55 cm	3 cm
srednji premer s skorjo 56 cm in več	4 cm
Bukev	
srednji premer s skorjo do 41 cm	1 cm
srednji premer s skorjo 42 cm in več	2 cm
Hrast	
srednji premer s skorjo do 20 cm	1 cm
srednji premer s skorjo 21–31 cm	2 cm
srednji premer s skorjo 32–42 cm	3 cm
srednji premer s skorjo 43–53 cm	4 cm
srednji premer s skorjo 54 cm in več	5 cm

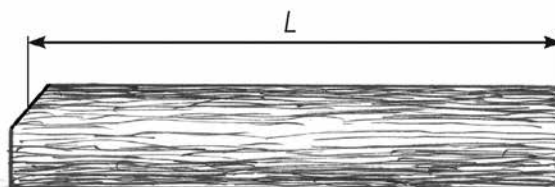
Merjenje dolžine

Dolžino merimo na najkrajšem mestu hloda na centimeter natančno. Pri krivem hlodu merimo tetivo loka hloda. Pri hlodu z zaseko od podiranja upoštevamo za dolžino sredino zaseke.

Rezultat meritve podamo v metrih in ga zaokrožimo na eno decimalno mesto.



a) dolžina hloda



b) dolžina hloda z zaseko

Slika 13: Merjenje dolžine hloda (Z. S.)

Pri merjenju dolžine upoštevamo nadmero, ki znaša minimalno 1 % dolžine hloda. Pri izračunu prostornine upoštevamo tržno dolžino, ki je zaokrožena navzdol na 10 cm oz. na nominalno mero.

2.1.1 Izračun prostornine

Prostornino (volumen) hloda izračunamo kot prostornino valja.

Dobljeni rezultat v m³ zaokrožimo na tri decimalna mesta natančno. Za π upoštevamo štiri decimalna mesta.

$$V_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L$$

V_H (m³).....prostornina hloda

D (m).....premer (srednji) hloda

L (m).....dolžina (tržna) hloda

$\pi = 3,1416$

Primer:

Na sredini hloda smo navzkrižno izmerili premera hloda brez lubja 41,3 cm in 38,8 cm. Dolžina hloda z nadmero je 427 cm. Kolikšna je prostornina hloda?

Dimenzije zaokrožimo po zgornjih navodilih!

Premer hloda:

$$D = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} = \frac{41 \text{ cm} + 38 \text{ cm}}{2} = 39,5 \text{ cm} = 39 \text{ cm}$$

Prostornina:

$$V_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = \frac{3,1416 \cdot (0,39 \text{ m})^2}{4} \cdot 4,2 \text{ m} = 0,502 \text{ m}^3$$

2.2 Razvrščanje okroglega lesa po dimenzijah

Razvrščanje okroglega lesa po dimenzijah podajamo po standardu SIST EN 1315:2010 na podlagi srednjega premera – preglednica 4. Če se premer meri z lubjem, mora prodajalec podati tudi odbitek lubja. Dolžina hloda je predpisana v kvalitetnem razredu in ne vpliva na razvrstitev. Delitev razredov na a in b se lahko razširi tudi na ostale razrede, pri tem moramo upoštevati pravilo, kot je pri nižjih razredih.

Preglednica 4: Razvrstitev okroglega lesa v debelinske razrede

Razred brez lubja	Razred z lubjem	Srednji premer (cm)
D0	R0	< 10
D1a	R1a	10–14
D1b	R1b	15–19
D2a	R2a	20–24
D2b	R2b	25–29
D3a	R3a	30–34
D3b	R3b	35–39
D4	R4	40–49
D5	R5	50–59
D6	R6	60–69
D7	R7	70–79
D8	R8	≥ 80

2.3 Napake hlodovine

Obravnavali bomo samo definicijo, merjenje in izračun (določitev) napake oz. vse dejavnike napak, ki jih moramo poznati za uvrščanje hlodov (okroglega lesa) v kakovostne razrede.

Razlikujemo naslednje skupine napak:

NAPAKE DEBLA				
Nepravilnosti v obliki debla	Nepravilnosti v anatomske zgradbi	Poškodbe debla	Napake v barvi lesa in trohnobe	Poškodbe od insektov
• koničnost • krivost • ovalnost • žlebatost	• grče • ekscentričnost • širina branike • dvojno srce • zavitost	• smolni žepi • valovita rast • notranje razpoke • kolesivost • mrazne razpoke • čelne in površinske razpoke	• diskoloriran les • dvojna beljava • sprememba barve na obodu in osrednjem delu debla • obodna trohnoba • trohnoba v srcu	• odprtine (luknje) na obodu debla

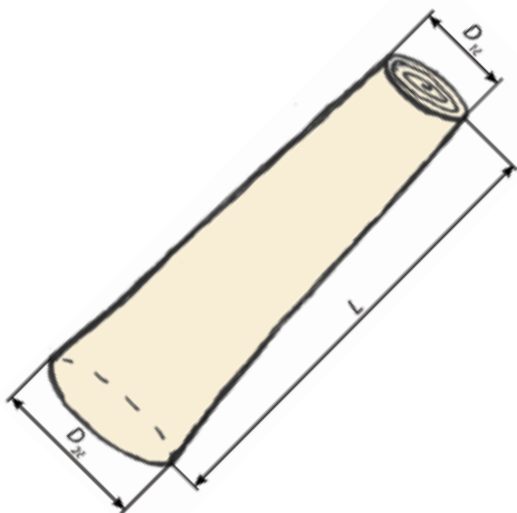
Velja za vse napake:

- Premer hloda pomeni srednji premer (D) na polovici dolžine hloda (pogl. 2.1).
- Premer čela hloda je srednji premer čela (D_c). Meritev se opravi najmanj 5 cm vstran od čela.
→ Upošteva se tisto čelo hloda, kjer je napaka največja.
- Premer na mestu merjenja (D_m) pomeni srednji premer na mestu merjenja napake.
- Merjenje premera poznamo, napake pa praviloma merimo na (mm) natančno.
- Napake izrazimo v (%) npr. 20 % ali z razmerjem npr. 1/5.
- Pri sortimentu s korenovcem se območje korenovca ne upošteva pri merjenju napak.
- *Reakcijskega lesa pri hlodih* ne merimo, ampak ga samo zaznamo in je lahko predmet obravnave pri prevzemu.

2.3.1 Nepravilnosti v obliki debla

Različne oblike debla (okroglega lesa) nastanejo pri rasti drevesa (koničnost, krivost, ovalnost, žlebatost).

• Koničnost debla



Slika 14: Koničnost (Z. S.)

Koničnost je odstopanje oblike debla od oblike valja in pomeni upadanje premera po dolžini debla ali hloda.

Meri se premer na debelejšem (D_{1c}) in tanjšem koncu (čelu) (D_{2c}) ter dolžina hloda (L). Premer se meri najmanj 5 cm vstran od čel.

Določimo jo na dva načina:

1. način

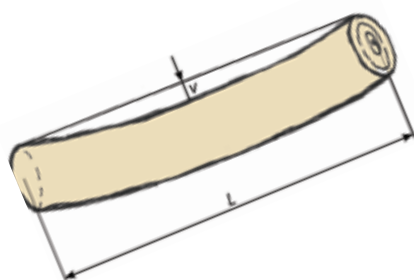
$$\text{padec premera: } pp(\text{cm/m}) = \frac{D_{1c} - D_{2c}}{L} \text{ in}$$

2. način

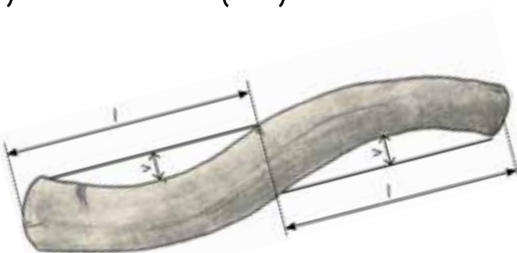
$$\text{koničnost (\%)} = \frac{pp}{D_{1c}} 100$$

Koničnost do 1 % ni napaka (polnolesno deblo).

• Krivost debla



a) enkratna krivost (Z. S.)



b) večkratna krivost (S.K.)

Slika 15: Krivost

Hlod ima obliko loka. Krivost je odklon vzdolžne osi hloda ali debla od ravne osi (črte), ki povezuje skrajni notranji točki obeh površin čel.

Ugotovimo jo na dva načina:

1. Merimo največjo višino loka (v) od dolžine ravne osi (L) – običajno pri listavcih.

2. Merimo največjo višino loka (v) in srednji premer (D) – navadno pri iglavcih.

Razlikujemo enkratno in večkratno krivost (pri ugotavljanju ni razlike).

1. način:

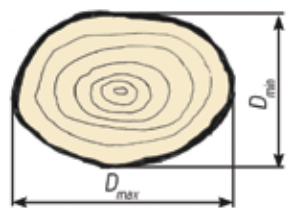
$$\text{krivost (\%)} = \frac{v}{L} 100 \text{ ali } \text{krivost (cm/m)} = \frac{v}{L}$$

$$2. \text{ način: } \text{krivost (\%)} = \frac{v}{D} 100$$

Večkratna krivost:

deblo se na mestih spremembe krivine navidezno razdeli na dele z enojno krivostjo. Krivost se določi za vsak del posebej po navedenih enačbah.

• Ovalnost



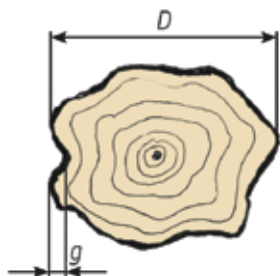
Slika 16: Ovalnost (Z. S.)

Ovalen (eliptičen) prerez je odstopanje prereza (čela) debla od krožne oblike. Merimo večji premer hloda ($D_{\max}$) in manjši premer hloda ($D_{\min}$) na sredini hloda. Najprej izračunamo srednji premer hloda (D), kot že poznamo, nato pa ovalnost.

$$\text{ovalnost}(\%) = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} 100$$

Ovalnost do 10 % (1/10) ni napaka.

• Žlebatost



Slika 17: Žlebatost (Z. S.)

Deblo ima vzdolžne poglobitve (žlebove). Letnice so valovite.

Meri se največja globina žleba hloda (g) in premer (D_m) na tem mestu merjenja. Ugotavlja se, kjer je največja.

$$\text{stopnja žlebatosti}(\%) = \frac{g}{D_m} 100$$

2.3.2 Nepravilnosti v anatomski zgradbi lesa

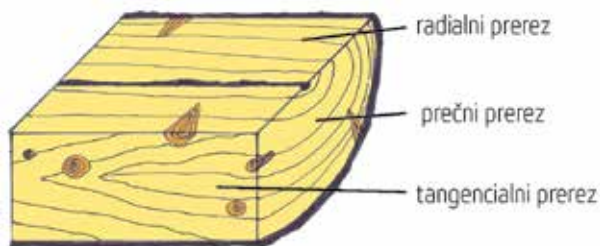
Sem uvrščamo tiste napake v zgradbi lesa, ki nastanejo v času rasti drevesa (grče, ekscentričnost, širina branike, dvojno srce, zavitost, smolni žepi, valovita rast in valovitosti letnic).

2.3.2.1 Grče

Pri rasti drevesa veje odmrejo in deli vej v deblu so grče. Spremenijo izgled in lastnosti lesa. Grče so pomemben dejavnik pri razvrstitvi hlodov in žaganic v kakovostne razrede.

Na sliki 18 so prikazani trije osnovni prerezi lesa (debla), ki prikažejo potek in razporeditev elementov lesa, potek letnic ter predstavljajo značilno teksturo lesa.

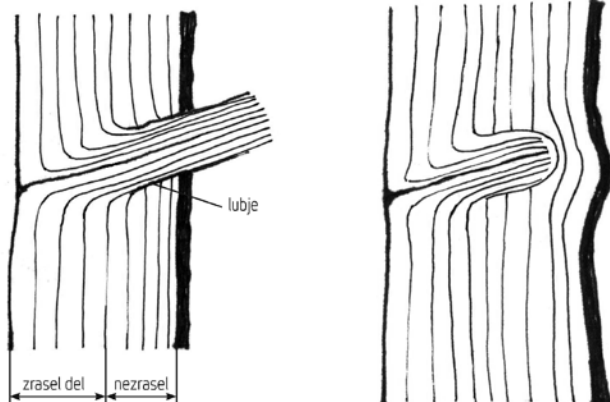
Grča v deblu ima približno obliko konice (stožca), ki poteka pravokotno (radialno) na vzdolžno os. Posledično ima na obodu debla in na tangencialnem prerezu okroglo obliko, na radialnem in prečnem prerezu pa je oblika podobna ozkemu trikotniku.



Slika 18: Grče na osnovnih prerezih lesa (Z. S.)

• Zraslost grč

Grče so ostanki živih in mrtvih vej drevesa. Poznamo:
- zrasle, nezrasle in preraste (vrasle, slepice) grče.



a) zrasla in nezrasla grča

b) slepica

Slika 19: Grče po zraslosti (Z. S.)

Zrasla grča ima najmanj tri četrtine ($3/4$) prereza obsega zraslega (oz. neposredno povezanega z vlakni) z okolnim lesom.

Nezrasla grča (mrtva) ni povezana z okolnim lesom.

Prerasle grče (slepice) so mrtve grče, ki jih preraste les, zato postanejo skrite (slepice).

• Zdravost grč

Suha, odlomljena veja začne trohneti. Odlom veje omogoči tudi vnos gliv v grčo, zato se ta najprej omehča, nato začne trohneti.

Zdrava grča nima sledi napada gliv ali preperelosti, barva je rožnata.

Nagnita grča do $1/3$ površine prereza je gnila.

Gnila ali trhla grča več kot $1/3$ površine prereza vsebuje gnilobo.



a) prečni



b) vzdolžni prerez

Slika 20: Zdrava grča (U. G.)

• Merjenje:

Iglavci – zrasle in nezrasle grče:

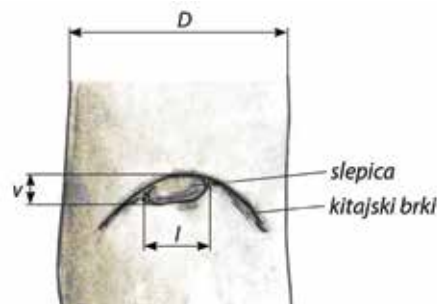
merimo najmanjši premer grče na obodu okroglega lesa, brez upoštevanja vejnega ovratnika (okolne zaceline).

Listavci – zdrave in trohneče grče: merimo najmanjši premer grče, brez upoštevanja vejnega ovratnika.

• Prerasle grče

Mrtvo grčo preraste les in postane skrita (*slepica*). Pri listavcih se veja odlomi tik ob deblu. Štrcelj hitro preraste okolni les ter nastane grča slepica, ki je opazna samo po manjši okrogli ali ovalni izboklini na obodu debla, ki ji pravimo *bradavica*. Izbokline so značilne za drevesno vrsto. Ob odlomu veje nastanejo na skorji brazgotine, ki so pri bukvi in tudi lipi, gabru zelo značilne, in jim pravimo *kitajski brki* (slika 21). Kitajski brki so sprva ukrivljeni močno navzdol, z debelitvijo debla pa se razširijo in izravnavajo, zato lahko iz njihovega naklona in oblike izbokline sklepamo o velikosti slepice.

Napako slepice izrazimo z razmerjem med višino (v) in širino (l) bradavice.



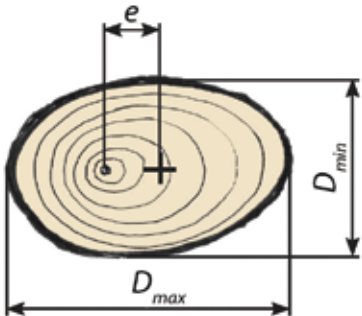
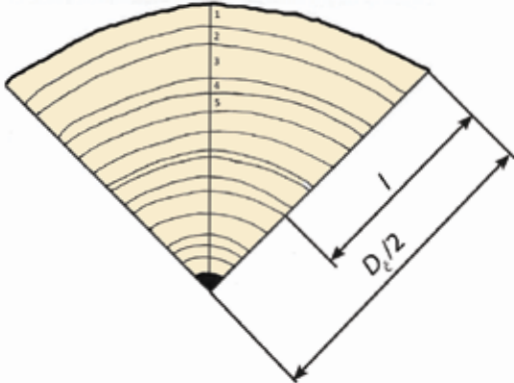
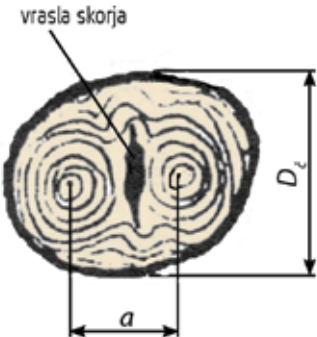
Slika 21: Slepica (kitajski brki) pri bukvi (S. K.)

Ugotavljamo tudi premer grče pred zaraščanjem (p) in globino (g).

$$\text{napaka slepice} = \frac{v}{l}$$

$$p(\text{mm}) = \frac{v}{2} \quad g(\text{mm}) = \frac{D}{2} - \frac{D \cdot v}{2 \cdot l}$$

2.3.2.2 Preostale napake zaradi nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa

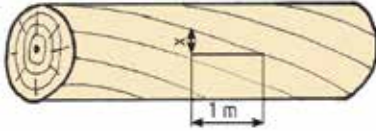
• Ekscentričnost	
	Stržen debla ni v sredini prereza debla. Meri se na tistem premeru čela (D_c), kjer je napaka največja. Ugotovi se razdalja (e) med strženom in geometričnim središčem preseka hloda. $\text{ekscentričnost (\%)} = \frac{e}{D_c} 100$ Ekscentričnost do 10 % ni napaka.
• Širina branike (hitrost rasti)	
	Preširoke branike nastanejo pri prehitri rasti drevesa in so napaka. Upoštevamo <i>srednjo (povprečno) širino branike</i>. Na čelnem premeru (D_c) povlečemo linijo pravokotno (v radialni smeri) na letnice (slika) in na razdalji (l) preštejemo letnice (n). Razdalja (l) obsega območje 75 % ali 3/4 čelnega polmera ($D_c/2$). $l = \frac{75\%}{100\%} D_c / 2$ - širina branike (mm) = $\frac{l}{n}$
• Dvojno srce	
	Nastane, kadar se zarasteta dve debli. Na prečnem prerezu debla sta vidna dva stržena. Merimo razmik (a) med centroma stržena glede na premer čela (D_c). $\text{dvojno srce (\%)} = \frac{a}{D_c} 100$ Na mestih, kjer se debela sprva le stikata je še vedno ostanek skorje, kar je tudi napaka – vrasla skorja.

Slika 22: Ekscentričnost (Z. S.)

Slika 23: Širina branike (Z. S.)

Slika 24: Dvojno srce (Z. S.)

• Zavita rast (zavitost) drevesa



Slika 25: Zavita rast (Z. S.)

Anatomske elemente se ovijajo okoli osi drevesa, torej ne potekajo vzporedno z vzdolžno osjo debla.

Meri se odklon vlaken (x) od osi hloda na dolžini enega metra, glede na srednji premer (D). Izbere se 1 m dolg kos oboda, kjer je zavitost največja.

Izmerjeni odklon (x) lahko izrazimo tudi v centimetrih na meter:

$$\text{zavitost}(\%) = \frac{x}{D} 100 \quad \text{ali} \quad \text{zavitost}(\text{cm/m}) = \frac{x}{D}$$

Zavitost do 5 % ni napaka.

• Smolike (smolni žepi)



Slika 26: Smolika (S. K.)

Smolike so votlinice v lesu, ki potekajo v smeri vlaken. Napolnjene so s smolo. Nahajajo se v lesu iglavcev s smolnimi kanali. Jelka in tisa torej nimata smolik.

Merimo velikost (cm) smolike (v) na čelu vzporedno z letnico in ugotovimo njihovo število.

• Valovita rast in valovitost letnic

Pri valoviti rasti vlakna ne potekajo vzporedno z vzdolžno osjo debla, tako nastane posebna tekstura in tudi lastnost lesa. Hlodi s takšno teksturo so zaradi estetskih lastnosti zelo cenjeni, npr. javor rebraš.

Valovitost letnic je najbolj znana pri *smreki leščarki*, ki velja za resonančni les (les za zvočne deske godal).

Praviloma teh lastnosti ne štejemo za napako!



a) javor rebraš (X)



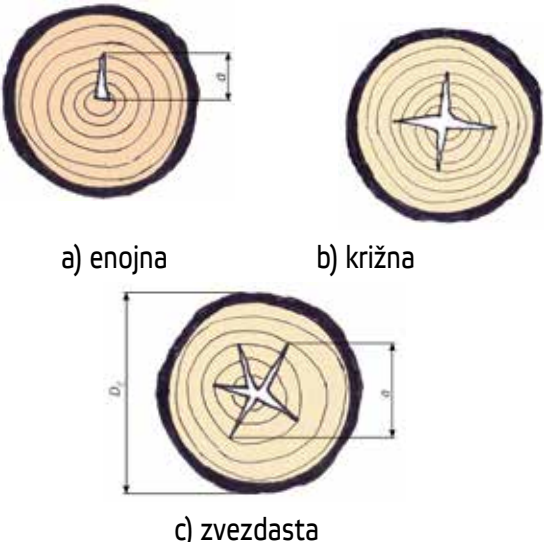
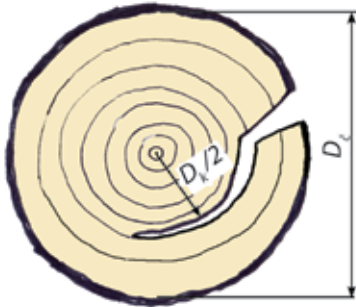
b) valovitost letnic (škorš) (U. G.)

Slika 27: Valovita rast in valovitost letnic

2.3.3 Poškodbe debla zaradi fizikalnih in mehanskih vplivov

Napake zaradi fizikalnih in mehanskih vplivov nastanejo v času rasti debla, po poseku in zaradi sušenja lesa. Te napake so: kolesivost, notranje (srčne) razpoke debla, mrazne razpoke, obodne in čelne razpoke debla, dvojno srce in poškodbe drevesa.

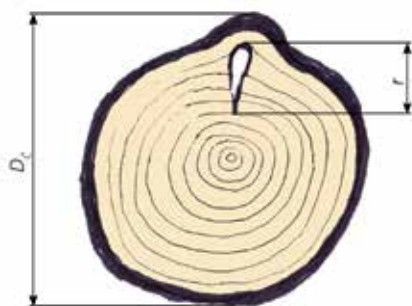
Vse razpoke so vzdolžno razcepljeno lesno tkivo.

• Notranje (srčne) razpoke	
 a) enojna b) križna c) zvezdasta	Pojavijo se po poseku drevesa. Lahko so posledica notranjih rastnih napetosti v drevesnem deblu ali pa sušenja (krčenja) lesa. Notranje razpoke imajo svoj začetek v srcu (strženu), kjer so najširše in se raztezajo radialno proti obodu. - Enojna razpoka, meri se dolžina razpoke (a) od središča proti obodu. - Križne in zvezdaste, meri se dolžina najdaljše razpoke. Merimo na čelu. Upošteva se dolžina razpoke (a) glede na premer (D_c). $\text{notranja razpoka} = \frac{a}{D_c}$
• Kolesivost (okrožljivost)	
 a) enojna  b) večkratna	Krožna razpoka debla, ki poteka po letnici (med branikami). Merimo premer čela hloda (D_c) in premer krožne razpoke (D_k). $\text{kolesivost (\%)} = \frac{D_k}{D_c} 100$ Razlikujemo: - delno kolesivost < 50 % - popolno kolesivost > 50 % - 100 % kolesivost – les odstopi po celem krogu letnice. Če les odstopi po dveh letnicah, je dvojna; če po več letnicah, pa večkratna kolesivost.

Slika 28: Srčne razpoke (Z. S.)

Slika 29: Kolesivost (Z. S.)

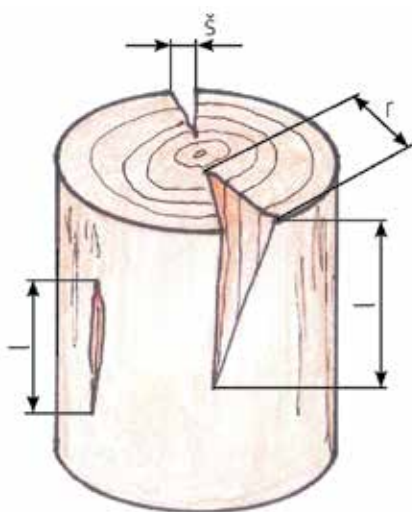
• Mrazne razpoke (zimavost)



Slika 30: Zimavost (Z. S.)

Pri zelo nizkih temperaturah drevo počí na obo-
du v radialni smeri. Mrazna razpoka poteka v
vzdolžni smeri praviloma v spodnjem delu debla.
Ščasoma drevo razpoko zaraste, opazna pa ostane
izbočena zarastlina. Meri se globina razpoke (r)
glede na premer čela hloda (D_c).

• Čelne (obodne), površinske in zunanje razpoke debla



Slika 31: Čelne razpoke in poklina (Z. S.)

Nastanejo zaradi samega sušenja (krčenja) lesa in
tudi neenakomernega krčenja. Lahko so tudi pos-
ledica notranjih rastnih napetosti v drevesu.

Dolžino razpoke (l) merimo v vzdolžni smeri deb-
la, globino (r) pa prečno na os debla.

Čelne (obodne) razpoke

Na čelih je sušenje lesa hitro, zato so razpoke na če-
lih pogoste in izrazite. Razmerje čelne razpoke:

$$\text{čelna razpoka} = \frac{r}{D_c}$$

Razpoke na površini debla (pokline) so drobne.

Zunanja razpoka (reža) zavzame cel presek hloda
ali sortimenta in poteka v vzdolžni smeri. Merimo
njeno dolžino (l) glede na premer čela.

2.3.4 Napake v barvi lesa in trohnobe

Spremembo barve in trohnobe povzročajo glive.

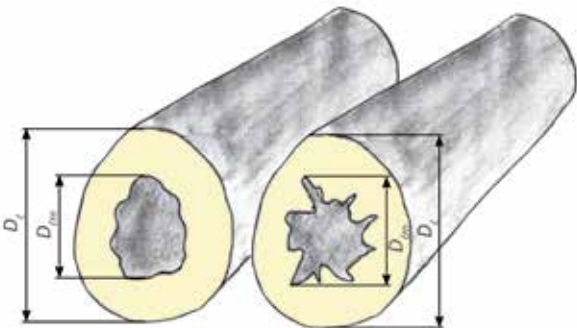
Glive »barvarke« spremenijo samo barvo lesa, ostale lastnosti se ne spremenijo. Najbolj pogoste so
glive modrivke. Les je uporaben za konstrukcije in skrite dele pohištva.

Trohnobne glive (razkrojevalke) se prehranjujejo s sestavinami celičnih sten lesa. Trohnobne glive
razlikujemo po barvi. Rjavo trohnobo povzročajo glive, ki razkrajajo celulozo, belo trohnobo pa
glive, ki razgradijo lignin. Trohnobe so razkroj lesa in tak les je povsem neuporaben.

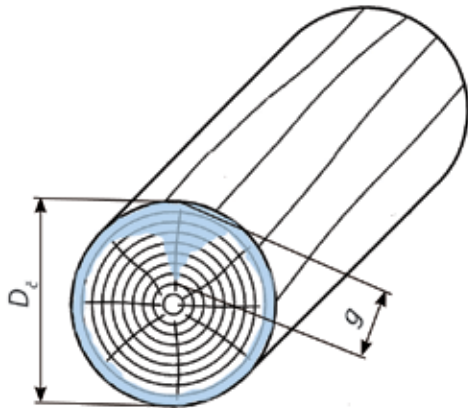
Kot napake so opredeljene: diskoloriran les, dvojna beljava, sprememba naravne barve na obodu debla in v osrednjem delu debla, obodna trohnoba in trohnoba v srcu.

Pogoji, da les napadejo glive, so:

- vlažnost lesa nad 20 do 60 %,
- temperatura zraka od 3 do 35 °C,
- prisotnost zraka (kisika).

• Diskoloriran les (neprava črnjava)	
 Slika 32: Diskoloriran les (S. K.)	Diskoloriran les nastane v osrednjem delu debla in ima temnejšo barvo. Obarvanost je neenakomerna, ni centrična in ne meji na črte letnic ter ima višjo vlažnost. Najpogosteje se pojavi pri bukvi in ga imenujemo <i>rdeče srce</i>. Lahko je zvezdaste oblike. Pri topolu, javorju in gabru lahko nastane <i>rjavo srce</i>, pri jelki pa <i>mokro srce (mokrina)</i>. Merimo največji premer neprave črnjave ($D_{\text{črn}}$) in premer čela ($D_{\text{č}}$). $\text{neprava črnjava (\%)} = \frac{D_{\text{črn}}}{D_{\text{č}}} 100$
• Dvojna beljava (mesečev kolobar)	
 Slika 33: Dvojna beljava (Z. S.)	Pojavi se pri vrstah lesa s črnjavo. Na čelu hlo-da vidimo ožji kolobar (do 3 cm širine) beljave, vsebovan v sami črnjavi. Napaka je redka in značilna za hrast. Napaka se samo ugotavlja.

• Sprememba naravne barve na obodu debla



Slika 34: Sprememba barve na obodu (S. K.)

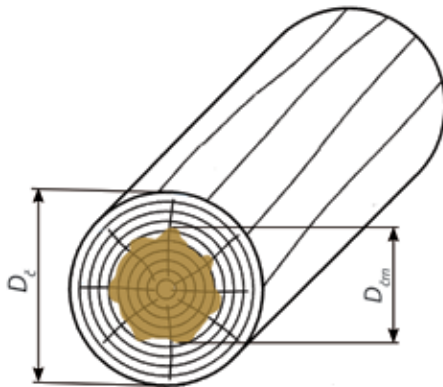
Spremembo barve na obodu povzročijo glive. Je estetska napaka, mehanske lastnosti lesa ostanejo nespremenjene.

Pri iglavcih je pogosta modrivost.

Merimo globino (g) spremembe barve in premer čela (D_ϵ).

$$\text{obarvanost na obodu (\%)} = \frac{g}{D_\epsilon} 100$$

• Sprememba naravne barve v osrednjem delu debla (srcu)



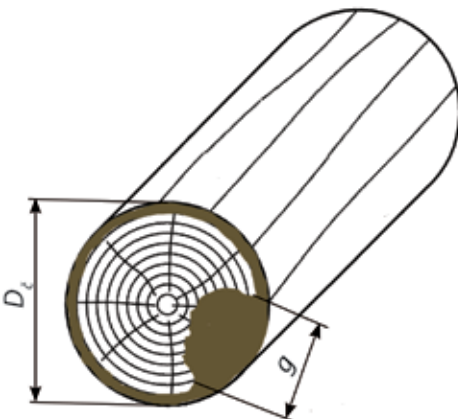
Slika 35: Sprememba barve v srcu (S. K.)

Sprememba barve nastane v notranjosti debla zaradi delovanja gliv.

Merimo premer obarvanega dela v osrednjem delu ($D_{\epsilon m}$) in premer čela debla (D_ϵ).

$$\text{obarvanost srca (\%)} = \frac{D_{\epsilon m}}{D_\epsilon} 100$$

• Obodna trohnoba (površinska)



Slika 36: Obodna trohnoba (U. G)

Trohnoba (rjava, bela) je razkroj lesa. Povzročijo jo glive razkrojevalke.

Vse lastnosti lesa se poslabšajo, spremeni se tekstura in barva.

Merimo globino (g) strohnelega dela in premer čela (D_ϵ).

$$\text{trohnoba na obodu (\%)} = \frac{g}{D_\epsilon} 100$$

• Trohnoba v srcu



Slika 37: Trohnoba v srcu (U. G.)



Slika 38: Piravost (U. G.)

Trohnoba (rjava, bela) se pojavi v osrednjem delu debla.

Merimo premer strohnelega dela (D_t) in premer čela debla (D_ϵ).

$$\text{trohnoba v srcu (\%)} = \frac{D_t}{D_\epsilon} 100$$

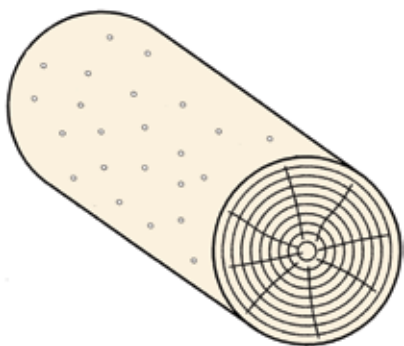
Piravost povzročijo glive, ki napadejo posekan les bukve, pa tudi les breze, gabra in javorja. Naprej se pojavi rdeče obarvanje (rdeče srce), ki je opazno na čelnem prerezu, nato pa se okužba z glivami zelo hitro koničasto širi v notranjost. Pojavijo se bele, rdečkaste, rjave in črne linije in les začne zelo hitro propadati. Nekateri deli lesa so strohnili, poleg njih pa je sloj zdravega lesa. Obravnava se kot trohnoba.

2.3.5 Poškodbe zaradi insektov

Poškodbe povzročijo insekti (žuželke) pri neustreznem skladiščenju hlodovine in možnosti okužbe. Običajno živijo s sožitju z glivami – ambrozijski hrošči – ki imajo majhne izletne odprtine premera ~ 2 mm. Hrošči propadejo, ko se les posuši.

Les iglavcev rade napadejo lesne ose, ki imajo izletno odprtino 4–7 mm.

• Luknje



Slika 39: Odprtine na obodu (S. K.)

Na obodu debla so vidne *luknje ličink oz. izletne odprtine v lesu*. Ličinke vrtajo v les rove in ga močno in trajno poškodujejo. Ogrožena je trdnost in s tem nosilnost lesa.

Ugotavljamo število luknjic na tistem metru dolžine, ki jih vsebuje največ.

Merimo tudi premer luknjic. Razlikujemo: majhne do premera 3 mm (*mušičavost*) in velike premera več kot 3 mm.

2.3.6 Poškodbe drevesa

Nastanejo zaradi zunanjih dejavnikov v času rasti drevesa in po poseku. Poškodujeta ali ranita se lubje in les. To so raztrganine, odrgnine, zareze, udarci pri poseku in spravilu, razcepljena in polomljena debla, polomljene veje, ranitev skorje in debla ... Napaka je manjša, če se rana zaraste. Vse poškodbe zmanjšujejo kakovost lesa in omogočijo morebiten vnos gliv.

Napaka se samo ugotavlja.



a) ranitev debla



b) drevesni rak



c) udar strele

Slika 40: Poškodbe debla (U. G.)

2.3.7 Primeri izračuna napak

1. Izmerili smo premera na debelejšem čelu hrastovega hloda, ki sta 34 cm in 31 cm, na tanjšem koncu hloda pa znašata 28 cm in 24 cm (izmere so zaokrožene navzdol). Hlod je dolg 4,2 m.

Izračunajmo koničnost in padec premera.

$$D_{1\varepsilon} = \frac{D_{1\varepsilon\max} + D_{1\varepsilon\min}}{2} = \frac{34\text{ cm} + 31\text{ cm}}{2} = 32,5\text{ cm} \rightarrow \text{zaokrožimo na } 32\text{ cm.}$$

$$D_{2\varepsilon} = \frac{D_{2\varepsilon\max} + D_{2\varepsilon\min}}{2} = \frac{28\text{ cm} + 24\text{ cm}}{2} = 26\text{ cm}$$

$$\text{padec premera: } pp = \frac{D_{1\varepsilon} - D_{2\varepsilon}}{L} = \frac{32\text{ cm} - 26\text{ cm}}{4,2\text{ m}} = 1,43\text{ cm/m}$$

$$\text{koničnost} = \frac{pp}{D_{1\varepsilon}} 100(\%) = \frac{1,43\text{ cm}}{32\text{ cm}} 100\% = 4,5\%$$

2. Premer hloda (srednji) je 25 cm. Na tetivo loka hloda dolžine 4,1 m znaša višina loka 5 cm. Kolikšna je krivost?

1. način:

$$\text{krivost} = \frac{v}{L} 100\% = \frac{5 \text{ cm}}{410 \text{ cm}} 100\% = 1,2\% \quad \text{ali} \quad \frac{5 \text{ cm}}{4,1 \text{ m}} = 1,2 \text{ cm/m}$$

2. način:

$$\text{krivost} = \frac{v}{D} 100\% = \frac{5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} 100\% = 20\%$$

3. Na sredini hloda izmerimo največji premer hloda 45 cm in najmanjši 37 cm. Kolikšna je ovalnost?

$$D = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} = \frac{45 \text{ cm} + 37 \text{ cm}}{2} = 41 \text{ cm}$$

$$\text{ovalnost} = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} 100(\%) = \frac{45 \text{ cm} - 37 \text{ cm}}{41 \text{ cm}} 100\% = 19,5\%$$

4. Premer čela hloda je 34 cm. Na dolžini l (glejte sliko 23) smo prešteli 47 branik. Izračunajmo dolžino l in povprečno širino branike.

$$l = \frac{75\% \cdot D_{\text{č}}}{100\% \cdot 2} = \frac{75\% \cdot 340 \text{ mm}}{100\% \cdot 2} = 127,5 \text{ mm}$$

$$\text{srednja širina branike} = \frac{l}{n} = \frac{127,5 \text{ mm}}{47} = 2,7 \text{ mm}$$

5. Hlodu z zavito rastjo smo na dolžini 1 m določili največji odklon vlaken, ki znaša 3,1 cm.

Izmerili smo največji 47 cm in najmanjši srednji premer 41 cm.

Kolikšna je zavitost?

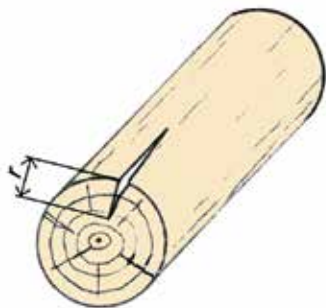
$$D = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} = \frac{47 \text{ cm} + 41 \text{ cm}}{2} = 44 \text{ cm}$$

$$\text{zavitost} = \frac{x}{D} 100 = \frac{3,1 \text{ cm}}{44 \text{ cm}} 100\% = 7\%$$

Zavitost lahko izrazimo tudi kot 3,1 cm/m.

6. Na čelu hloda premera 25 cm smo izmerili globino razpoke 10 cm.

Izračunajmo razpoko.



Slika 41: Čelna razpoka – primer 6 (S. K.)

$$\text{čelna razpoka} = \frac{r}{D_{\varepsilon}} = \frac{10 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} = 0,4 \text{ ali } 1/2,5$$

7. Izmerili smo premer trohnobe v osrednjem delu debla 23 cm. Premer čela meri 56 cm.

Izračunajmo odstotek trohnobe.

$$\text{trohnoba v srcu} = \frac{D_t}{D_{\varepsilon}} 100 = \frac{23 \text{ cm}}{56 \text{ cm}} 100 \% = 41 \%$$

2.4 Razvrščanje hlodov po kakovostnih razredih

Ocenjevanje kakovosti hlodov oziroma razvrščanje v kakovostne razrede (klasificiranje) določa že omenjeni *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije RS*. Predpisuje razvrščanje hlobovine na osnovi dimenzij (minimalna dolžina in minimalni premer) in kvarnih vplivov napak oziroma dovoljenih napak.

Napake, njihovo merjenje in določanje smo obravnavali v poglavju 2.3.

Najpomembnejša uvrstitev hlodov je v štiri kakovostne (kvalitetne) razrede: A, B, C in D, ki so določeni posebej za listavce in iglavce.

Kakovostni razred z oznako A postavlja najvišje zahteve glede kvalitete in dimenzije hlodov, najnižje pa razred D.

Prvi hlodi v deblu so večinoma brez grč, brez drugih napak lesa ali le z neznatnimi napakami

2.4.1 Listavci – razvrščanje po kakovostnih razredih

Osnovno razvrščanje listavcev je po drevesni vrsti. Razlikujemo predpise za hrast, bukev in za njihove skupine.

Razvrščanje glede na uporabo:

- hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja (HFL),
- hlodi za proizvodnjo luščenega furnirja (HLL),
- hlodi za proizvodnjo žaganega lesa listavcev (HŽL).

2.4.1.1 Hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja (HFL)

V ta kakovostni razred spadajo hlodi izjemne kakovosti za proizvodnjo rezanega furnirja, in sicer zdravi, sveži, polnolesni in ravni hlodi, pravilnega okroglega preseka in brez napak.

Kakovostne zahteve so podane za hrast in bukev. Zahteve ne veljajo za oreh, hlode z ikričavo, rebrasto in ptičjo teksturo furnirja. Za druge drevesne vrste, ki se lahko uporabljajo v proizvodnji rezanega furnirja, se kakovostne in dimenzijske zahteve opredelijo v specifikaciji po dogovoru med kupcem in prodajalcem. Za češnje veljata minimalna srednja premera A1: 40 cm; A2: 35 cm. Pri plemenitih listavcih veljajo zahteve v času zimske sečnje, dobava do konca aprila (le sporazumno do konca maja), izven tega obdobja pa po sporazumu med prodajalcem in kupcem.

- **Kakovostni razred A1** – Hrastovi hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja prve kakovosti (HFLh A1).

Širina branike (hitrost rasti) je lahko največ 3,3 mm (3 branike na cm).

- **Kakovostni razred A2** – Hrastovi hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja druge kakovosti (HFLh A2). Zajema hlode izjemne kakovosti, ki ne izpolnjujejo kriterijev za prvi kakovostni razred A1.

Naslednji kriteriji za razvrščanje v razrede so podani v preglednici 5.

- **Kakovostni razred A1** – Bukovi hlodi za proizvodnjo rezanega furnirja (HFLb A1).
V ta kakovostni razred spadajo hlodi izjemne kakovosti za proizvodnjo rezanega furnirja, in sicer zdravi, sveži, polnolesni in ravni hlodi, pravilnega okroglega preseka in brez napak. Naslednji kriteriji za razvrščanje v razrede so podani v preglednici 6.

2.4.1.2 Hlodi za proizvodnjo luščenega furnirja (HLL)

- **Kakovostni razred A2** – Bukovi hlodi za proizvodnjo luščenega furnirja (HLLb A2).
V ta kakovostni razred spadajo hlodi kakovosti za proizvodnjo luščenega furnirja, in sicer zdravi, sveži, polnolesni in ravni hlodi. Kakovostni kriteriji so podani samo za bukovino. Za druge drevesne vrste, ki se lahko uporabljajo v proizvodnji luščenega furnirja, se kakovostne in dimenzijske zahteve ter zahteve glede dobave opredelijo v specifikaciji po dogovoru med kupcem in prodajalcem. Naslednji kriteriji za razvrščanje v razrede so podani v preglednici 6.

2.4.1.3 Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa listavcev (HŽL)

Kakovostni razred opredeli hlode kakovosti za proizvodnjo žaganega lesa. Kakovostne zahteve so podane za **bukovino** in **hrastovino**, ki imata kakovostne razrede B, C, D in P. Za preostale vrste listavcev, ki niso zajete v določilih, lahko veljajo zahteve drevesnih vrst, ki so jim najbolj podobne. Preostali listavci imajo le kakovostna razreda B in C.

Za češnjo, oreh, brest in jesen se lahko uporabljajo kakovostne zahteve za hrast. Za češnjo veljata minimalna srednja premera B: 30 cm in C: 25 cm. Za javor se lahko uporabljajo kakovostne zahteve za bukev. Za druge drevesne vrste se kakovostne in dimenzijske zahteve ter zahteve glede dobave opredelijo v specifikaciji po dogovoru med kupcem in prodajalcem. Pri plemenitih listavcih veljajo zahteve v času zimske sečnje, dobava pa je do konca aprila (le sporazumno do konca maja).

- **Kakovostni razred B** – Hrastovi in bukovi hlodi za proizvodnjo žaganega lesa prve kakovosti (HŽLh B in HŽLb B). Zdravi, sveži, polnolesni in ravni hlodi.
- **Kakovostni razred C** – Hrastovi in bukovi hlodi za proizvodnjo žaganega lesa druge kakovosti (HŽLh C in HŽLb C).
- **Kakovostni razred D** – Hrastovi in bukovi hlodi za proizvodnjo žaganega lesa tretje kakovosti (HŽLh D in HŽLb D).
- **Kakovostni razred P** – Hrastovi in bukovi hlodi za proizvodnjo železniških pragov (HŽLh in HŽLb P).

Primeri pomena oznak:

HFLh A1 (H – hlod, F – rezan furnir, Lh – hrastov les, A1 – prvi kakovostni razred).

HŽLb C (H- hlod, Ž – žagan les, Lb – bukov les, C – drugi kakovostni razred.

HŽLh P (H – hlod, Ž – žagan les, Lh – hrastov les, P – prag).

Naslednji kriteriji za razvrščanje v razrede so podani v preglednici 5, 6 in 7.

Preglednica 5: Kriteriji za razvrščanje hlobov po kakovostnih razredih – HRAST

Kakovostni razred	A1 (HFLh A1)	A2 (HFLh A2)	B (HŽLh B)	C (HŽLh C)	D (HŽLh D)
Hlodi za	rezan furnir		žagan les		
a) Dimenzije					
minimalna dolžina	2,3 m	2,3 m	4,0 m	4,0 m	2,0 m
napredov. dolžine	0,10 m	0,10 m	0,10 m	0,10 m	0,10
nadmera	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
minimalni premer	45 cm	40 cm	35 cm	30 cm	30 cm
b) Dovoljene napake					
zdrave grče – največ		1 grča do d = 10 mm/m	1 grča do d = 20 mm/m	1 grča do d = 40 mm/m	2 grči do d = 40 mm/m
slepice			1 grča do d = 20 mm/m	1 grča do d = 40 mm/m	neomejeno
nezdrave (trohneče) grče					največ 1 grča/m
napake v srcu					do 25 %
dvojno srce				do 25 %	
enostranska krivost 1*	do 2 %	do 3 %	do 5 %	do 5 %	do 5 %
koničnost	do 3 %	do 3 %	do 4 %	do 6 %	do 10 %
ovalnost	do 20 %	do 20 %	ni omejitve	ni omejitve	ni omejitve
zavitost	/	do 5 %	do 10 %	do 20 %	ni omejitve
žlebatost	do 3%	do 3 %	do 5 %	do 10 %	ni omejitve
čelna razpoka na enem čelu hloda	do globine 10 cm	do globine 10 cm	do globine 10 cm	2*	2*
trohnoba in insekti v beljavi				3*	3*
število dovoljenih napak	4 napake	4 napake	4 napake	6 napak	6 napak

1* Enostransko krivost izračunamo: višina loka na dolžino hloda.

2* Na obeh čelih skupne dolžine do velikost srednjega premera hloda.

3* Dovoljeno, srednji premer hloda se v tem primeru zmanjša za največjo radialno globino trohnobe na tanjšem delu hloda.

Preglednica 6: Kriteriji za razvrščanje hlodov po kakovostnih razredih – BUKEV

Kakovostni razred	A1 (HFLb A1)	A2 (HLLb A2)	B (HŽLb B)	C (HŽLb C)	D (HŽLb D)
<i>Hlodi za</i>	<i>rezan furnir</i>	<i>luščen furnir</i>	<i>žagan les</i>		
a) Dimenzije					
minimalna dolžina	3,0 m	3,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m
napredov. dolžine	0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,1 m
nadmera	20 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
minimalni premer	45 cm	40 cm	35 cm	30 cm	30 cm
b) Dovoljene napake					
zdravo rdeče srce (diskoloriran les)	do 10 %	do 30 %	do 30 %	50 %	brez omejitev
zvezdasto – rdeče srce		do 10 %	do 20 %	do 25 %	do 25 %
čelna razpoka na enem čelu hloda	do globi ne 10 cm	do globine 10 cm	na obeh čelih do skupne glob. 15 cm	na obeh čelih do skupne glob. 15 cm	na obeh čelih do skupne glob. 15 cm
zdrave grče – največ		2 grči do d = 20 mm/m	2 grči do d = 20 mm/m	2 grči do d = 40 mm/m	2 grči do d = 40 mm/m
slepice 1*		dovoljene v centru hloda	v = do 20 mm in 2/m	v = do 20 mm in 3/m	v = do 20 mm in 3/m
nezdrave (trohneče) grče					do 40 mm in 1 grča/m
enostranska krivost 2*	do 2 %	do 2%	do 3 %	do 4 %	do 5 %
koničnost	do 1cm/m	do 1 cm/m	do 1cm/m		
ovalnost					
zavitost		do 20 %	do 20 %		
žlebatost	do 5 %	do 3 %	do 5 %	do 10 %	
število dovoljenih napak	4 napake	5 napak	4 napake	6 napak	/

1* $v = \text{do } 20 \text{ mm in } 2/\text{m} \rightarrow$ pomeni: višina bradavice do 20 mm največ dve na tekoči meter.

2* enostransko krivost izračunamo: višina loka na dolžino hloda.

Preglednica 7: Kakovostni razred P – Hrastovi (HŽLh P) in bukovi hlodi (HŽLb P) za proizvodnjo železniških pragov

Kakovostni razred	P (hrast) (HŽLh P)	P (bukev) (HŽLb P)
a) Dimenzije		
minimalna dolžina	2,7 m	2,7 m
nadmera	10 cm	10 cm
minimalni premer hloda	35 cm – na tanjšem delu	30 cm – na tanjšem delu
b) Dovoljene napake		
zdrave grče	neomejeno	neomejeno, na ležečem delu do premera 4 cm
slepice	neomejeno do 20 mm	neomejeno do 20 mm
napake v srcu	ni dovoljeno	
zdravo rdeče srce		do 30 %
zvezdasto – rdeče srce		ni dovoljeno
čelna razpoka	na obeh čelih do skupne globine 10 cm	na obeh čelih do skupne globine 10 cm
enostranska krivost 1*	do 3 %	do 3 %
zavitost	do 20 %	do 20 %

1* enostransko krivost izračunamo: višina loka na dolžino hloda

2.4.2 Iglavci – razvrščanje po kakovostnih razredih

Za vse vrste iglavcev velja enotno klasificiranje hlodov.

Razvrščanje glede na uporabo:

- hlodi za resonančni les (HRI),
- hlodi za proizvodnjo furnirja (HFI),
- hlodi za proizvodnjo žaganega lesa iglavcev (HŽI).

2.4.2.1 Hlodi za resonančni les in hlodi za proizvodnjo furnirja

Resonančni les je sinonim za les, ki se uporablja pri izdelavi glasbil. Drevesa z resonančnim lesom so redka. Gozdarji tako drevo iščejo, že ko raste, tako da poslušajo zvok lesa drevesa, ki ga udarijo z železnim kladivom. Hlodi za furnir po kakovosti presegajo hlode vseh drugih razredov.

Preglednica 8: Kriteriji za razvrščanje hlodov za resonančni les in za proizvodnjo furnirja (Zahteve so okvirne.)

a) Dimenzije	Hlodi za resonančni les (HRI) A1 – iglavci	Hlodi za proizvodnjo furnirja (HFI) – iglavci
minimalna dolžina	2,0 m	2,0 m
napredov. dolžine	0,10 m	0,10 m
nadmera	1 % dolžine, najmanj 6 cm	1 % dolžine, najmanj 6 cm
minimalni premer	(45) 55 cm	40 cm
b) Izločilna zahteva		
širina branik	več kot 2 mm	več kot 6 mm
	Hlodi so izjemne kakovosti; pol-nolesni in ravni ter brez napak.	Hlodi so izjemne kakovosti; pol-nolesni in ravni ter brez napak.

2.4.2.2 Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa iglavcev (HŽI)

Za razvrščanje hlodov iglavcev za proizvodnjo žaganega lesa glede na dolžino hlodov in minimalne premere so zahteve za vse iglavce enake.

Dimenzije:

- dolžina: 3 m, 4 m in 5 m;
- napredovanje dolžin po 1,0 m;
- srednji premer hloda (D) od 20 cm naprej brez skorje;
- mnogokratniki hlodov: 6–10 m; srednji vršni premer najmanj 17 cm;
- dolga hlodovina: nad 10 m, napredovanje dolžin po 1,0 m; srednji vršni premer najmanj 14 cm;
- kratki hlodi: 2 m in 2,5 m; srednji premer hloda od 20 cm naprej brez skorje;
- nadmera: 1–2 % dolžine hloda, minimalna nadmera 5 cm, maksimalna nadmera 20 cm.

Kakovostni razredi:

- kakovostni razred A (HŽI A),
- kakovostni razred B (HŽI B),
- kakovostni razred C (HŽI C),
- kakovostni razred D1 (HŽI D1),
- kakovostni razred D2 (HŽI D2).

Preglednica 9: Kakovostni razred A – IGLAVCI. Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa izjemne kakovosti (HŽI A)

a) Zahteve in pojasnila - kakovostni razred A (HŽI A)
Hlodi morajo biti večinoma brez grč, brez drugih napak lesa ali le z neznatnimi napakami - zdrav in svež les.
srednji premer: 35–55 cm
širina branik: pod 4 mm
b) Dovoljene napake
enojna krivost do 10 % srednjega premera.

Preglednica 10: Kakovostni razred B – IGLAVCI. Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa prve kakovosti (HŽI B)

Kakovostni razred B (HŽI B)				
a) Zahteve in pojasnila				
Zdrav in svež les. V ta kakovostni razred spadajo hlodi, ki ne ustrezajo kakovostnim zahtevam za A-kakovost.				
b) Dovoljene napake				
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30 cm in več	
zrasle grče – neomejeno število grč	premera do 3 cm	premera do 4 cm	premera do 4 cm	
nezrasle grče – neomejeno število grč	premera do 2 cm	premera do 3 cm	premera do 4 cm	
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30–44 cm	45 cm in več
koničnost	1,25 cm/m	1,5 cm/m	2 cm/m	2 cm/m
zavitost	5 cm/m		7 cm/m	
kolesivost	do $D = 39$ cm ni dovoljena; od $D = 40$ cm in več do 15 %			
krivost 1*	enojna krivost pod 15 %; dvojna krivost višina loka pod 7 %			
reakcijski les	dovoljen do vključno 10 %			
smolni žepi/smolike	1 smolni žep nad 4 cm na hlod ali 2 smolna žepa od 1 cm do 4 cm na hlod			
insekti	Rovi lesnih os in kozličkov (npr. Siricidae, Cerambycidae): niso dovoljeni, rovi lestvičarjev (Scolytidae npr. Trypodendron lineatum) niso dovoljeni			
širina branik	pod 7 mm			
trohnoba	ni dovoljena			
obarvanost (površinska rjava obarvanost, modro obarvanje zaradi gliv modrivk)				ni dovoljena

1* Krivost izračunamo: največja višina loka (v) na srednji premer hloda (D).

Preglednica 11: Kakovostni razred C – IGLAVCI. Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa druge kakovosti (HŽI C)

Kakovostni razred C (HŽI C)				
a) Zahteve in pojasnila				
Zdrav in svež les. V ta kakovostni razred spadajo hlodi, ki ne ustrezajo kakovostnim zahtevam za B-kakovost				
b) Dovoljene napake				
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30 cm in več	
zrasle grče – neomejeno število grč	premera do 4 cm	premera do 6 cm	premera do 7 cm	
nezrasle grče – neomejeno število grč	premera do 3 cm	premera do 4 cm	premera do 5 cm	
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30–44 cm	45 cm in več
koničnost	2 cm/m	2,5 cm/m	3 cm/m	4 cm/m
zavitost	8 cm/m		10 cm/m	
kolesivost	do 20 cm srednjega premera čela			
čelna razpoka	dovoljena v območju dolžine nadmere			
krivost 1*	enojna krivost: pod 20 %; dvojna krivost: višina loka pod 10 %			
reakcijski les	dovoljen do vključno 40 % (oziroma 33 % srednjega premera na čelu v primeru velike grčavosti z več kot petimi smolnimi žepi)			
smolni žepi/smolike	največ 5 smolnih žepov nad 2 cm na čelu ali največ 8 smolnih žepov nad 2 cm na hlod			
insekti	Rovi lesnih os in kozličkov (npr. Siricidae, Cerambycidae): niso dovoljeni, rovi lestvičarjev (Scolytidae npr. Trypodendron lineatum) niso dovoljeni			
širina branik	brez omejitev			
trohnoba	ni dovoljena			
obarvanost (površinska rjava obarvanost, modro obarvanje zaradi gliv modrivk)				ni dovoljena

1* Krivost izračunamo: največja višina loka (v) na srednji premer hloda (D).

Preglednica 12: Kakovostni razred D1 – IGLAVCI. Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa tretje kakovosti (HŽI D1)

Kakovostni razred D1 (HŽI D1)				
a) Zahteve in pojasnila				
Dovoljena začetna napadenost z insekti. V ta kakovostni razred spadajo hlodi, ki ne ustrezajo kakovostnim zahtevam za C-kakovost.				
b) Dovoljene napake				
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30 cm in več	
zrasle grče – neomejeno število grč	premera do 4 cm	premera do 6 cm	premera do 7 cm	
nezrasle grče – neomejeno število grč	premera do 3 cm	premera do 4 cm	premera do 5 cm	
Srednji premer hloda (D)	do 19 cm	20–29 cm	30–44 cm	45 cm in več
koničnost	2,5 cm/m	3,0 cm/m	3,5 cm/m	4,5 cm/m
zavitost	10 cm/m		12 cm/m	
kolesivost	do 30 cm srednjega premera čela			
čelna razpoka	dovoljena v območju dveh dolžine nadmere			
razpoke po obodu	minimalna razpokanost po obodu			
krivost *	enojna krivost: pod 30 %; dvojna krivost: višina loka pod 10 %			
reakcijski les	dovoljen do vključno 40 % (oziroma 33 % srednjega premera na čelu v primeru velike grčavosti z več kot petimi smolnimi žepi)			
smolni žepi/smolike	dovoljene			
insekti	Rovi lesnih os in kozličkov (npr. Siricidae, Cerambycidae): dovoljeni so le posamezni rovi lestvičarjev (Scolytidae npr. Trypodendron-lineatum).			
širina branik	pod 8 mm			
trohnoba	dovoljena trda trohnoba v sledih na enem čelu.			
obarvanost (površinska rjava obarvanost, modro obarvanje zaradi gliv modrivk): dovoljena začetna površinska rjava obarvanost, dovoljena majhna do srednja obarvanost oboda z modrivkami				

* Krivost izračunamo: največja višina loka (v) na srednji premer hloda (D).

Preglednica 13: Kakovostni razred D2 – IGLAVCI. Hlodi za proizvodnjo žaganega lesa za embalažo (HŽI D2)

Kakovostni razred D2 (HŽI D2)	
a) Zahteve in pojasnila	
V ta kakovostni razred spadajo hlodi, ki ne ustrezajo kakovostnim zahtevam za D1 kakovost, vendar še omogočajo uporabo v proizvodnji žaganega lesa ("embalažni les").	
b) Dodatno dovoljene napake	
krivost *	manj ali enaka 32 %
čelna razpoka	dovoljena v območju dveh dolžin nadmere
razpoke po obodu	do širine 3 mm
trohnoba	dovoljena trda trohnoba na enem čelu do 50 % premera čela, v primeru prisotnosti na obeh čelih dovoljena do 10 % premera na čelih
trohnoba (bela oz. mehka)	ni dovoljena

* Krivost izračunamo: največja višina loka (v) na srednji premer hloda (D).

Vprašanja in naloge:

1. Opredelite pojem hlovovina. Na spletu poiščite *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije RS* in ga preglejte.

2. Opišite postopek merjenje hloda (premer, dolžina). Napišite enačbo za izračun prostornine in ploščine prereza.

3. Hlodu, dolgemu 3,25 m, ugotovite premer (srednji premer). Na sredini hloda najprej izmerite največji premer 38,8 cm in nato najmanjši 35,3 cm. Dimenzije zaokrožite po navodilih! Izračunajte srednji premer, prostornino hloda in ovalnost.

Rezultat: $D = 36$ cm, $V = 0,326$ m³, ovalnost = 8,3 %

4. Hlod, dolžine 4 m, ima na tanjšem čelu hloda premer 33 cm. Padec premera je 1,5 cm/m.

Izračunajte premer na debelejšem koncu in koničnost v odstotkih.

Rezultat: $D_{1c} = 39$ cm; koničnost = 3,85 %.

5. Premer hloda je 46 cm. Na dolžini l (slika 23) smo prešteli 56 branik. Izračunajte dolžino l in srednjo širino branike.

Rezultat: $l = 172,5$ mm, srednja širina branike = 3 mm

6. Pri bukovem hlodu smo izmerili premer rdečega srca 16 cm in premer čela 48 cm.

Izračunajte nepravo črnjavo (diskoloriran les).

Rezultat: neprava črnjava = 33,3 % ali 1/3.

7. Izpolnite preglednico!

Kakovostni razred	Kratek opis kakovosti	Namen uporabe in utemeljitev
hrast HŽIh B		
bukev HŽIb C		
iglavci HŽI B		
iglavci HŽI D1		

8. V pogl. 2.3.1 smo v 1. nalogi izračunali krivost hloda. Določite, v kateri kakovostni razred spada.

3. ŽAGAN LES

Žagan (rezan) les je pridobljen z vzdolžnim žaganjem hlodov. Obsega več proizvodov (žagarski sortimenti), ki so polizdelki in jih uporabljamo za izdelavo končnega izdelka.

Žagan les opredeljujejo:

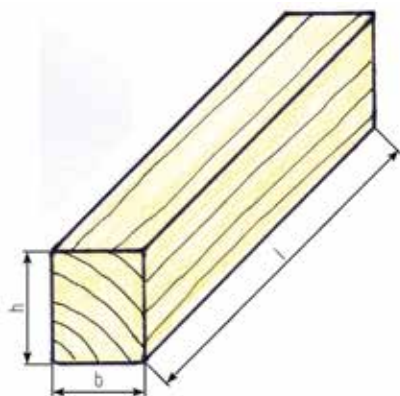
Drevesna vrsta	bukev, smreka, hrast ...
Oblika prečnega prereza	žaganice (deske in plohi), grede ali trami, gredice, letve
Dimenzije	debelina, širina in dolžina
Položaj v deblu	notranji ali sredinski les, zunanji ali bočni les, krajnik
Tekstura (potek letnic)	bleščice, polbleščice in bočnice
Stopnja obdelave	nerobljene, robljene, enostransko robljene žaganice, bulsi
Vlažnost	predpisane dimenzije – pri določeni (referenčni) vlažnosti 20 %
Napake	opredelijo razvrstitev v kvalitetne razrede

3.1 Vrste žaganega lesa po obliki prečnega prereza

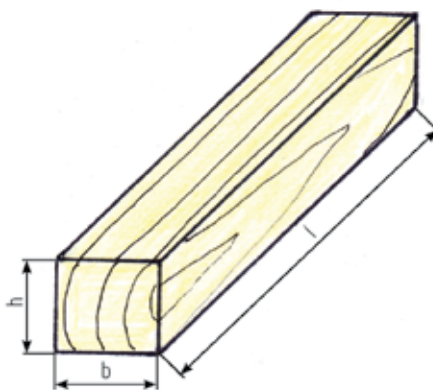
Vrste žaganega lesa po obliki prečnega prereza sortimenta predstavljajo osnovno razporeditev. Navedli bomo tudi dimenziji prereza in dolžino, ki so običajne (trgovske) dimenzije.

3.1.1 Tram (greda), gredica

Tram ali greda, gredica in drugi nosilni žagarski sortimenti za gradbene konstrukcije imajo kvadratni ali pravokotni prerez.



a) pravokotni prerez



b) kvadratni prerez

Slika 42: Tram, gredica (Z. S.)

Tram (greda) štirikotni žagarski sortiment, ki ima najvišje dimenzije.

Tramovi se običajno žagajo po naročilu – trgovske mere:

Širina (b) od 8 do 22 cm, narašča po 1 cm

Višina (h) od 8 do 30 cm, narašča po 1 cm

Dolžina (l) od 3,00 m naprej, narašča po 25 cm

Gredica

Gredica (moral, tramič) štirikotni žagarski sortiment.

Pogoste trgovske dimenzije b/h (širina/višina) v mm: 38/48, 38/76, 48/48, 48/76, 76/76 ...

Dolžine od 2,00 m naprej naraščajo po 25 cm.

3.1.2 Žaganica

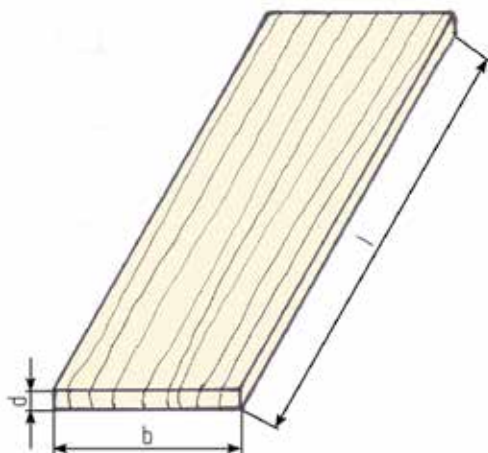
Žaganica je daljši ploščat kos lesa iz podolžno razžaganega hloda. Osnovna delitev je po debelini na deske in plohe. Deske so do debeline 40 mm, debelejši pa so plohi.

Preglednica 14: Dimenzije žaganic – trgovske mere

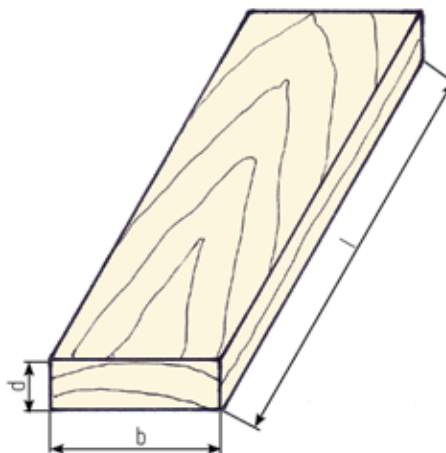
Debelina žaganic (mm)					
iglavci (smreka, jelka)		bor, macesen		listavci (hrast, bukev)	
deska	ploh	deska	ploh	deska	ploh
18	48 (50)	20	50	20	45
20	60	25	60	25	50
24	66	40	76	32	60
28	70		80	38	80
38	80				

Minimalna širina žaganic je 8 cm.

Dolžina žaganic (m)	
Dolžine naraščajo po 25 cm.	
Iglavci	Listavci
kratice do 0,95	kratice od 0,5 do 0,9
kratke deske od 1,00 do 2,75	kratke deske od 1,00 do 1,90
normalne dolžine od 3,00 do 6,00	normalne dolžine 2,00 m in več



a) deska



b) ploh

Slika 43: Žaganice (Z. S.)

3.1.3 Letev

Letev je ožji kos žaganega lesa pravokotnega ali kvadratnega prereza, do 40 mm debeline, širine do 80 mm. Po SIST DIN 4074-1:2009 so letve do površine prereza 40 x 80 mm.

Pogoste trgovske dimenzije b/h v mm: 6/24, 12/38, 12/48, 18/38, 18/48, 24/24, 24/38, 24/48, 28/38, 28/48.

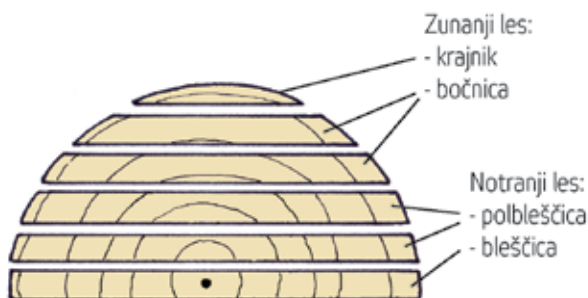
Dolžine od 1,00 m naprej naraščajo po 25 cm.

V trgovini z lesom je znan tudi pojem **četrtač (moral)**, po merah debelejši od letve in drobnejši od grede.

3.2 Žagani les po položaju v deblu in teksturi

Položaj žaganice v deblu vpliva na kakovost, lastnosti in teksturo lesa. Razlikujemo:

- *Notranji ali sredinski les* ima radialno ali polradialno teksturo in večino jedrovine, zato je precej kvalitetnejši kot *zunani ali bočni les*. Žaganice so bleščice in polbleščice.
- *Zunani ali bočni les* ima tangencialno teksturo in beljavo. Žaganice imenujemo bočnice.

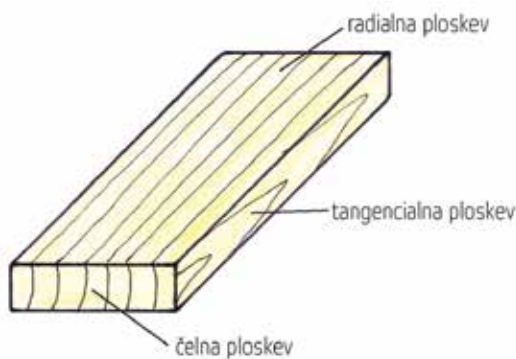


Slika 44: Vrste žaganega lesa po položaju in teksturi (Z. S.)

3.2.1 Bleščica

Bleščica (sredinska deska, ploh) je žaganica (žagarski sortiment) izžagana iz sredine hloda (v smeri radija). Zato ima radialno teksturo. Pravimo ji tudi radialna deska. Letnice na obeh širših

(radialnih) ploskvah potekajo enako in so vzporedne (kot črte), na prečnem prerezu navpično "stojijo" k širši ploskvi deske (slika 45a). Na radialni ploskvi večje trakove prerežemo po njihovi višini, zato jih vidimo kot svetleče lise ali zrcala (slika 45b). Takšnim deskam pravimo bleščice (sredice, zrcalnice). Bočna (ozka) ploskev ima tangencialno teksturo. Deske ali sortimenti (bleščice) so najkvalitetnejši les, ki je dimenzijsko stabilen. Bleščica se po širini krči radialno, kar pomeni, da pri parketu po morebitni osušitvi nastanejo enkrat manjši vmesni prostori (reže), kot če imamo bočnice. Bleščice se ne koritijo ali zvijajo. Primerne so za lepljenje v elemente (profili, plošče). Površina je bolj trda, zato se lepše skoblja, brusi in površinsko obdeluje.



a) potek letnic (Z. S.)



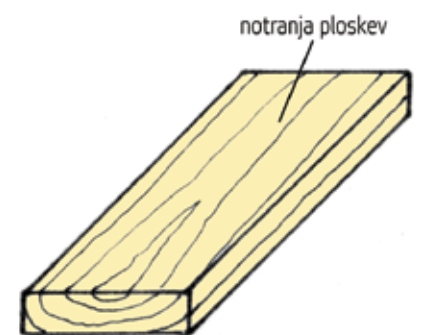
b) svetleče lise hrasta (S. K.)

Slika 45: Bleščica

Bleščica lahko vsebuje stržen, ki je opredeljen kot napaka (glejte sliko 65). Stržen (srce) je ne-kvaliteten les, ki rad poka. V sortimentih ga je potrebno izločiti ali prerezati, če je to le mogoče. Žaganice s prežaganim srcem so kvalitetne.

3.2.2 Bočnica

Žaganico s tangencialno teksturo izžagamo iz bočnega dela hloda, zato jo imenujemo bočnica, pa tudi tangencialna deska. Letnice na čelnem prerezu "sledijo" širši ploskvi – "ležijo". Na širši ploskvi bočnice pa ločimo zunanjo (levo) in notranjo (desno) ploskev (stran), ki imata različno teksturo, odvisno od položaja v hlođu. Zunanja stran ima izrazito tangencialno ("flover") teksturo. Notranja pa ima bolj radialno. Bočne deske so slabše kvalitete, se koritijo, zato so za izdelavo pohištva nezaželene.



a) notranja (desna) ploskev



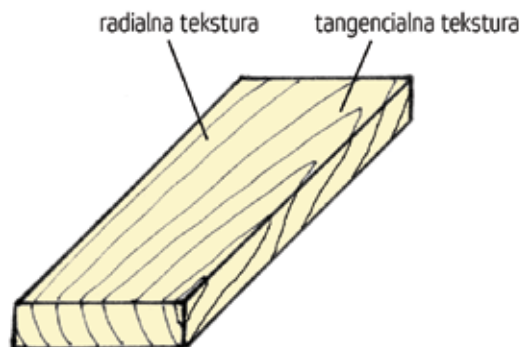
b) zunanja (leva) ploskev

Slika 46: Bočnica – prikaz obeh strani (Z. S.)

3.2.3 Polbleščica

Pri polbleščici je potek letnic na širši ploskvi deloma vzporeden, deloma pa marogast, zato jo imenujemo tudi polradialna deska ali ploh.

Obenem je na čelnem prerezu letnice razvidno, da te "stojijo in ležijo" oziroma potekajo bolj poševno glede na širšo ploskev deske. Polbleščica ima levo (zunanjo) in desno (notranjo) ploskev (stran), ki imata različno teksturo. Polbleščice so kvalitetni sortimenti. Uporabljamo jih lahko pri vseh zahtevnih delih in sklopih zunanega in notranjega pohištva.

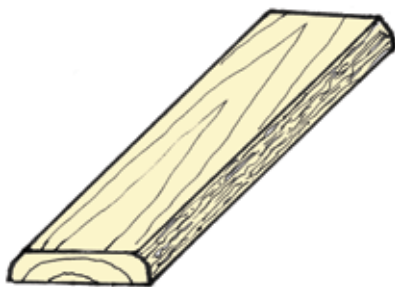


Slika 47: Polbleščica (Z. S.)

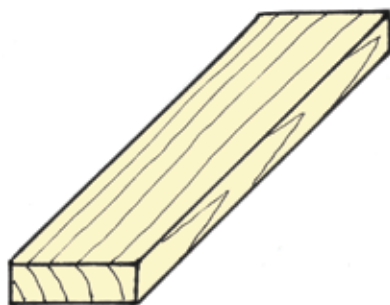
3.3 Stopnja obdelave žaganic

Žaganice so lahko robljene in nerobljene ali pa zložene v bulš:

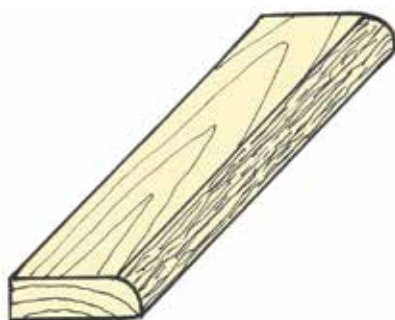
- **Nerobljene žaganice** (neobžagane) imajo na bočni (ožji) ploskvi oblo površino hloda (lahko skupaj s skorjo).
- **Robljene žaganice:**
 - *dvostransko vzporedno robljena* – obžagana sta oba vzdolžna roba žaganice in tako nastane pravokotnik z ostrimi robovi med ploskvami;
 - *enostransko robljene* žaganice, ki so obžagane samo po eni strani;
 - *dvostransko konično robljene*, kjer se širina deske zmanjšuje proti ožjem koncu.



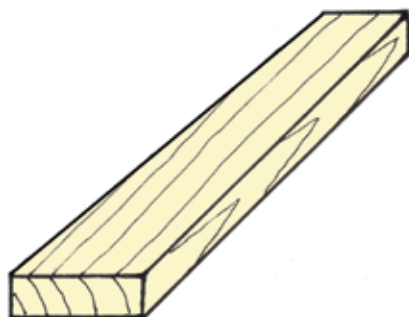
a) nerobljena



b) dvostransko vzporedno robljena



c) enostransko robljena

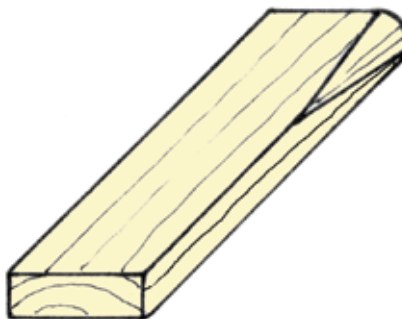


č) dvostransko konično robljena

Slika 48: Žaganice (Z. S.)

Lisičavost

Na robljeni žaganici (žagarskem sortimentu) lahko ni v celoti obžagan en del bočne ploskve. Ostane oblika hloda, kar imenujemo *lisičavost*. Lisičavost je opredeljena kot napaka (pogl. 3.5.5).



Slika 49: Žaganica z delno lisičavostjo (Z. S.)

Buls (boulds)

Nerobljene žaganice iz enega hloda so zložene skupaj tako, kot so bile v hrodu, zato se prodajajo samo kot celota. Žaganice imajo enako barvo in teksturo, kar je pomembno, ker mora biti les na prednji strani (fronti) omare enake barve in teksture. V bulse se žaga samo najboljša hlovovina, izdelava je dražja, zato se uporabljajo za najdražje pohištvo.



Slika 50: Buls (X)

3.4 Merjenje žaganega lesa

Merimo debelino (d), širino (b) in dolžino (l) žaganic.

Pravila merjenja bomo podali po SIST EN 1309-1:2000, določanje prostornine pa po EN 1312:1997. Pri izmerjenih dimenzijah je potrebno navesti tudi dejansko vlažnost lesa pri merjenju.

• Debelina

Debelino merimo z merilno napravo (kljunasto merilo), ki omogoči merjenje do 0,1 mm natančno. Merimo trikrat – na obeh koncih robljenih žaganic – najmanj 150 mm od čela in še med omejenima mestoma (velikokrat na sredini). Merilo postavimo pravokotno na širšo ploskev žaganice. Za debelino vzamemo najmanjšo izmerjeno debelino; izrazimo jo v milimetrih na eno decimalno natančno.

• Širina

Širino žaganice merimo s togim merilom (metrom), ki ima skalo v milimetrih in le-te odčitamo. Merilo postavimo pravokotno na vzdolžno os. Merimo na 1 mm natančno.

Paralelno robljene žaganice merimo na treh mestih, dve sta oddaljeni od čela najmanj 150 mm, tretja pa je kjerkoli med tema dvema (enako kot pri debelini). Upoštevamo samo najmanjšo izmerjeno širino v centimetrih na eno decimalno mesto natančno.

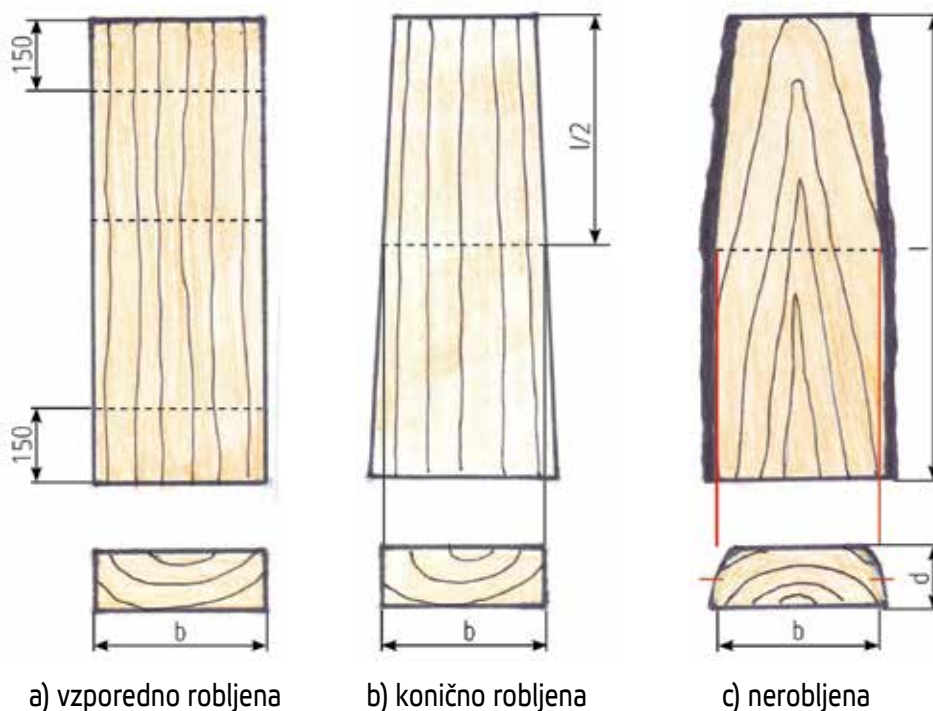
Pri *nerobljenih žaganicah* merimo širino na polovici dolžine žaganice in na sredini žamanja brez lubja.

Pri *konično robljenih deskah* merimo širino na sredini dolžine.

Kadar je na sredini napaka, merimo pred in za napako in izračunamo srednjo vrednost.

• Dolžina

Dolžino žaganice merimo z merilnim trakom najmanj na 5 mm natančno. Je najkrajša razdalja med koncema žaganice (čeloma), če žaganica ni popoln pravokotnik. Lahko pa merimo dolžino največjega možnega pravokotnika, ki ga narišemo na ploskev. Dolžino izrazimo v metrih, na dve decimalni mesti natančno, zaokrožimo pa jo navzdol na cele centimetre.



Slika 51: Merjenje žaganic (Z. S.)

3.4.1 Izračun prostornine

Prostornino (volumen) žaganega lesa izračunamo kot prostornino kvadra:

$$V_z \text{ (m}^3\text{)} = d \cdot b \cdot l$$

$V_z \text{ (m}^3\text{)}$prostornina žaganice

$d \text{ (m)}$debelina žaganice

$b \text{ (m)}$širina žaganice

$l \text{ (m)}$dolžina žaganice

Pri izračunu vstavimo dimenzije v metrih, in sicer na tri decimalke natančno. Dobljeni rezultat v m^3 tudi zaokrožimo na tri decimalna mesta natančno (po pravilu zaokroževanja: do števila 4 navzdol, od števila 5 pa navzgor).

Primer:

Nerobljenemu plohu smo izmerili debelino 50,7 mm in dolžino 3,5 m. Širino smo izmerili takole: širina na ožji (zunanji) ploskvi je 43,1 cm in na širši ploskvi 47,9 cm.

Izračunajmo prostornino žaganice. Vlažnost lesa je 20 %.

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2} = \frac{431 \text{ mm} + 479 \text{ mm}}{2} = 455 \text{ mm}$$

$$V_z = d \cdot b \cdot l = 0,050 \text{ m} \cdot 0,455 \text{ m} \cdot 3,50 \text{ m} = 0,080 \text{ m}^3$$

3.4.2 Določanje dimenzij pri 20 % vlažnosti lesa

Standard predpisuje dimenzije žaganemu lesu pri referenčni vlažnosti lesa 20 %. Običajno se žagajo hlodi z višjo vlažnostjo, zato moramo predpisanim dimenzijam dodati nadmero (»prid, pridatek«), da se kompenzira izguba zaradi osušitve po debelini in tudi po širini sortimenta.

Zračno osušeni žagarski sortimenti imajo nižjo vlažnost od 20 %. Posledično imajo žaganice manjše dimenzije od predpisanih.

Spremembe dimenzij zaradi krčenja znamo izračunati (npr. iz knjige *Les in tvoriva*). Veljavni standard SIST EN 1313-1:2010 pa izračun malo poenostavi.

Dogovorjena (referenčna) vlažnost lesa je torej 20 %. Če je vlažnost višja od 20 % in do TNCS (30 %), velja, da debelina in širina lesa poraste za 0,25 % pri vsakem 1 % spremembe vlažnosti. Pod 20 % pa za 1 % spremembe vlažnosti dimenzija pade tudi za 0,25 % krčenja.

Te vrednosti veljajo za vse vrste lesa in predvidevajo za radialno in tangencialno krčenje *enoten diferencialni skrček/nabrek* $q = 0,25 \text{ \%}/\%$ ali odstotek krčenja $\beta = 7,5 \text{ \%}$. Neupoštevanje smeri delovanja in vrste lesa je delno upravičeno zaradi anizotropnosti lesa. Pri večini žaganic krčenje tudi ni povsem radialno ali tangencialno, razen pri bočnici in sredinski deski.

Primer:

Žaganica pri vlažnosti 20 % mora imeti debelino 60 mm in širino 400 mm. Izračunajte ustrezno debelino in širino pri vlažnosti 30 % in več ter pri vlažnosti 10 %.

Razlika vlažnosti:

$$\Delta u = 10\% (30\% - 20\%) \text{ in } (20\% - 10\%)$$

Dejanski odstotek delovanja (skrček/nabrek) za debelino in širino:

$$\beta_{\Delta u} = \frac{\beta \cdot \Delta u}{30} = q \cdot \Delta u = 0,25\%/\% \cdot 10\% = 2,5\%$$

$$\text{SKRČEK} = \frac{\text{DEBELINA} \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{60 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 1,5 \text{ mm}$$

Ustrezna **debeline žaganice** pri vlažnosti 30 % (TZLV) in več = 60 mm + 1,5 mm = 61,5 mm, pri vlažnosti 10 % pa je 60 mm – 1,5 mm = 58,5 mm.

$$\text{SKRČEK} = \frac{\text{ŠIRINA} \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{400 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 10 \text{ mm}$$

Širina žaganice pri vlažnosti 30 % = 400 mm + 10 mm = 410 mm, pri vlažnosti 10 % = 400 mm – 10 mm = 390 mm

3.5 Napake žaganega lesa

Napake so odločilen dejavnik pri razvrstitvi žaganega lesa. Poznamo napake okroglega lesa, ki se navezujejo na žagan les. Obravnavali bomo samo definicijo, merjenje in izračun (določitev) napake oz. vse dejavnike napak, ki jih moramo poznati za razvrščanje žaganega lesa v kakovostne, sortirne in trdnostne razrede.

Navedli bomo napake po veljavnih SIST EN in SIST DIN standardih.

Razlikujemo naslednje skupine napak:

Nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa	Razpoke in sprememba oblike lesa	Napake v barvi lesa in trohnobe	Poškodbe zaradi insektov	Napake pri proizvodnji žaganega lesa
- grče - širina branike - naklon vlaken - valovita rast - reakcijski les - smolike - stržen - vrasla skorja	- razpoke - žaganega lesa - koritavost - ukrivljenost	- rjava in rdeča progavost - modrivost - trohnobe	- rovi in luknjice	- lisičavost

3.5.1 Nepravilnosti v anatomske zgradbi lesa

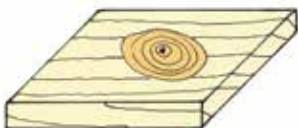
V to skupino spadajo: grče, širina branike, naklon vlaken, reakcijski les, smolike, valovita rast, stržen, vrasla skorja.

3.5.1.1 Grče in grčavost pri sortimentih žaganega lesa

• Oblike grč pri žaganem lesu



a) okrogle



b) ovalne



c) podolgovate

Slika 52: Oblike grč (Z. S.)

Žagan les ima velikokrat prehodne prereze, zato so grče poleg okroglih tudi ovalne in podolgovate.

Okrogla grča je tista, pri kateri razmerje med največjim $d_{\max}$ in najmanjšim premerom $d_{\min}$ ni večje kot 1,5.

Ovalna grča nastane pri takšnem prerezu žaganega lesa, da je razmerje med največjim in najmanjšim premerom večje kot 1,5 in manjše kot 4.

Podolgovata grča ima razmerje med največjim in najmanjšim premerom (diagonalo) večje kot 4.

Primer:

Izmerili smo največji premer grče 31 mm in najmanjši 23 mm. Ugotovimo obliko grče.

$$\text{razmerje} = \frac{d_{\max}}{d_{\min}} = \frac{31 \text{ mm}}{23 \text{ mm}} = 1,35 \rightarrow \text{grča je okrogla}$$

• Zraslost grč



Slika 53: Izpadna grča (Z. S.)

Poznamo že zrasle, nezrasle in prerasle grče (pogl. 2.3.2.1).

Izpadna grča

Ko nezraslo grčo odžagamo od zraslega dela, po osušitvi lesa izpade iz žaganice. Izpadna grča je črna zaradi svoje skorje, ki jo preraste les debla in ni sprejemljiva v sortimentih žaganega lesa.

• Lega in razporeditev grč



a) ploskovna



b) bočna



c) robna



č) brkasta



d) prebojni grči



e) skupina grč

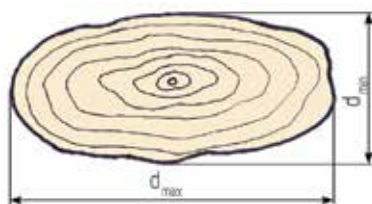
Slika 54: Položaj grč (Z. S.)

V žaganici so grče na širši (ploskovne) in na ožji (bočne) ploskvi ter na robu.

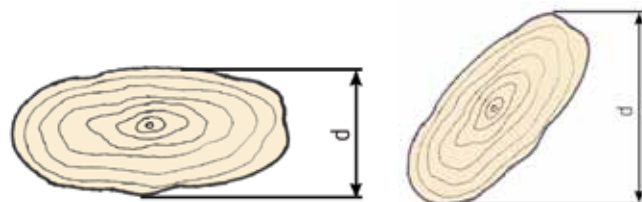
Grče so lahko *posamezne*, v skupini (*gnezdo grč*) in *prebojne grče*. Prebojna grča se razteza po celi širini ali debelini ploskve.

Brkasta grča nastane pri dveh nasprotnih vejah. Grči sta vidni na radialnem prerezu. Tudi če je vidna samo ena, jo še vedno imenujemo brkasta oz. *krilasta*.

• Velikost grč



a) osnovni način



b) alternativni način

Slika 55: Merjenje velikosti grče (Z. S.)

Velikost grč določa premer grč. Premer merimo na dva načina:

Osnovni način – velikost grče poda premer ali srednji premer grče (d), ki ga izračunamo:

$$d = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2} \text{ (mm)}$$

Alternativni način – grče pri konstrukcijskem lesu merimo samo pravokotno na lesna vlakna oz. na dolžino sortimenta (slika 55b). Samo izmerjeni premer vpliva na trdnost elementa.

Velikost *skupine* grč ugotovimo tako, da seštejemo najmanjše premere posameznih grč na razdalji 150 mm.

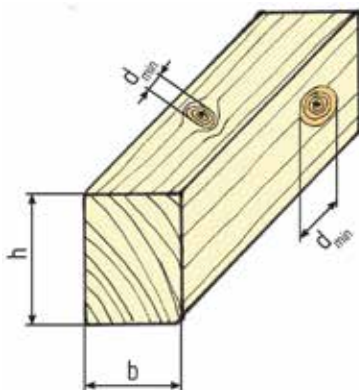
• Grčavost

Grčavost (A) žaganega lesa je definirana kot razmerje med velikostjo grče (premer d) in širino ploskve (b), na kateri se ta grča nahaja: $A = \frac{d}{b}$.

Grče merimo na ploskvah in vzporedno z robovi. Grčavost je opredeljena pri: tramovih, žaganicah (deska, plošč) in pri letvah.

Skupina grč: grčavost izračunamo kot vsoto premerov posameznih grč na dolžini 150 mm pri tramovih in žaganicah, pri letvah pa na dolžini 50 mm. Vsoto delimo s širino.

• Grčavost pri tramih



Slika 56: Grčavost pri tramu (Z. S.)

Primer:

Tram širine 120 mm in višine 190 mm ima na svoji širinski ploskvi grčo premera 22 mm, na višinski pa grčo premera 47 mm. Kolikšna je grčavost?

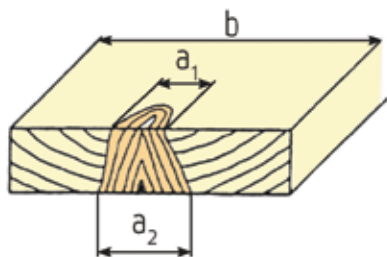
Upoštevamo najmanjši premer grče ali premer, če je grča povsem okrogla, grčavost pa izračunamo:

$$A = \frac{d_{\min}}{b} = \frac{22 \text{ mm}}{120 \text{ mm}} = 0,18 \text{ ali } \frac{1}{5,5}$$

$$A = \frac{d_{\min}}{h} = \frac{47 \text{ mm}}{190 \text{ mm}} = 0,25 \text{ ali } \frac{1}{4}$$

Za razvrščanje v sortirne razrede upoštevamo večjo grčavost.

• Grčavost pri deskah in plohih



Slika 57: Grčavost pri žaganici (Z. S.)

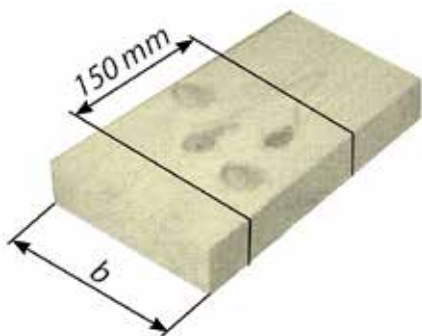
Primer 1:

Na zunanji strani žaganice je premer grče 42 mm, na notranji pa 24 mm. Deska je široka 16 cm. Kolikšna je grčavost?

Pri posamezni grči na ploskvi izmerimo premera (a_1 in a_2), kot kaže slika 57, in izračunamo njuno srednjo vrednost (a). Grčavost izračunamo tako, da srednjo vrednost premerov delimo s širino žaganice (b).

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad A = \frac{a}{b} = \frac{a_1 + a_2}{2 \cdot b}$$

$$A = \frac{a_1 + a_2}{2 \cdot b} = \frac{42 \text{ mm} + 24 \text{ mm}}{2 \cdot 160 \text{ mm}} = 0,2 \text{ ali } 1/5$$



Slika 58: Skupina grč pri žaganici (S. K.)

Primer 2:

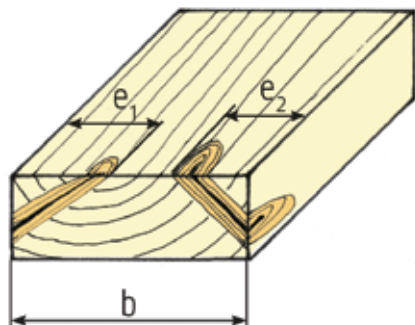
Ploh širine 180 mm ima štiri grče v območju dolžine 150 mm. Dimenzije grč:

Premer grče	1. grča (mm)	2. grča (mm)	3. grča (mm)	4. grča (mm)
zun. stran	20	18	15	12
notr. stran	16	13	12	10

Izračunajmo grčavost.

$$a_{\text{cel}} (\text{mm}) = \frac{20+16}{2} + \frac{18+13}{2} + \frac{15+12}{2} + \frac{12+10}{2} = 58 \text{ mm}$$

$$A = \frac{a_{\text{cel}}}{b} = \frac{58 \text{ mm}}{180 \text{ mm}} = 0,32 \approx \frac{1}{3}$$



Slika 59: Bočni grči na žaganici (Z. S.)

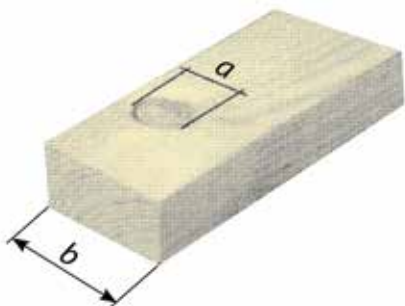
Primer 3:

Na deski (plohu) izmerimo dolžino dveh najdaljših bočnih grč. Prva sega 4,5 cm, druga pa 6,5 cm v širino deske, ki je 33 cm.

Pri bočnih grčah upoštevamo projicirano (predvideno) najdaljšo dolžino grč (e) na širši ploskvi (slika), ker najbolj oslabita prečni prerez. Grčavost označimo s črko E .

$$E = \frac{e_1 + e_2}{b} = \frac{4,5 \text{ cm} + 6,5 \text{ cm}}{33 \text{ cm}} = 0,33 \text{ ali } 1/3$$

• Grčavost pri letvah



Slika 60: Grčavost pri letvah (S. K.)

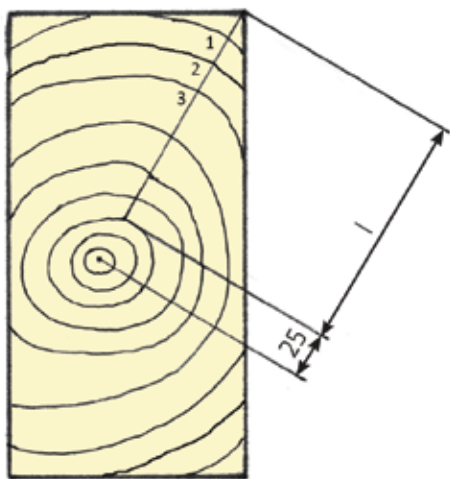
Primer:

Grča na letvi ima premer 15 mm, letev je široka 38 mm. Grčavost izračunamo:

$$A = \frac{a}{b} = \frac{15 \text{ mm}}{38 \text{ mm}} = 0,4 \quad \text{ali} \quad \frac{1}{2,5} = \frac{2}{5}$$

3.5.1.2 Preostale napake v anatomske zgradbi lesa

• Srednja širina branike žaganega lesa



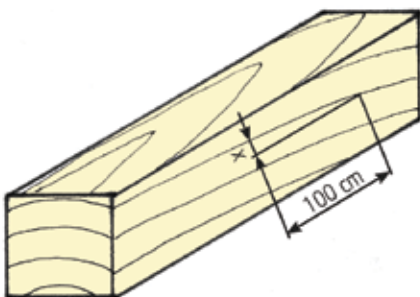
Slika 61: Merjenje branike pri tramu, ki vsebuje stržen. (Z. S.)

Srednjo širino branike žaganega lesa merimo in izračunamo enako kot pri hlodu. S tem da pri lesu, ki vsebuje stržen, ne upoštevamo območja okoli stržena v širini 25 mm.

Linija se povleče pravokotno (v radialni smeri) na letnice. Na razdalji (l) preštejemo letnice (n).

$$\text{širina branike (mm)} = \frac{l}{n}$$

• Naklon vlaken



Slika 62: Naklon vlaken (Z. S.)

Naklon vlaken nastane zaradi zavite rasti in tudi kot posledica različne orientiranosti vlaken (letnic) sortimenta v deblu in kosa v deski. Izračunamo ga kot odklon vlaken (x) v cm od ravne osi sortimenta na dolžini 100 cm. Izrazimo jo v odstotkih.

$$\text{naklon vlaken} = \frac{x(\text{cm})}{100(\text{cm})} 100\%$$

• Smolika



Slika 63: Smolika (U. G.)

Smolika (smolni žep) so votlinice v lesu, napolnjene s smolo. Potekajo v smeri vlaken, s tem da so vlakna okoli njih malo zvita.

Meri se širina smolike na najširšem mestu in dolžina. Po velikosti razlikujemo:

- drobne (do 2 mm x 20 mm),
- male (do 5 mm x 50 mm),
- srednje (do 10 mm x 100 mm),
- velike (dolžine več kot 100 mm, ne glede na širino).

• Reakcijski les (kompresijski, tenzijski)



Slika 64: Reakcijski les (Z. S.)

Reakcijski les merimo na ploskvi na mestu maksimalne širine pravokotno na vzdolžno os. Če je več pasov reakcijskega lesa, upoštevamo vse njihove širine in jih podamo na obseg prereza. (Enako ugotovimo tudi rjavo in rdečo progavost.)

Primer:

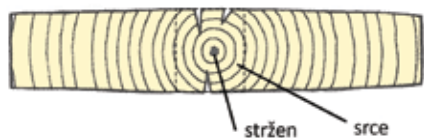
Ploh debeline 60 mm in širine 24 cm ima reakcijski les v širini 12 cm. Izračunajmo delež napake.

$$\text{obseg prereza} = 2 \cdot 6 \text{ cm} + 2 \cdot 24 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{reakc. les} = \frac{\text{širina kompr. lesa}}{\text{obseg}} = \frac{12 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} = 0,2 \text{ ali } 1/5$$

• Stržen in srce, vrasla skorja, valovita rast

Napak ne merimo, jih pa registriramo.



a) stržen in srce (Z. S.)



b) vrasla skorja (U. G.)



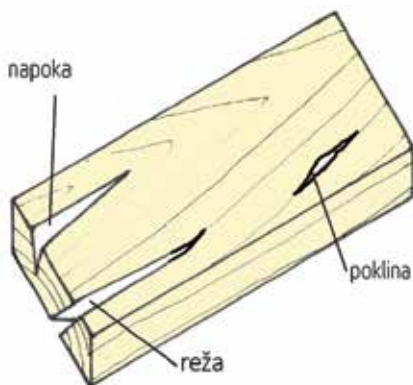
c) valovita rast
(javor rebraš) (U. G.)

Slika 65: Posebne napake

3.5.2 Razpoke in sprememba oblike žaganega lesa

Pri sortrimenth žaganega lesa bomo upoštevali: razpoke, koritavost in ukrivljenost (lok, sabljavost in zvitost), ki nastanejo pri sušenju pod točko nasičenosti celičnih sten – zaradi krčenja.

• Razpoke žaganega lesa

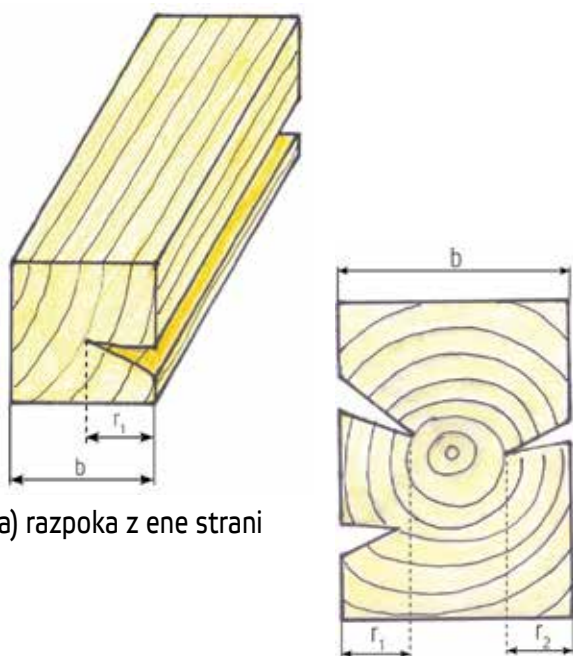


Slika 66: Razpoke žaganice (Z. S.)

Čelna razpoka na sortimentu (žaganici) nastane zaradi hitrejšega gibanja vode v vzdolžni smeri. Čelni razpoki, ki ne sega skozi vso debelino sortimenta, pravimo *napoka*. Če žaganica počí po vsej debelini, nastane *reža*, *pokline* pa so na površini lesa.

Razpoke merimo samo pri tramih, ker zmanjšajo nosilnost.

• Razpoke zunanjega dela trama (nosilni les pravokotnega prereza)



a) razpoka z ene strani

b) razpoka z dveh strani

Slika 67: Razpoke trama (Z. S.)

Razpoko (R) merimo na prečnem prerezu trama širine (b). Merimo samo njihovo globino (r_1, r_2) vzporedno z vodoravno osjo ali ravnino (slika 67). Pri razpokah z obeh strani globini seštejemo.

$$R = \frac{r_1}{b} \quad R = \frac{r_1 + r_2}{b}$$

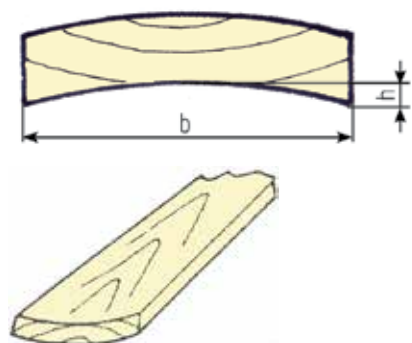
Razpok, ki so krajše od 1/4 dolžine trama ali od 1 m, ne merimo oz. jih ne upoštevamo.

Primer:

Pri tramu širine 20 cm smo izmerili projicirano globino razpoke 12 cm. Kolikšna je razpoka?

$$R = \frac{r_1}{b} = \frac{12 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 0,6 \text{ ali } 3/5$$

• Koritavost



Slika 68: Koritavost (Z. S.)

Koritavost nastane pri deskah z bočno strukturo (bočnicah). Deska se vboči (postane konkavna) proti zunanji strani debla.

$$\text{koritavost} = \frac{h}{b}$$

Izmerimo največje odstopanje (h) glede na širino žaganice (b).

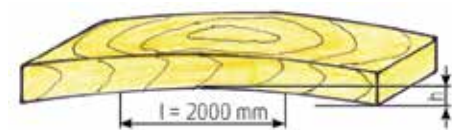
Primer:

Deska širine 240 mm se po širini ukrivi za 15 mm. Izračunajte koritavost!

$$\text{koritavost} = \frac{h}{b} = \frac{15 \text{ mm}}{240 \text{ mm}} = \frac{1}{16}$$

• Ukrivljenost (veženje) žaganega lesa:

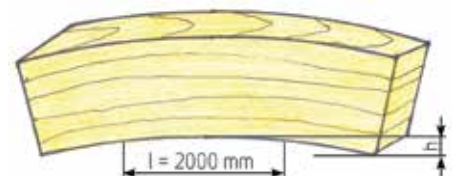
- lok ali vzdolžna ukrivljenost po širši ploskvi,
- sabljavost (sablja) ali vzdolžna ukrivljenost po bočni ploskvi in – zvitost ali spiralna zavitost



a) lok

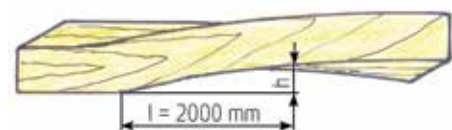
Merimo največjo deformacijo (h v mm) na dolžini 2000 mm, kot kaže slika.

Na primer: lok (vzdolžna ukrivljenost) (h) je lahko do 8 mm.



b) sabljavost

Merimo največjo deformacijo (h v mm) na dolžini 2000 mm, kot kaže slika.



c) zvitost

Slika 69: Ukrivljenost žaganic (Z. S.)

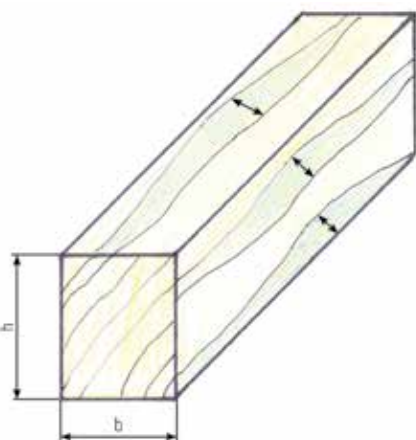
Merimo največjo deformacijo (h) na zavitem pasu ploskve širine 25 mm (slika 69). Na primer, če smo izmerili 2 mm, je zvitost: 2 mm/25 mm širine.

3.5.3 Napake v barvi lesa in trohnobe

Napake v barvi lesa in trohnobe: rjava in rdeča progavost (spremembe naravne barve lesa) zaradi gliv, modrivost, strženove (parenhiske) pege, trohnobe.

- Modrivost je dovoljena in je ne ugotavljamo (standard za konstrukcijski les).
- Trohnoba (rjava ali bela) ni dovoljena.

• Rjava in rdeča progavost



Slika 70: Progavost (Z. S.)

Merimo rjavo in rdečo progavost, ki jo povzroči napad trohnočnih gliv. Proge se začnejo na čelih in se v obliki pasov nadaljujejo bolj ali manj globoko v les. Pred začetkom razkroja lesa, to je v začetni fazi, so proge še »zdrave in čvrste« in so dovoljena napaka.

Izmerimo širino obarvanega pasa ali pasov (slika 70) – merimo največjo širino pasa na vseh vzdolžnih ploskvah in seštevek podamo kot kvocient obsega prereza.

Primer:

Tram prereza 14/20 cm ima rjave pasove v skupni širini 27 cm. Kolikšna je progavost?

$$\text{obseg prereza} = 2 \cdot 14 \text{ cm} + 2 \cdot 20 \text{ cm} = 68 \text{ cm}$$

$$\text{progavost} = \frac{\text{skupna šir. pasov}}{\text{obseg}} = \frac{27 \text{ cm}}{68 \text{ cm}} = 0,4 \text{ ali } 2/5$$

3.5.4 Poškodbe zaradi insektov

Insekti (terciarni insekti) napadajo suh les (konstrukcije, pohištvo ...) in ga lahko povsem uničijo.

• Rovi in luknjice zaradi insektov



Slika 71: Rovi insektov (Z. S.)

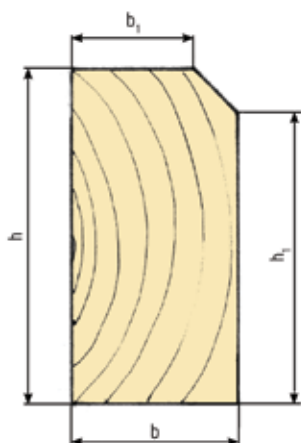
V kvalitetni hlodovini in žagarskih sortimentih niso dovoljene luknje ali rovi insektov, za manj kvalitetne pa so delno dovoljeni in določeni s kakovostnimi kriteriji.

Za žagan les so rovi ličink in izletne odprtine dovoljeni do premera 2 mm (mušičavost).

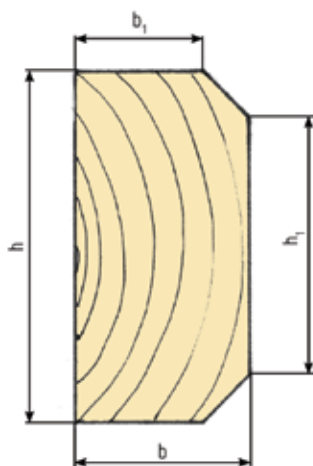
3.5.5 Napake pri proizvodnji žaganega lesa

V proizvodnji žaganega lesa lahko nastanejo napake zaradi neustreznih postopkov žaganja, notranjih napetosti lesa, transporta, sušenja, skladiščenja ... Upošteva se lisičavost, ki nastane namerno. Zaradi boljšega izkoristka lahko hlood žagamo tako, da na robljenem sortimentu del bočne ploskve ni v celoti obžagan in ostane oblika hloda, kar imenujemo lisičavost ali obličavost.

• Lisičavost



a) enostranska



b) dvostranska

Slika 72: Lisičavost (Z. S.)

Napako merimo pri tramih, deskah, plohih in letvah. Izmerimo najmanjšo širino ploskve (b_1 , h_1) zaradi lisičavosti, kot kaže slika. Velja za enostransko in dvostransko lisičavost.

Lisičavost izračunamo na širši (K_1) in ožji (K_2) stranici:

$$K_1 = \frac{h - h_1}{h} \quad \text{in} \quad K_2 = \frac{b - b_1}{b}$$

Dolžina lisičavosti se ne upošteva.

Primer:

Tram s širino prereza 100 mm in višino 180 mm ima najmanjšo širino zaradi lisičavosti 75 mm, višino pa 120 mm. Kolikšna je lisičavost na širši in ožji stranici prereza?

$$K_1 = \frac{h - h_1}{h} = \frac{180 \text{ mm} - 120 \text{ mm}}{180 \text{ mm}} = 0,33 \text{ ali } 1/3$$

$$K_2 = \frac{b - b_1}{b} = \frac{100 \text{ mm} - 75 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,25 \text{ ali } 1/4$$

Lisičavost 1/3 pomeni, da je ravne površine 2/3 (67 %).

Lisičavost 1/4 pomeni, da je ravne površine 3/4 (75 %).

Pri sortiranju se upošteva večja lisičavost, v našem primeru 1/3.

3.6 Razvrščanje žaganega lesa

Razvrščanje (sortiranje) žaganega lesa pomeni, da mu določimo kvaliteto in/ali trdnost. Tako les razvrstimo v:

- kakovostne,
- sortirne in
- trdnostne razrede.

Razvrstitev žaganega lesa v razred opredeli njegovo uporabo oz. zakaj in kje se bo uporabljal.

Vsi razredi so določeni s standardom. Obstajajo nacionalni in evropski (EN) standardi, ki poenotijo pravila o razvrščanju žaganega lesa.

Pri razvrščanju razlikujemo:

- nekonstrukcijski (običajen, mizarski) les, kjer je bolj pomemben videz;
- konstrukcijski (stavbni, gradbeni) les, kjer je odločilna trdnost lesa.

Razvrščanje je lahko:

- vizualno, ki temelji na vidnem opazovanju značilnosti lesa (napak) in
- strojno, ki temelji na zvezi med izmerjenimi lastnostmi lesa in njegovo trdnostjo.

Razvrščanje (sortiranje) žaganega lesa					
po videzu			po trdnosti		
nekonstrukcijski les			konstrukcijski les		
iglavci	SIST EN 1611-1			vizualno	strojno
listavci	SIST EN 975-1-2		iglavci	SIST DIN 4074-5	SIST DIN 4074-3-4
			listavci	SIST DIN 4074-1	SIST EN 14081-2-3-4
			igl./list.	SIST EN 338 in SIST EN 14081-1	

3.6.1 Razvrščanje nekonstrukcijskega lesa

Nekonstrukcijski (mizarski) les se razvršča v kakovostne razrede po videzu, ne obstaja pa enotni standard.

Evropski standard za iglavce je SIST EN 1611-1:2003, za bukev in hrast SIST EN 975-1:2009, samo za topol pa SIST EN 975-2:2005.

Standardi predpisujejo dimenzije žagarskih sortimentov, določanje napak in dovoljene napake. Napake so v standardih lahko različno opredeljene. Predvidene so vse vrste napak, ki so opisane in razložene pri pogl. 3.5.

Potrebno je poudariti, da standard glede na stanje grč razlikuje zdrave, zrasle, mrtve ali delno zrasle, okrogle, podolgovate ...

Mizarski les mora biti zdrav, odločilne so estetske lastnosti, delno tehnološke, manj pa mehanske lastnosti. Pomembno je tudi, če se obarvanje lahko odstrani s skobljanjem.

Na kratko bomo pojasnili bomo pri nas prevzeti evropski standard SIST EN 1611-1. Žagani les – Razvrščanje iglavcev po videzu – 1. del: Evropske smreke, jelke, bori, duglazije in macesni.

Standard predvideva pet kakovostnih razredov (0, 1, 2, 3, 4). Razred 0 definira najvišjo kakovost, razred 4 pa pomeni najslabšo kakovost žaganic.

Podana sta dva postopka razvrščanja v kvalitetne razrede:

- G2, pri katerem ocenjujemo obe širši ploskvi (grče in ostale napake) in
 - G4, pri katerem ocenjujemo obe širši ploskvi in obe bočni (ožji) ploskvi (običajno v Skandinaviji).
- Kakovostni razredi so torej:

G2-0, G2-1, G2-2, G2-3, G2-4 in

G4-0, G4-1, G4-2, G4-3, G4-4.

Podali bomo še risbe (slika 72 in 73) za smrekov/jelov les, ki ponazarjajo najkakovostnejši in najslabši razred.



a) prednja in hrbtna stran žaganice – kakovostni razred G2-0 (14.: 48)



b) prednja in hrbtna stran žaganice – kakovostni razred G2-4 (8.: 48)

Slika 73: Širši ploskvi žaganice

3.6.2 Razvrščanje (sortiranje) konstrukcijskega (gradbenega) lesa

Konstrukcijski les se uporablja za izdelavo vseh vrst gradbenih konstrukcij: hiš, šol, vrtcev, športnih in kulturnih dvoran iz lesa, ostrešij, raznih razstavišč, mostov, brvi, ograj, škarp ...

Vrste konstrukcijskega lesa, ki prevladujejo, so: iglavci (smreka, jelka, bor, macesen) in manj hrast, bukev in topol. Poraba lesa za gradnjo je obsežna in narašča.

Pri konstrukcijskem lesu so najvažnejše mehanske lastnosti, predvsem trdnosti in elastični modul. Mehanske lastnosti so odvisne od napak v lesu. Največji vpliv imajo grče, nato gostota lesa, širina branike, razpoke, lisičavost, zavrtost ...



Slika 74: Skeletna lesena konstrukcija (M. G.)

V evropskih državah se uporablja več nacionalnih standardov za razvrščanje konstrukcijskega lesa po trdnosti. Navedli bomo nekatere: v Nemčiji, Avstriji, Češki in Sloveniji DIN 4074-1, v Italiji UNI 11035-1, v skandinavskih državah INSTA 142:1997, v Veliki Britaniji BS4978:2007 ...

Vendar morajo nacionalni standardi upoštevati splošni evropski standard SIST EN 14081-1:2016, ki predpiše:

- značilnosti (kriterije), zaradi katerih je zmanjšana trdnost lesa: grče, naklon vlaken, gostota, hitrost rasti in razpoke;
- geometrijske značilnosti: lisičavost, ukrivljenost (veženje);

- značilnosti biološke razgradnje lesa: obarvanost, trohnobe, poškodbe od žuželk;
- druge značilnosti: reakcijski les, mehanske poškodbe in podobno.

Projektanti morajo strogo spoštovati standarde, saj sta od njihovih določil o kvaliteti konstrukcijskega lesa odvisni stabilnost in varnost konstrukcije.

Vizualno razvrščanje temelji na osnovi značilnosti lesa (napak), ki so vidne. Žagan les tako razporedijo v sortirni razred. Upoštewane so vse napake, ki vplivajo na mehanske lastnosti. Povsem je odvisno od ocenjevalca (človeka).

V Sloveniji uporabljamo prevzeta standarda SIST DIN 4074-1:2009, ki velja za iglavce, in SIST DIN 4074-5:2009, ki velja za listavce.

Strojno razvrščanje se izvaja z različnimi napravami, lastnosti izmerimo, tako da lesa ne porušimo (nedestruktivna metoda). Temelji na zvezi med lastnostmi lesa in njegovo trdnostjo. Obstaja več metod oz. postopkov. Omenimo:

- metoda merjenja gostote lesa in elastičnega modula,
- metoda frekvenčnega odziva, kjer merimo nihajne in akustične lastnosti v lesu,
- metode na osnovi električne upornosti in dielektričnih lastnosti lesa.

Uporabljajo tudi klasično preizkušanje trdnosti (običajno upogib) žaganega lesa. Veliki žagarski obrati lahko iščejo napake in druge lastnosti z rentgenskimi žarki ... Strojno sortiranje se lahko izvaja po SIST DIN 4074-3,4 z ustreznimi napravami.

Strojno razvrščanje je hitro in bolj objektivno, potrebna pa so precejšnja sredstva za nabavo opreme. Zahteva tudi dodatno vizualno oceno značilnosti sortimenta, ki jih z napravami ne moremo izmeriti.

3.6.2.1 Razvrščanje po standardu SIST DIN 4074-1

Standard SIST DIN 4074-1:2009, ki smo ga že navedli, opredeli tudi napake lesa, ki so podane pri predhodnem pogl. 3.5.

Standard konstrukcijski žagan les razvršča v sortirne razrede, pri tem pa razlikuje tramove in gredice (ostrorob les), plohe, deske in letve.

Razdelitev po dimenzijah je prikazana v preglednici 15.

Preglednica 15: Razdelitev konstrukcijskega žaganega lesa po dimenzijah

Vrsta sortimenta	Debelina d oz. višina h	Širina b
Letev	$d \leq 40 \text{ mm}$	$b < 80 \text{ mm}$
Deska ¹	$d \leq 40^2 \text{ mm}$	$d \geq 80 \text{ mm}$
Ploh ¹	$d > 40 \text{ mm}$	$b > 3 d$
Tram, gredica	$b \leq h \leq 3 b$	$b > 40 \text{ mm}$

¹ Pokončno postavljene deske in plohe, ki so upogibno obremenjeni po robu, razvrščamo kot tramove, označimo jih s črko K pri sortirnem razredu, na primer S 7K.

² Ta omejitev ne velja za deske, namenjene za izdelavo lepljenega lameliranega lesa (BSH).

3.6.2.2 Sortirni razredi

Tramove, gredice, deske in plohe, ki delujejo kot nosilci, uvrstimo v tri sortirne razrede: S 7, S 10, S 13; letve pa razvrščamo v dva sortirna razreda: S 10 in S 13 (preglednica 16).

Preglednica 16: Vrste sortirnih razredov

Vrsta sortimenta	Sortirni razred
tram, gredica ploh, deska	S 7, S 10, S 13;
letev	S 10 in S 13.

Standard SIST DIN 4074-1 tudi navaja sledeče skupne kriterije:

- Kriteriji razvrščanja veljajo pri predpisani $\leq 20 \%$ vlažnosti lesa.
- Standard predpisuje dovoljena odstopanja dimenzij po standardu SIST EN 336:2013, in sicer za njegov prvi razred odstopanja. To pomeni:
 - dimenzija prečnega prereza (debelina, širina) $\leq 100 \text{ mm}$; dovoljeno $+ 3 \text{ mm} / -1 \text{ mm}$
 - dimenzija prečnega prereza (debelina, širina) $> 100 \text{ mm}$; dovoljeno: $+ 4 \text{ mm} / -2 \text{ mm}$
 - za dolžino: odstopanja v minus niso dovoljena, odstopanja v plus pa je potrebno določiti v pogodbi.
- Pri vseh sortimentih in razredih niso dovoljene napake: razpoke zaradi strele, raznih poškodb in kolesivost.
- Pri vseh sortimentih in razredih je dovoljeno modrenje (modrivost) in rovi od sekundarnih insektov, če so rovi premera do 2 mm .
- Konstrukcijski les ima lahko po dolžini različno velike prereze zaradi lisičavosti, premera grč ... Največje napetosti nastanejo v prerezu, ki je najmanjši, napaka pa seveda največja. Standard zato upošteva največjo napako oz. najslabšo možnost.
- Pri naknadni inšpekciji ene pošiljke je neugodno odstopanje od zahtevanih kriterijev dopustno do 10% pri 10% količini pošiljke. V primeru večjega odstopanja je potrebno ponovno sortiranje.

Preglednica 17: Kriteriji razvrščanja v sortirne razrede za tramove, gredice (nosilci)

Kriterij razvrščanja	Sortirni razredi		
	S 7	S 10	S 13
Grčavost	do 3/5	do 2/5*	do 1/5
Naklon vlaken	do 12 %	do 12 %	do 7 %
Stržen	dovoljen	dovoljen	ni dovoljen**
Širina branike - <i>splošno</i> - <i>duglazija</i>	do 6 mm do 8 mm	do 6 mm do 8 mm	do 4 mm do 6 mm
Razpoke (vse vrste) Razpoke zaradi krčenja	do 1/2	do 1/2	do 2/5
Lisičavost	do 1/4	do 1/4	do 1/5
Ukrivljenost - <i>vzdolžna ukrivljenost</i> - <i>zvitost</i>	do 8 mm 1 mm/25 mm višine	do 8 mm 1 mm/25 mm višine	do 8 mm 1 mm/25 mm višine
Rjava in rdeča progavost (»čvrsta in zdrava«)	do 2/5	do 2/5	do 1/5
Kompresijski les	do 2/5	do 2/5	do 1/5

* Velikost grč do 1/2, če je širina branike pri smreki do 4 mm in pri duglaziji do 5 mm. Delež v eni pošiljki ne sme preseči 25 %.

** Pri širinah > 120 mm dovoljen.

Preglednica 18: Kriteriji razvrščanja v sortirne razrede za deske in plohe, ki so upogibno obremenjeni po ožji ploskvi (nosilci)

Kriterij razvrščanja	Sortirni razredi		
	S 7	S 10	S 13
Grčavost			
- posamezna grča	do 1/2	do 1/3	do 1/5
- skupina grč	do 2/3	do 1/2	do 1/3
- bočna grča	-	do 2/3	do 1/3
Naklon vlaken	do 16 %	do 12 %	do 7 %
Stržen	dovoljen	dovoljen	ni dovoljen
Širina branike			
- splošno	do 6 mm	do 6 mm	do 4 mm
- duglazija	do 8 mm	do 8 mm	do 6 mm
Razpoke	dovoljene	dovoljene	dovoljene
Lisičavost	do 1/3	do 1/3	do 1/4
Ukrivljenost	do 12 mm		
- vzdolžna ukrivljenost	2 mm/25 mm širine	do 8 mm	do 8 mm
- zvitost		1 mm/25 mm širine	1 mm/25 mm širine
Koritavost	do 1/20	do 1/30	do 1/50
Rjava in rdeča progavost (»čvrsta in zdrava«)	do 3/5	do 2/5	do 1/5
Kompresijski les	do 3/5	do 2/5	do 1/5

Preglednica 19: Kriteriji razvrščanja v sortirne razrede za letve

Kriterij razvrščanja	Sortirni razredi	
	S 10	S 13
Grčavost - <i>splošno</i> - <i>bor</i>	do 1/2 do 2/5*	do 1/3 do 1/5
Naklon vlaken	do 12 %	do 7 %
Stržen	dovoljen samo pri smreki	dovoljen samo pri smreki
Širina branike - <i>splošno</i> - <i>duglazija</i>	do 6 mm do 8 mm	do 6 mm do 8 mm
Razpoke	dovoljene	dovoljene
Lisičavost	do 1/3	do 1/4
Ukrivljenost - <i>vzdolžna ukrivljenost</i> - <i>zvitost</i>	do 12 mm 1 mm/25 mm širine	do 8 mm 1 mm/25 mm širine
Rjava in rdeča progavost (»čvrsta in zdrava«)	do 3/5	do 2/5
Kompresijski les	do 3/5	do 2/5

* Pri prerezu 40 x 60 mm do 1/2

3.6.2.3 Trdnostni razredi

Sortirne razrede prevedemo v *trdnostne razrede žaganega lesa*, ki jih potrebujejo projektanti pri izračunu posameznih konstrukcij.

Z dimenzioniranjem lesenih konstrukcij se ukvarjajo gradbeni inženirji ali tudi iz drugih strok s posebnim izpitom.

Po standardu SIST EN 338:2016 so trdnostni razredi masivnega pri iglavcih označeni: (Conifereus) s črko C, pri listavcih (Deciduous) pa s črko D. Poleg črke je številka, ki pomeni karakteristično upogibno trdnost za ta razred. Na primer trdnostni razred C30 pomeni les iglavcev z (dopustno – mejno) upogibno trdnostjo 30 MPa, D40 pa les listavcev z upogibom 40 MPa. Za iglavce obstaja 12 razredov, za listavce pa 6.

V preglednici 20 bomo navedli samo tri običajne trdnostne razrede (C16, C24, C30), ki so najbolj pogosti, ker največ konstrukcijskega lesa pade v te tri razrede.

(Dimenzioniranje konstrukcijskih elementov je po EVROKODU 5).

Preglednica 20: Prevedba sortirnih razredov v trdnostne razrede po SIST EN 1912:2012

Sortirni razred po SIST DIN 4074-1	Trdnostni razredi po SIST EN 338
S7	C16 C18 (smreka)
S10	C24
S13	C30

V preglednici 21 bomo podali vrednosti za mehansko fizikalne lastnosti, ki so osnova za dimenzioniranje. Lastnosti lesa veljajo pri vlažnosti lesa, ki jo les doseže pri temperaturi 20 °C in 65 % relativni vlažnosti zraka. Ravnovesna vlažnost lesa je 12 %.

Preglednica 21: Karakteristične lastnosti lesa po SIST EN 338:2016

Lastnosti	Trdnostni razred		
	C16	C24	C30
Trdnost (MPa = N/mm²)			
upogib	16	24	30
nateg, vzporedno	10	14	18
nateg, pravokotno	0,5	0,5	0,6
tlak, vzporedno	17	21	23
tlak, pravokotno	2,2	2,5	2,7
strig	1,8	2,5	3
Togostne lastnosti (MPa)			
elastični modul, vzporedno	8000	11000	12000
elastični modul, pravokotno	270	370	400
Gostota (kg/m³)			
karakteristična	310	350	380
povprečna	370	420	460

Vsi lesni proizvodi, namenjeni stalni uporabi v konstrukcijah, morajo biti označeni z oznako CE (slika 75). Oznaka CE je v obliki žiga odtisnjen na površino, z njim proizvajalec potrjuje, da je izdelek skladen s tehnično specifikacijo, ki je za konstrukcijski žagan les predpisana po SIST EN 14081-1:2016.



Slika 75: Oznaka CE za žagan konstrukcijski les (X)

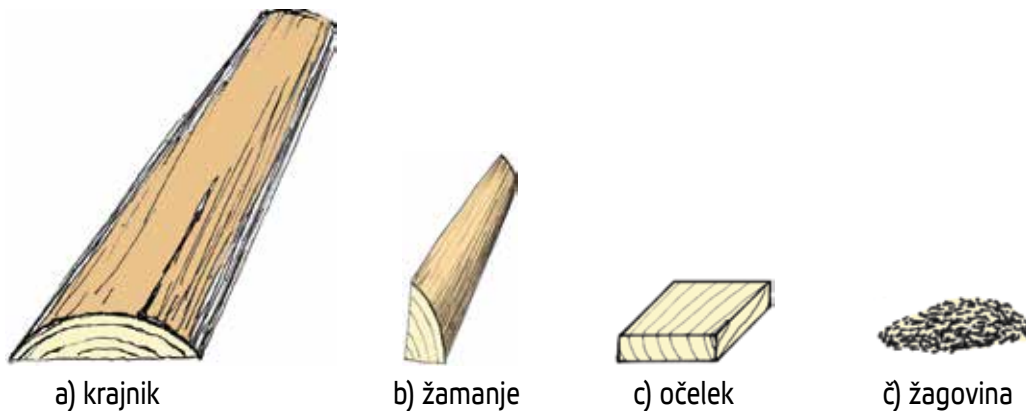
Označevanje izdelkov z oznako CE (Conformite European) je obvezno za vse članice Evropske unije (EU). Označeno mora biti vse industrijsko blago. Oznaka CE jamči, da je izdelek varen in je v skladu s tehničnimi zahtevami evropske zakonodaje. Proizvajalec nadzoruje delovni proces in izpolnjuje določene predpise, zahteve, standarde ... Oznaka CE torej ni znak kvalitete, ampak je minimalni pogoj, ki omogoča prost dostop do enotnega trga EU.

3.7 Žagarski ostanki

Ostanki pri žagarski predelavi lesa se koristno uporabijo za izdelavo ivernih ali vlaknenih plošč, za celulozo ali biomaso (toploto). Zato jih ne imenujemo odpadki.

Ostanki pri žaganju hlodov so:

- Krajnik (bočni del hloda) je iz boka hloda odžagana deska. Ima eno ravno žagano ploskev, na drugi pa zadrži obliko hloda. Krajnik ima lahko dolžino enako hlodu, velikokrat pa je krajši, posebej če ima hlod večji padec premera.
- Žamanje (obrezline) je ostanek pri robljenju deske. Za dolžino žamanja velja enako kot za dolžino krajnika.
- Očelek nastane pri prečnem obžagovanju (čeljenju) hlodov in žaganic.
- Žagovina nastane zaradi delovanja žaginih listov. Uporabljamo jo za izdelavo ivernih plošč, briketov, peletov, lahko pa jo dovajamo (pnevmatski ali mehanični transporterji) v kurišče parnega kotla.



Slika 76: Ostanki pri žaganju (Z. S.)

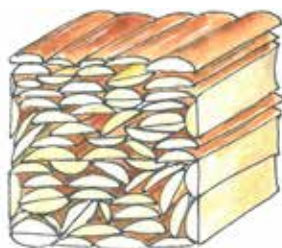
Prostorninski meter

Za drva in žagarske kosovne ostanke običajno uporabljamo mersko enoto: prostorninski meter (prm ali pm).

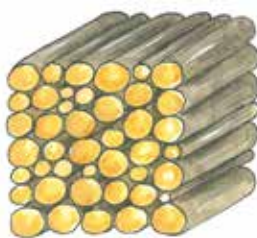
Skladovnica lesa dimenzij 1 m x 1 m x 1 m (kocka) vključno z zračnimi vmesnimi prostori je prostorninski meter. Večja enota je **klaftera**, ki ima prostornino 4 prm (4 m x 1 m x 1 m).

Prostornina lesa v kubikih (m^3) je odvisna od oblike, velikosti in razporeditve posameznih kosov lesa v skladovnici, saj ti določajo velikost zračnih medprostorov.

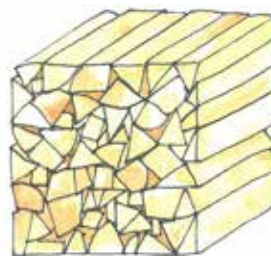
Pretvornik za spremembo prostorninskega metra v kubični meter in obratno razberemo na naslednji sliki.



a) krajniki:
1 prm = 0,60 m³ lesa
(1,00 m³ = 1,66 prm)



b) okroglice:
1 prm = 0,75 m³ lesa
(1,00 m³ = 1,33 prm)



c) cepanice:
1 prm = 0,70 m³ lesa
(1,00 m³ = 1,40 prm)

Slika 77: Skladovnica – en prostorninski meter (prm) (Z. S.)

Sekanci

Kosovne ostanke (krajniki, žamanje, očelki) s sekalnikom predelamo v sekance.

Razlikujemo:

- drobne sekance, dolžine 4–25 (30) mm in debeline nekaj mm,
- grobe ali velike sekance, dolge 25–80 mm in debele približno okoli 20 mm.

Sekanci so gorivo (biomasa) za večje kotlovne enote, v zadnjem času pa tudi za stanovanjske hiše. Veliko se uporabljajo za proizvodnjo ivernih plošč (fino iverje), za vlaknene plošče in celulozo. Sekanci se enostavno transportirajo, na primer: s tračnim, polžastim ali pnevmatskim transporterjem, s tovornjaki – cisternami ...



a) sekanci



b) kosovni ostanke

Slika 78: Žagarski ostanke (U. G.)

Nasuti (kubični) meter

Nasuti meter (nasuti m³ ali nm³) uporabljamo za mero prostornine nasutja lesnih sekancev, za razno iverje, redko pa tudi za nasutje drv. Ko sekance stresemo na kup, nastanejo med delci lesa praznine, ki so odvisne od velikosti sekancev, oblike, vlažnosti ...

Za drobne sekance velja, da:

- iz 1 m³ okroglega lesa dobimo (nastane) 2,5 nasutih m³ sekancev oz. iz 1 prm cepanic dobimo 1,75 nasutih m³ sekancev.

Za grobe sekance velja da:

- iz 1 m³ okroglega lesa dobimo (nastane) 3,0 nasutih m³ sekancev oz. iz 1 prm cepanic dobimo 2,1 nasutih m³ sekancev.

Primer:

Za sekanje so pripeljali smrekove krajnike vlažnosti 30 %. Tovor tehta 5,6 tone.

Izračunajmo:

a) Koliko je to prostorninskih metrov (prm)?

b) Krajnike smo zasekali v sekance. Kako velik prostor zavzamejo sekanci pri nasutju?

a) Absolutno suha smrekovina ima gostoto 430 kg/m³, pri vlažnost 30 % pa je gostota:

$$\rho_{30} = 430 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,30 = 559 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{30} = \frac{m_{30}}{V_{30}}$$

$$V_{30} = \frac{m_{30}}{\rho_{30}} = \frac{5600 \text{ kg}}{559 \text{ kg/m}^3} = 10 \text{ m}^3$$

Za krajnike velja odnos: 1,00 m³ = 1,66 prm,

pretvorba 10 m³ · 1,66 = 16,6 prm.

Pripeljali so krajnike prostornine 16,6 prm.

b) Po zgornjih podatkih za nasuti meter zaključimo, da približno iz 1 prm krajnikov dobimo 2,0 nasutih m³ sekancev.

Velikost prostora za sekance = 16,6 prm x 2,0 m³ = 33,2 m³ ≈ 34 m³.

Opomba: Sekanci zavzamejo velik prostor.

3.8 Izračun izkoristka

Pri žaganju hlodov na žagan les nastanejo ostanki (izgube). Kolikšno količino hloda smo izžagali v žagarske sortimente, nam pove izkoristek.

Izkoristek je odvisen od številnih dejavnikov, kot so: premer in dolžina hloda, pravilnost oblike hloda, način žaganja, stopnja obdelave žaganega lesa (robljeni, nerobljeni sortimenti), napake in poškodbe hloda, širina reže žaganja, velikost nadmere ...

V preglednici 22 bomo navedli izkoristke pri žaganju v končne (robljene) sortimente. Podatki so pridobljeni iz navedene literature.

Preglednica 22: Izkoristek pri žaganju hlodov

Žagalni stroj	Debelina hlodovine	Izkoristek lesa
krožni hlodovni žagalni stroj profilni iverilnik	hlodovina malega premera ($D \approx 9 \sim 24$ cm)	35–50 %
polnojarmenik profilni iverilnik	hlodovina srednjega premera ($D \approx 25 \sim 49$ cm)	55–65 %
vertikalni tračni hlodovni stroj polnojarmenik	hlodovina velikega premera ($D \approx \geq 50$ cm)	65–70 %

Izkoristek izračunamo po odstotnem računu.

Izkoristek hloda (η):

$$\eta(\%) = \frac{V_z \cdot 100}{V_H}$$

Prostornina hloda (V_H):

$$V_H (m^3) = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L$$

Prostornina žaganega lesa (V_z):

$$V_z (m^3) = d_z \cdot b \cdot l \cdot N$$

Prostornina ostankov (V_{OH}):

$$V_{OH} (m^3) = V_H - V_z - V_{nad}$$

$$\eta_{OH}(\%) = \frac{V_{OH} \cdot 100}{V_H}$$

η (%).....izkoristek hloda

V_H (m^3).....prostornina hloda

V_z (m^3).....prostornina žaganega lesa

D (cm).....srednji premer hloda

L (m).....dolžina hloda

l (m).....dolžina žaganice ($l = L$)

b (cm).....širina žaganice

d_z (cm, mm)...debelina žaganice

N (-).....število žaganic

V_{OH} (m^3).....prostornina ostankov

V_{nad} (m^3).....prostornina nadmere

η_{OH} (%).....ostanek v odstotkih

Primer 1:

Iz hloda dolžine 4 m in srednjega premera 30 cm smo izžagali 6 nerobljenih žaganic, ki morajo pri vlažnosti 20 % imeti naslednje dimenzije (slika 79):

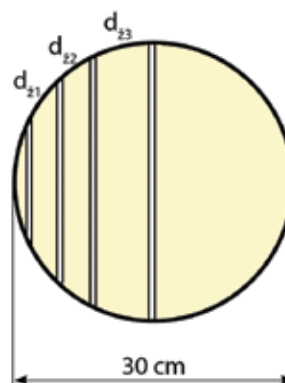
2 žaganici debeline $d_{z1} = 25$ mm in širine $b_1 = 190$ mm

2 žaganici debeline $d_{z2} = 25$ mm in širine $b_2 = 240$ mm

2 žaganice debeline $d_{z3} = 50$ mm in širine $b_3 = 275$ mm

Izračunajmo:

- prostornino hloda in žaganic,
- izkoristek,
- prostornino ostankov.



Slika 79: Razpored žaganja – primer 1 (S. K.)

Prostornina hloda:

$$V_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L = \frac{3,1416 \cdot (0,30\text{ m})^2}{4} \cdot 4\text{ m} = 0,283\text{ m}^3$$

Prostornina žaganic – pri referenčni vlažnosti 20 %:

$$V_{z1} = d_{z1} \cdot b_1 \cdot l \cdot N = 0,025\text{ m} \cdot 0,19\text{ m} \cdot 4\text{ m} \cdot 2 = 0,038\text{ m}^3$$

$$V_{z2} = d_{z2} \cdot b_2 \cdot l \cdot N = 0,025\text{ m} \cdot 0,24\text{ m} \cdot 4\text{ m} \cdot 2 = 0,048\text{ m}^3$$

$$V_{z3} = d_{z3} \cdot b_3 \cdot l \cdot N = 0,05\text{ m} \cdot 0,275\text{ m} \cdot 4\text{ m} \cdot 2 = 0,11\text{ m}^3$$

$$V_{zcel} = 0,038\text{ m}^3 + 0,048\text{ m}^3 + 0,11\text{ m}^3 = 0,196\text{ m}^3$$

Izkoristek:

$$\eta_H = \frac{V_{zcel} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,196\text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,283\text{ m}^3} = 69,3\%$$

Izračun prostornine ostankov:

Dimenzije se navajajo pri referenčni vlažnosti lesa 20 %. Hlod žagamo z višjo vlažnostjo od 30 %, zato moramo žaganicam po debelini in širini dodati nadmero, da se kompenzira izguba zaradi osušitve na 20 %. Nadmera za dolžino se zanemari.

Izračun nadmere, dimenzij – pri vlažnosti žaganja ≥ 30 (glejte pogl. 3.4.2).

Razlika vlažnosti: $\Delta u = 30\% - 20\% = 10\%$

Diferencialni nabrek: $q = 0,25\%/ \%$

Dejanski odstotek skrčka: $\beta_{\Delta u} = q \cdot \Delta u = 0,25\%/ \% \cdot 10\% = 2,5\%$

• Prostornina žaganic z nadmero (V_{znad}):

$$d_{1znad} = d_{1z} + \frac{d_{1z} \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = 25\text{ mm} + \frac{25\text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 25,63\text{ mm}$$

$$b_{1nad} = b_1 + \frac{b_1 \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = 190\text{ mm} + \frac{190\text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 195\text{ mm}$$

$$V_{1nad} = d_{1znad} \cdot b_{1nad} \cdot l = 0,02563\text{ m} \cdot 0,195\text{ m} \cdot 4\text{ m} = 0,02\text{ m}^3$$

$$d_{2znad} = 25,63\text{ mm}$$

$$b_{2nad} = b_2 + \frac{b_2 \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = 240\text{ mm} + \frac{240\text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 246\text{ mm}$$

$$V_{2nad} = d_{2znad} \cdot b_{2nad} \cdot l = 0,02563\text{ m} \cdot 0,246\text{ m} \cdot 4\text{ m} = 0,025\text{ m}^3$$

$$d_{3znad} = d_{3z} + \frac{d_{3z} \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = 50\text{ mm} + \frac{50\text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 51,25\text{ mm}$$

$$b_{3nad} = b_3 + \frac{b_3 \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = 275 \text{ mm} + \frac{275 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 282 \text{ mm}$$

$$V_{3nad} = d_{3nad} \cdot b_{3nad} \cdot l = 0,05125 \text{ m} \cdot 0,282 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 0,058 \text{ m}^3$$

$$V_{žnad} = V_{1nad} \cdot N + V_{2nad} \cdot N + V_{3nad} \cdot N$$

$$V_{žnad} = 0,020 \text{ m}^3 \cdot 2 + 0,025 \text{ m}^3 \cdot 2 + 0,058 \text{ m}^3 \cdot 2 = 0,206 \text{ m}^3$$

Izguba zaradi nadmere v m³ in %:

$$V_{nad} = V_{žnad} - V_z = 0,206 \text{ m}^3 - 0,196 \text{ m}^3 = 0,010 \text{ m}^3$$

$$\text{Izguba nadmere} = \frac{V_{nad} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,010 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,283 \text{ m}^3} = 3,5\%$$

Prostornina ostankov (V_{OH}):

$$V_{OH} = V_H - V_z - V_{nad}$$

$$V_{OH} = 0,283 \text{ m}^3 - 0,196 \text{ m}^3 - 0,01 \text{ m}^3 = 0,077 \text{ m}^3$$

$$\eta_{OH} = \frac{V_{OH} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,077 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,283 \text{ m}^3} = 27,2\%$$

$$\text{Izguba} = 27,2\% + 3,5\% = 30,7\%$$

Prikaz izkoristka (%)		
Izkoristek hloda 69,3 %	Ostanki 27,2 %	Nadmera 3,5 %

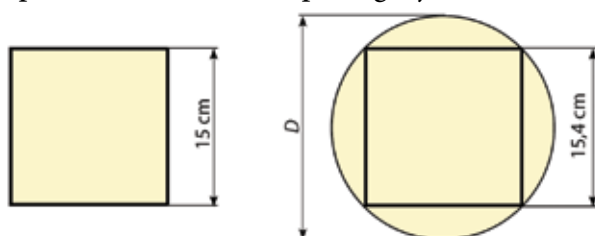
Primer 2:

Želimo žagati trame kvadratnega prereza 15 x 15 cm in dolžine 5,5 m.

Vlažnost hlodov je $\geq 30\%$.

Izračunajmo:

- potreben premer (srednji) hloda,
- izkoristek in
- prostornino ostankov pri žaganju.



a) vlažnost 20%

b) vlažnost $\geq 30\%$

Slika 80: Kvadratni tram – primer 2 (S. K.)

Standard predpisuje dimenzije žagarskih sortimentov pri vlažnosti 20 %, zato najprej izračunamo dimenzije trama pri vlažnosti $\geq 30\%$.

$$\Delta u = 30\% - 20\% = 10\%$$

$$q = 0,25\%/ \%$$

Dejanski odstotek skrčka:

$$\beta_{\Delta u} = q \cdot \Delta u = 0,25\%/ \% \cdot 10\% = 2,5\%$$

$$\text{SKRČEK} = \frac{a \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{15 \text{ cm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,375 \text{ cm} \approx 0,4 \text{ cm}$$

Stranica kvadrata za nadmero (žagarska mera) je:

$$a_v = 15 \text{ cm} + 0,4 \text{ cm} = 15,4 \text{ cm}$$

Želimo ostrorobi tram po celi dolžini, zato izračunajmo premer kroga tanjšega konca hloda ($D_{2\varepsilon}$), ki ga opiše kvadrat s stranico 16,4 cm.

$$D_{2\varepsilon} = a \cdot \sqrt{2} = 15,4 \text{ cm} \cdot \sqrt{2} = 21,8 \text{ cm}$$

Premer debelejšega konca hloda (D_1) bomo izračunali z običajnim padcem premera (pp), ki je 1 cm/m (poglavje 6.1.1).

$$pp(\text{cm/m}) = \frac{D_{1\varepsilon} - D_{2\varepsilon}}{L}$$

$$D_{1\varepsilon} = D_{2\varepsilon} + pp \cdot L = 21,8 \text{ cm} + 1 \text{ cm/m} \cdot 5,5 \text{ m} = 27,3 \text{ cm}$$

Srednji premer hloda:

$$D = \frac{D_{1\varepsilon} + D_{2\varepsilon}}{2} = \frac{27,3 \text{ cm} + 21,8 \text{ cm}}{2} = 24,6 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$$

Uporabiti moramo hlod srednjega premera 25 cm!

Prostornina hloda:

$$V_H = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L = \frac{3,1416 \cdot (0,30 \text{ m})^2}{4} \cdot 4 \text{ m} = 0,283 \text{ m}^3$$

Prostornina trama:

$$V_z = a^2 \cdot l = (0,15 \text{ m})^2 \cdot 5,5 \text{ m} = 0,124 \text{ m}^3$$

Izkoristek hloda:

$$\eta(\%) = \frac{V_z \cdot 100}{V_H} = \frac{0,124 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,270 \text{ m}^3} = 46\%$$

Izguba zaradi nadmere:

$$V_{znad} = a_v^2 \cdot l = (0,154 \text{ m})^2 \cdot 5,5 \text{ m} = 0,130 \text{ m}^3$$

$$V_{nad} = V_{znad} - V_z = 0,130 \text{ m}^3 - 0,124 \text{ m}^3 = 0,006 \text{ m}^3$$

$$\text{Izguba nadmere} = \frac{V_{nad} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,006 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,270 \text{ m}^3} = 2,2\%$$

Prostornina ostankov:

$$V_{OH} = V_H - V_z - V_{nad} = 0,270 \text{ m}^3 - 0,124 \text{ m}^3 - 0,006 \text{ m}^3 = 0,140 \text{ m}^3$$

$$\eta_{OH} = \frac{V_{OH} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,140 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,270 \text{ m}^3} = 51,8\%$$

$$\text{Izguba} = 51,8\% + 2,2\% = 54\%$$

Struktura ostankov

Ostanki so žagovina, ki nastane pri žaganju, in štirje krajniki. Pri ostankih lahko izračunamo delež žagovine, ki je prostornina vseh rež pri žaganju.

Krajniki so nepravilne oblike, zato njihovo prostornino izračunamo indirektno, da od prostornine ostankov odštejemo prostornino rež.

Prostornina lesa, ki se pretvori v žagovino zaradi žagalne reže (Glejte tudi pogl. 5.1.1.2.)

Žagin list je debeline 2 mm in razperitev je 0,5 mm.

- Debelina reže:

$$d_{rež} = s_l (\text{deb. lista}) + 2 \cdot \text{razperitev} + \text{vibracija}$$

$$d_{rež} = 2 \text{ mm} + 2 \cdot 0,5 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm} = 3,2 \text{ mm}$$

- Višina reže je višina trama $a_v = 15,4 \text{ cm}$

- Število rež $N_{rež} = 4$

- Prostornina rež

$$V_{rež} = d_{rež} \cdot a_v \cdot L \cdot N_{rež} = 0,0032 \text{ m} \cdot 0,154 \text{ m} \cdot 5,5 \text{ m} \cdot 4 = 0,011 \text{ m}^3$$

$$\%_{rež} = \frac{V_{rež} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,011 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,270 \text{ m}^3} = 4,1\%$$

- Prostornina krajnikov

$$V_{kraj} = V_{OH} - V_{rež}$$

$$V_{kraj} = 0,14 \text{ m}^3 - 0,011 \text{ m}^3 = 0,129 \text{ m}^3$$

$$\eta_{kraj} = \frac{V_{kraj} \cdot 100}{V_H} = \frac{0,129 \text{ m}^3 \cdot 100\%}{0,270 \text{ m}^3} = 47,7\%$$

ali

$$\eta_{kraj} = \eta_{OH} - \%_{rež} = 51,8\% - 4,1\% = 47,7\%$$

Prikaz izkoristka in strukture ostankov (%)

Izkoristek hloda 46 %	Ostanki 51,8 %		Nadmera 2,2 %
	Krajniki 47,7 %	Reže 4,1 %	

V nalogah smo izračunali izkoristek glede na žagarske sortimente. Nastali ostanki (žagovina, krajniki ...) se koristno uporabijo (za izdelavo ivernih in vlaknenih plošč, celulozo, kemično predelavo lesa, za gorivo ...). Torej niso »izguba«, zato je celotni izkoristek lesa višji. Izguba lesne mase je pravzaprav samo nadmera, ki jo dodamo zaradi krčenja (osušitve) lesa.

Vprašanja in naloge:

1. Glede na osnovne prereza lesa skicirajte teksturo žaganic (tri vrste). Napišite imena žaganic in opredelite njihovo krčenje.

2. Navedite bistvene značilnosti kvalitetnega žaganega lesa. Upoštevajte teksturo lesa (potek letnic), napake, vrsto lesa ...

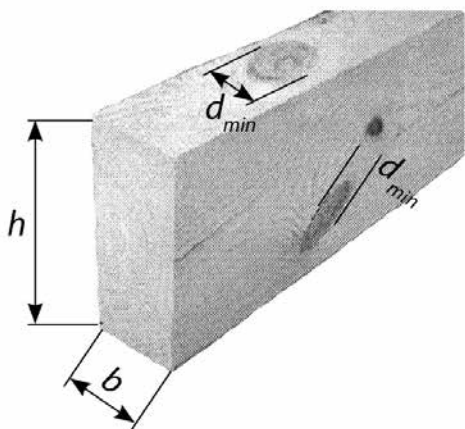
3. Vzporedno robljena deska ima debelino 25,3 mm, širino 18,2 cm in dolžino 4,05 m. Izračunajte prostornino žaganice. Vlažnost lesa je 20 %.

Rezultat: $V_z = 0,019 \text{ m}^3$

4. Tram širine 10 cm in višine 18 cm ima na svoji širinski ploskvi grčo, ki ima najmanjši premer 33 mm, na višinski ploskvi pa grčo premera 20 mm.

Kolikšna je grčavost trama?

Rezultat: $A = 0,33$ ali $1/3$; $A = 0,11$ ali $1/9$

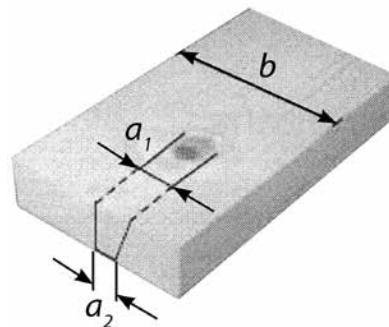


Slika 81: Grčavost na tramu – naloga 4 (S. K.)

5. Na zunanji strani žaganice (deska, ploč) je premer grče 40 mm, na notranji pa 26 mm. Deska je široka 15 cm.

Kolikšna je grčavost? V kateri sortirni razred se uvršča?

Rezultat: $A = 0,22$ ali $1/4,5$; sortirni razred S13

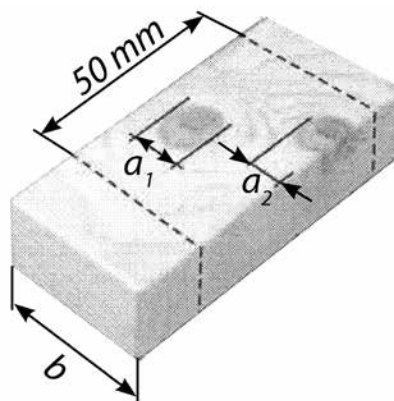


Slika 82: Grčavost na deski – naloga 5 (S. K.)

6. Letev, široka 48 mm, ima skupino grč: prva grča ima premer 13 mm, druga pa 11 mm.

Izračunajte grčavost.

Rezultat: $A = 0,25$ ali $1/5$;



Slika 83: Grčavost na letvi – naloga 6 (S. K.)

7. Tram širine 19 cm ima dve razpoki zaradi krčenja. Kot kaže slika, ima prva projicirano globino razpoke 7 cm, druga pa 2,5 cm. Kolikšna je razpoka? V kateri sortirni razred spada?

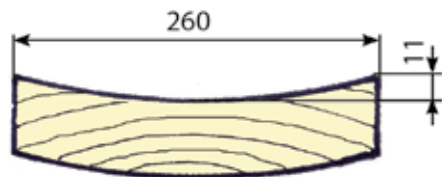
Rezultat: $R = 0,5$ ali $1/2$; sortirni razred: S10



Slika 84: Razpoka – naloga 7 (S. K.)

8. Deska širine 26 cm se po širini ukrivi za 11 mm. Imenujte napako in izračunajte ukrivitev. Določite tudi sortirni razred.

Rezultat: ukrivitev je $1/24$; sortirni razred: S10



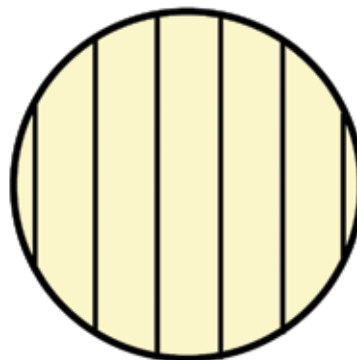
Slika 85: Ukrivitev po širini – naloga 8 (S. K.)

9. Navedite razrede, v katere uvrščamo konstrukcijski žagan les, in pojasnite ter opredelite pomen trdnostnih razredov.

10. Na polnojarmeniku razžagamo brestov hlood, dolžine 3 m in premera 40 cm, na 5 nerobljenih plohov, debeline 60 mm. Širina posameznih plohov: 27 cm (2 kosa); 36 cm (2 kosa) in sredinski kos 40 cm (slika 86). Vlažnost hloda je 20 %, zato ne upoštevamo nadmere zaradi osušitve.

Izračunajte izkoristek in ostanek pri žaganju.

Rezultat: $\eta = 79,3 \%$; $\eta_{OH} = 20,7 \%$.



Slika 86: Žaganje hloda – naloga 10 (S. K.)

11. Količinski izkoristek je odvisen od številnih dejavnikov. Na kratko razložite tri dejavnike: premer hloda, napake hloda in stopnja obdelave žaganic.

12. Opredelite ostanke pri žaganju hlodov. Zakaj jih lahko koristno uporabimo?

13. Nasuti grobi sekanci zavzamejo prostor 45 m^3 . Koliko m^3 okroglega lesa smo potrebovali za njihovo proizvodnjo?

Rezultat: 15 m^3 .

4. SKLADIŠČE HLODOVINE

Hlodovina se pripelje iz gozda na skladišče (hlodišče) žagarskega obrata, kjer se sprejme in uskladišči. Prevzem hlodovine je:

- količinski (merjenje in določanje prostornine),
- kakovostni,
- po drevesnih vrstah.

Skladišče hlodovine je na prostem. Običajno je pravokotne oblike, da daljša stranica leži v smeri tehnološkega procesa. Na eni strani je povezano s cesto ali železnico za dovoz hlodov iz gozda, na drugi pa z žagalnico, kjer se hlodi razžagajo. Skladišče mora biti urejeno, dovolj veliko in z nemotenim gibanjem zraka. Tla so posuta z gramozom ali asfaltirana, voda mora odtekat (drenaža), ne sme biti ostankov lubja, plevla, lesnih delov, ker je to leglo gliv in insektov. Omogočeno mora biti gibanje zraka okoli hlodov.

Hlodi ležijo v zložajih, ki so orientirani v smeri dolžine skladišča. Pri manipulaciji hlodov z žerjavom so zložaji lahko visoki do 12 m. Med zložaji mora biti razmik, ki je odvisen od načina transporta in protipožarnih predpisov.



Slika 87: Hlodišče (X)

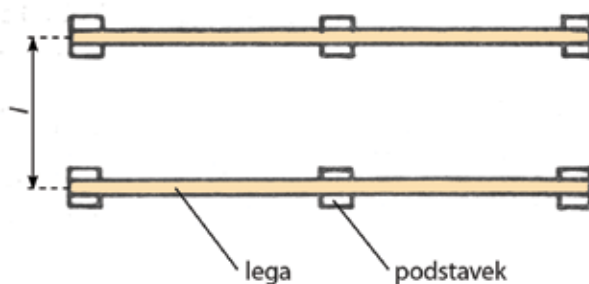
Skladišče ima:

- sprejemno rampo za hlode,
- polja za nesortirano in
- polja za sortirano hlodovino.

Na rampi se hlodovina prevzame in nato skladišči na polju za nesortirano hlodovino.

Na legah za sortirano hlodovino hlodi čakajo na transport v žagalnico. Lege so leseni trami ali tračnice, postavljene na betonske postavke (slika 88). Razmik med legama (l) je odvisen od dolžine hloda. Hlodi so na legah zaradi zaščite od vlage, nečistoč, kamnov in lažje manipulacije.

Ureditev hlodišča je predvsem odvisna od transportnih naprav.



Slika 88: Lege za sortirano hlodovino (tloris) (S. K.)

Skladiščenje na vodi

V Skandinaviji, Severni Ameriki, Severni Rusiji dovažajo hlodovino po sladki vodi in tudi hlodišče je velikokrat na vodi. Skladišče na vodi je razdeljeno v prekate. Razvrščeni (sortirani) hlodi so v prekatu, čim bližje žagalnici, saj čakajo na razžagovanje.

Vlažnost hlodov je visoka, zato so popolnoma zaščiteni pred napadom škodljivcev.

4.1 Transportne naprave na skladišču

Skladišče ima dovozno pot in površino (odlagalno rampo) za razkladanje kamionov ali vagonov. Za transport hlodov v okviru obrata se uporabljajo:

- nakladalnik hlodov,
- bager s kleščami (grabežem) za hlope,
- portalni žerjav s previsom,
- vzdolžni in prečni verižni transporter.

Izbor transportnega sredstva je pomemben za učinkovito manipulacijo s hlori in manjše stroške, opredeli pa tudi vrsto hlodišča. Izbor je odvisen od velikosti obrata, drevesne vrste, stroja za razžagovanje hlodov pa tudi prostora za skladišče, ki je na razpolago ...

4.1.1 Nakladalnik hlodov

Nakladalnik hlodov ima hidravlično dvigalno napravo spredaj (kot čelni viličar). Grabež/klešče za hlodovino lahko primejo več hlodov skupaj.

Uporablja se transport hlodovine do žagalnice, za nakladanje na prečni verižni transporter ali na sortirna polja, praznjenje sortirnih boksov ... transport med operacijami na hlodišču.

Čeljust lahko zgrabi do 20 m³ lesa, višina dviganja je do 3 ali 4 m.



a) manipulacija z nakladalnikom (X)



b) ureditev hlodišča (U. G.)

Slika 89: Nakladalnik hlodov

4.1.2 Bager s kleščami (grabežem) za hlope

Motorni voz nosi vrtljivi del bagra s hidravlično zglobovno roko, ki ima obešene klešče za hlope (slika 90).

Opravlja sledeči transport, tj. transport med operacijami na hlodišču: sortiranje hlodov, razkladanje vagonov in kamionov, nakladanje hlodov na transporter, praznjenje sortirnih boksov ... Zložaji hlodov so lahko visoki.



Slika 90: Bager (X)

Klešče za hlope imajo lahko vgrajen obračalec (rotator), ki obrača klešče za 360°.

Pri določenih izvedbah se kabina lahko dviga, da ima bagerist boljši pregled. Ima krožno polje delovanja, višina dviganja je 6 m in več, nosilnost do 30 kN.



Slika 91: Klešče s hidravličnim rotatorjem (X)

Nakladalnik hlodov in bager s kleščami za hlode sta zgrajena iz voznega ogrodja, s pogonskim motorjem (motor z notranjim izgorevanjem) in prenosom moči (kot pri tovornem cestnem vozilu), ter dvigalne naprave s hidravličnim pogonom.

4.1.3 Portalni žerjav s previsom

Portalni žerjav s previsom (prekladalni most) je vsestransko uporaben:

za razkladanje vagonov in kamionov, transport med operacijami na hlodišču, sortiranje hlodov, nakladanje hlodov na transporter, za praznjenje sortirnih boksov ... Zelo dobro se izkoristi skladiščna površina (ne potrebuje cest) in zložaji hlodov so visoki. Ima lahko velik razpon med nogami (do 100 m) in dolžino previsnega pomola do 25 m. Dolžina tirne proge pa se prilagodi dolžini hlodišča.

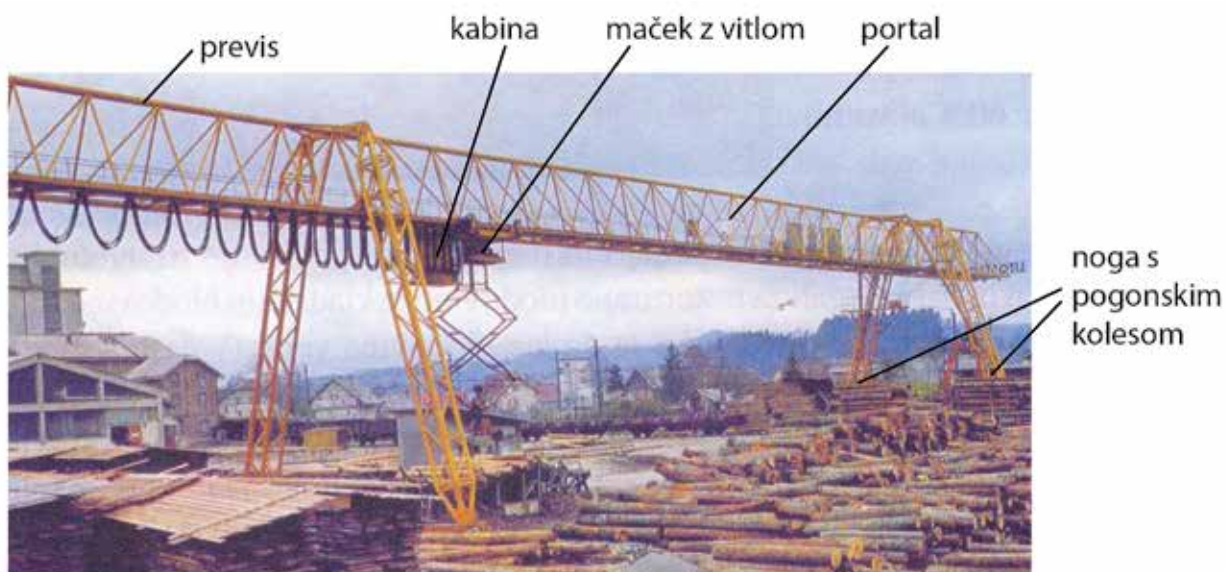
Izdelan je v cevni predalčni konstrukciji, da je čim lažji.

Žerjav se z lastnim pogonom vzdolžno pomička po dveh tirnicah. Maček je vozni vitel, ki se giblje prečno po tirni progi na spodnjem prečniku (portalu). Tako z vrha doseže vsako točko v prostoru delovanja. Poleg mačka je kabina za žerjavista, ki se s posebnim mehanizmom spušča ali dviga, tako da žerjavist lažje nadzoruje prevzemanje bremena. Grabež (klešče) za hlode imajo napravo za obračanje.

Električno energijo dovaja kabel, ki se navija ali odvija na kolut ob nogi žerjava. Tirni pogonski kolesi sta gnani vsako s svojim elektromotorjem, ki sta povezana s tako imenovano električno gredjo (daljinski prenos), da imata enako vrtilno hitrost.

Pri premočnem vetru se žerjav avtomatsko oz. samodejno usidra, da se ne prevrne.

Žerjav ima veliko kapaciteto. Uporablja se na velikih hlodiščih in tam, kjer je malo prostora za umestitev skladišča. Investicija oz. naložba v žerjav je visoka, vzdrževanje je drago, varnostni predpisi pa strogi.



Slika 92: Portalni žerjav s previsom (13: 52)

4.1.4 Verižni transporter

Transporterji nepretrgano dobavljajo material na kratke srednje in tudi velike razdalje. Imajo veliko kapaciteto, porabijo malo energije, upravljanje je enostavno – zagon in zaustavitev ter morebitno uravnavanje hitrosti. Zaradi višje vrtilne hitrosti elektromotorja je pogon preko reduktorja, lahko pa je vgrajen tudi menjalnik oz. brezstopenjsko gonilo z verigo.

Za transport hlodov se uporabljata:

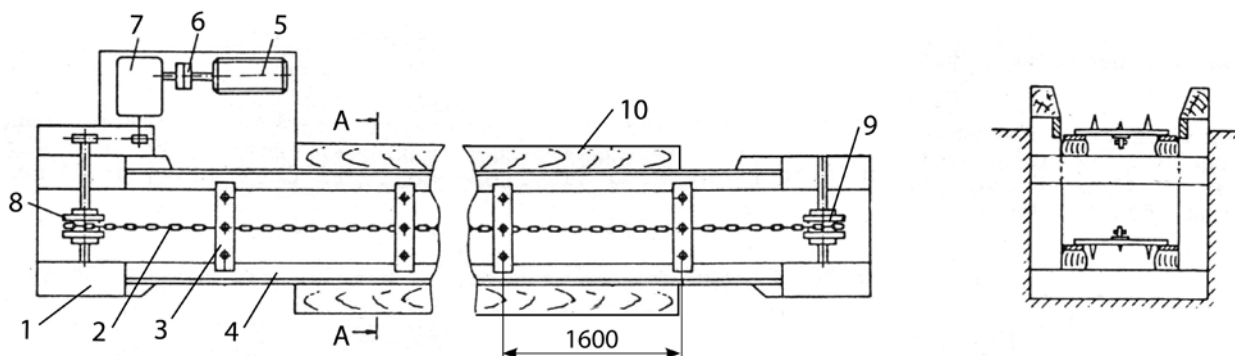
- vzdolžni verižni in
- prečni verižni transporter.

● Vzdolžni verižni transporter za hlode

Vzdolžni verižni transporter transportira hlode v vzdolžni smeri.

Vlečni element (veriga) je napet med dvema kolutoma, od katerih je eden pogonski, drugi pa gnan oz. napenjaljen. Izklop/vklop pogona (torna elektromagnetna sklopka) je možen na več mestih vzdolž proge.

Na sliki 93 ima vzdolžni verižni transporter enostavno verigo. Na verigo so pritrjeni prečni nosilci za hlode. Prečni nosilci drsijo po ploščatem jeklu – drsnem tiru, ki je mazan. Nosilec ima tri konice za fiksiranje hloda.



- 1 – ogrodje
- 2 – enostavna vlečna veriga
- 3 – prečni nosilec hlodov
- 4 – drsni tir (ploščato jeklo)
- 5 – pogonski elektromotor
- 6 – torna elektromagnetna sklopka
- 7 – reduktor
- 8 – pogonski kolut
- 9 – gnani kolut
- 10 – branik za hlode

Slika 93: Vzdolžni verižni transporter za hlode – shema (S. K.)

Slika 94 prikazuje členasto lamelno verigo, prečni nosilec pa je v obliki razpotegnjene črke V. Hlodi pridejo na vzdolžni transporter iz prečnega verižnega transporterja.

Uporablja se pri vseh operacijah za pripravo hloda na žaganje (npr. sortiranje hlodov – slika 107) in za dovoz hlodov v žagalnico, kar bomo spoznali v naslednjih poglavjih. Pri večjih žagalnicah je lahko zelo dolg (100 m).



Slika 94: Vzdolžni verižni transporter s členasto lamelno verigo (X)

Za vzdolžni transport hlodov se redkeje uporablja **valjčni transporter**, ki ima **rebričene valje** v obliki razpotegnjene črke V. Valji transporterja so gnani z Gallovo verigo.

Prikazan je na sliki 101 pri čeljenju hlodov.

● Prečni verižni transporter

Prečni verižni transporter prenaša hlode in žaganice prečno glede na smer pomikanja. Ima tri do štiri vzporedne verige, ki tečejo po ploščatem vodilnem tiru. Vodila morajo biti mazana. Transportna veriga je enostavna ali lamelna.

Prečni verižni transporter velikokrat služi osamitev hloda. Zajema hlode iz kupa (rampe). Med pomikanjem jih osami, tako da je med posameznimi hlodi določen razmik. Osamitev je potrebna pri nalaganju hloda na vzdolžni transporter ali na voziček stroja za razžaganje hloda, pri sortiranju ... Tak transporter ima zadrževalne opornike hloda. Hlod na vrhu sam

pade na vzdolžni verižni transporter in se prepelje v žagalnico (slika 95). Na sliki 96 je prikazan transporter z več sekcijami, ki zagotovijo zanesljivo osamitev hloda.



Slika 95: Prečni verižni transporter pred žagalnico (U. G.)



Slika 96: Prečni verižni transporter iz več sekcij (X)

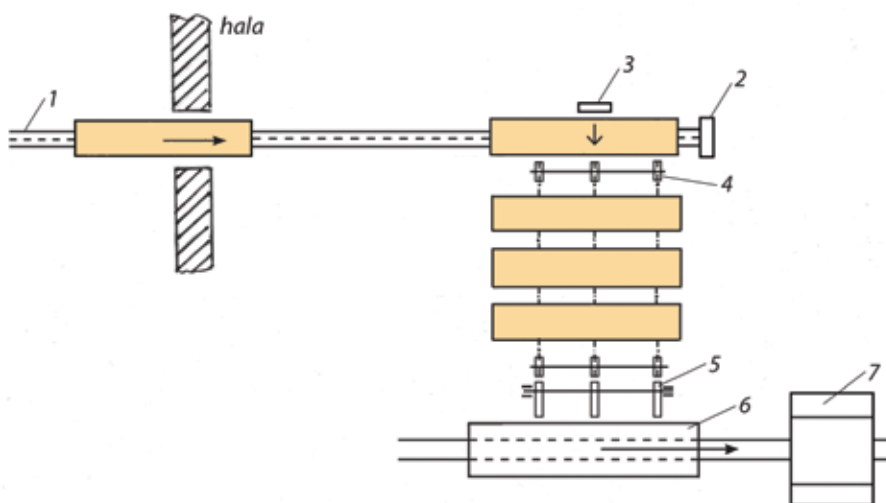
4.1.5 Transport hlodov v žagalnico

Hlod, pripravljen za razžaganje, v žagalnico pripelje vzdolžni verižni transporter (1) (slika 97). Vzdolžni verižni transporter odpelje hlod do izmeta (3), ki porine hlod na prečni verižni transporter (4). S prečnega transporterja se hlod odvali na voziček primarnega stroja (6).

Na koncu prečnega verižnega transporterja (pred vozičkom) je nameščen vrtljiv zadrževalni drog (5). V ležečem položaju omogoči zakotalitev hloda na voziček, v dvignjeni legi pa to preprečuje (glejte tudi sliko 163).

Na prečnem transporterju leži več hlodov, ki so vmesna zaloga, da osnovni stroj nemoteno deluje, če je v dobavi kratkotrajni zastoj.

Na vzdolžni transporter naloži hlod portalni žerjav, nakladalnik hlodov, bager ali ga pripelje prečni verižni transporter (slika 94).



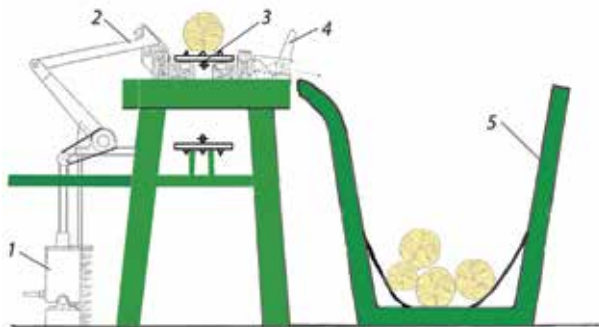
- 1 – vzdolžni veržni transporter
- 2 – zadrževalna plošča
- 3 – izmetalo hlobov
- 4 – prečni veržni transporter

- 5 – vrtiljivi zadrževalni drog
- 6 – voziček primarnega stroja
- 7 – primarni stroj

Slika 97: Shema transporta hlodov do primarnega stroja (tloris) (S. K.)

Izmetalo izvrše ali porine hlobo iz vzdolžnega transporterja na prečni veržni transporter. Pred izmetom je lahko nameščena zadrževalna plošča, ki se dvigne, da se hlobo zaustavi.

Na sliki 98 je prikazana ena od izvedb hidravličnega izmetala hlobov v sortirni boks.



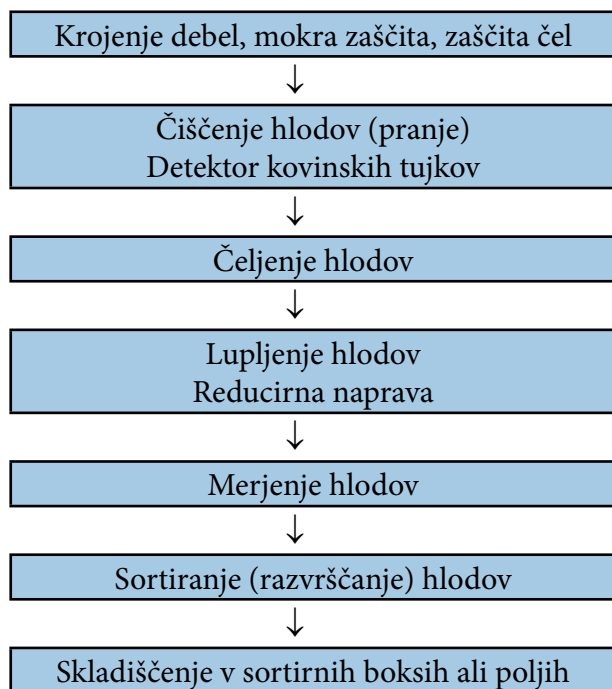
- 1 – hidravlični delovni valj
- 2 – izmetalo
- 3 – veriga z nosilci
- 4 – zadrževalni drog
- 5 – boks

Slika 98: Izmetalo hlobov v boks (S. K.)

Manipulacija na skladišču hlodovine je bila še po drugi svetovni vojni ročna: z gozdarskim cepinom, kleščami za hlobo, jeklenimi vrvmi in z verigami. Hlobo so valili po legah na tirne vozičke in nato na voziček jarmenika. Delo je bilo težko in nevarno, delovne razmere pa neugodne, posebej pozimi. Težko delo je bilo tudi dodelava žaganic, sortiranje, prenašanje in zlaganje žaganic v zložaje.

4.2 Priprava hlodovine

Pridobljeno hlodovino moramo pripraviti za razžagovanje. Na hlodišču potekajo naslednji postopki priprave hlodov pred žaganjem.



Vsi navedeni postopki (operacije) priprave hlodov niso nujni, odvisni pa so od vrste lesa, vrste hlodišča, stroja za razžagovanje, velikosti žagalnice, mehanizacije in avtomatizacije ...

Krojenje hlodov smo obravnavali v pogl. 1.4.1.

4.2.1 Zaščita hlodovine

Hlodovino na skladišču zaščitimo pred razpokanjem, spremembo barve, napadom gliv in insektov ... Posebej občutljiva je hlodovina bukve, ki hitro postane pirava, bor pomodri, javor postane pikčast ...

Urejeno skladišče je osnovni pogoj za zaščito, ki je nujna v poletnih mesecih oz. pri temperaturi višji od 20 °C. Hitro sušenje konca hloda in s tem čelne razpoke preprečimo tako, da čela hlodov premažemo s snovjo, ki preprečuje izhajanje vode, lahko pa zabijemo tudi »S« sponse. Učinkovita zaščita proti razpokam in tudi vsem drugim napakam zaradi škodljivcev je brizganje vode po hlodovini. Skladišče je opremljeno s stabilno brizgalno napravo, ki zagotavlja konzerviranje hlodovine. Šobe za brizganje se vklopijo ročno ali avtomatsko. Neprekinjeno škropljenje je potrebno pri višjih temperaturah, pri nižjih pa škropimo prekinjeno. Pomembno je, da ima hlodovina višjo vlažnost od 30 % (30 % = točka nasičenja celičnih sten – TNCS), ker je takrat zaščitena pred vsemi škodljivci in ne razpoka.



Slika 99: Zaščita hlobovine s pršenjem vode (X)

V primeru skladišča na vodi (pogl. 4) so hlodi popolnoma zaščiteni, brez kakšnih ukrepov.

V nadaljevanju obravnave postopkov **priprave hlobovine za razžaganje** poudarimo, da navadno potekajo v pretoku oz. v taktih (npr. pri čeljenju se hlod zaustavi). Hlod se pomika z vzdolžnim verižnim transporterjem.

4.2.2 Pranje in detekcija kovin

Pranje (čiščenje) hlobov je potrebno, da površino hlobov očistimo tujkov (kamenčki ...) in blata. Tujki bi poškodovali žagin list. Z odstranitvijo tujkov so po razžaganju površine žaganic čiste. Hlod se pomika skozi pralni obroč s šobami. Tlak vode je do 10 barov.

Pri gibanju hloda skozi **detektor kovin** se zaznajo morebitni kovinski tujki v hlobo, ki bi poškodovali žagin list. Hlod s kovinskim delcem se izloči. Hlod pomika širok gumijast trak (slika 100).



Slika 100: Detektor kovin (X)

4.2.3 Čeljenje na dolžino

Čeljenje je prečno žaganje, odstranimo pa konec hloda in napravimo ravno čelo. Na hlobo odžagamo obe čeli in mu hkrati določimo dolžino (standardno). Istočasno odstranimo tujke v čelu hloda. Čeljenje žaganic torej ni potrebno.

V malih obratih prežagujemo hlode z ročnim verižnim strojem (motorko). V večjih obratih čelimo s stabilnim **čelilnikom za hlode ali okrogli les**.

Razlikujemo:

- krožni čelilnik za hlode in
- verižni čelilnik za hlode.

Krožni čelilnik za hlode ima premer krožnega lista do 2,0 m, debelino pa do 10 mm. Pri prežaganju hloda se spušča in dviga ali niha s hidravlično napravo. Čeljenje je hitro, hlod leži na vzdolžnem valjčnem podajalnem transporterju, s katerim se pomika (v taktih) skozi stroj (slika 101).



Slika 101: Čeljenje s krožnim čelilnikom (X)

Verižni čelilnik ima dolžino meča verige do 1,2 m. Delovanje je lahko povsem avtomatsko s hidravličnim pritiskom meča pri žaganju (slika 102). Pomik hloda je z valji.



Slika 102: Čeljenje z verižnim čelilnikom (X)

4.2.4 Lupljenje hlobov

Lupljenje hlobov poteka z lupilnimi stroji (lupilniki). Hlod se mehanično pomika skozi stroj, ki odstrani lubje. Z lupljenjem odstranimo tudi lesne škodljivce (insekte), ki so leglo nadaljnega nastanka napak. Odstranijo se kakšni tujki (kamenje) s površine hlobov, ki bi lahko poškodovali žagin list.

Osnovni podatek je največji premer hloda, ki ga stroj lahko sprejme in olupi. Predebele hlode zazna omejevalnik predebele hlobovine in jih izvrže pred strojem.

Lubje pada na transportni trak, ki ga prepelje v keson ali na skladišče lubja.

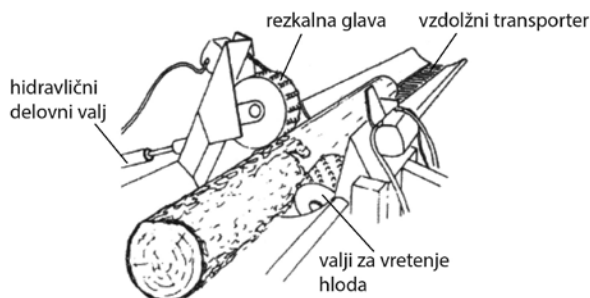
Pogosto se uporabljata:

- lupilni stroj z rezkalno glavo in
- obročni lupilnik z noži.

(Obstajajo še različni postopki. Navedli bomo: lupljenje z visokim tlakom vodnega curka, s komprimiranim zračnim tokom, lupilnik za ročno lupljenje in lupilni nastavek za motorno verižno žago).

Lupilnik z rezkalno glavo

Na sliki 103 je vidno, da rezkalna glava lupi hloed z vrha. Hloed se vrti z vrtilno hitrostjo 25–50/min in pomika s hitrostjo do ~ 25 m/min. Lahko pa hloed miruje in se vzdolžno pomika rezkalna glava. Pritisk glave je s pnevmatičnim ali hidravličnim valjem, ki deluje kot amortizer in se prilagaja obliki hloda.



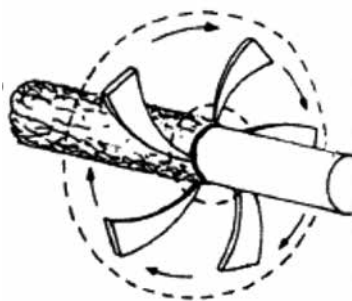
Slika 103: Lupljenje hloda z rezkalno glavo (X)

Obročni lupilnik

Ima od 3 do 7 nožev, ki krožijo okoli hloda in odrežejo lubje, hloed pa se vzdolžno pomika skozi stroj (slika 104b). Lupilni noži hidravlično pritiskajo na hloed in se avtomatično ter centrično prilagajajo njegovi debelini. Podajanje hloda je s tremi bodičastimi valji, ki so nameščeni pri vhodu in izhodu stroja (slika 104a). Valji hloed tudi centrirajo, podajalna hitrost je do 100 m/min. V stroj gre hloed vedno s tanjšim koncem naprej.



a) lupilnik z valji za centriranje in podajanje hloda



b) shema lupljenja z noži

Slika 104: Obročni lupilnik (X)

Reducirni stroj

Stroj je v principu enak lupilnemu stroju z rezkalno glavo. Z rezkalno glavo obreza hlod po celi dolžini, da dobi pravilno obliko priskekanega stožca. Odstranijo se razne odebelitve, ostanki grč, koreničnik ... Deluje povsem avtomatsko. Laserska naprava skenira obod hloda in določi debelino rezkanja. Debelejši del, npr. koreničnik, reducira pri več obratih hloda. Praviloma hlod tudi izmeri in določi prostornino. Reduciran hlod se lažje razžaga in žaganice so pravilne oblike.

Na sliki 105 je prikazan stroj z rezkalno glavo in verižno žago za čeljenje. Hlod se samo vrti, rezkalni in verižni agregat se vzdolžno pomikata. Hlod se olupljuje s tem, da se tudi reducira, predvsem koreničnik. Nato sledi čeljenje na točno dolžino – najprej na enem koncu in nato na drugem. Stroj je primeren za manjše obrate.



Slika 105: Stroj z rezkalno glavo in verižno žago (X)

4.2.5 Merjenje hlodov

Merimo srednji premer in dolžino hloda. Z merjenjem določimo prostornino hloda, da ga lahko nato sortiramo po debelinskih razredih oz. razvrščamo v sortirne bokse.

V večjih obratih je merjenje avtomatizirano in v povezavi z računalniško obdelavo podatkov. Merjenje je pri pomikanju hloda in brezkontaktno. Merilniki projicirajo žarek svetlobe na površino merjenca. Vir svetlobe je laserski z vidnim ali nevidnim žarkom. Poleg laserske svetlobe se uporablja tudi usmerjena svetloba svetlečih diod – LED (rdečih). Glavna sestavna dela merilnikov sta oddajnik in sprejemnik svetlobe.

Meritev mora biti natančna, zato se redno preverja ustreznost delovanja merilne opreme v skladu s tehničnimi specifikacijami, standardi ... oz. naprava mora biti **kalibrirana**.



Slika 106: Merjenje premera hloda (X)

S kalibracijo pod natančno zahtevanimi pogoji določimo natančnost delovanja merila, rezultat pa je podan v obliki odstopanja merila od referenčne vrednosti, s pripadajočo merilno negotovostjo. Pri izvedbi kalibracije se kot referenčne vrednosti uporabljajo etaloni (natančen vzorec mere). Izvajajo jo pooblaščen organizacije.

4.2.6 Sortiranje hlodov

Sortiranje (razvrščanje) hlodov je: po vrsti lesa, premeru, kakovosti in redko po dolžini.

Sortiranje hlodov po debelini (premeru) je nujno pri razžagovanju hlodov s polnojarmenikom. Razpored listov v jarmu se postavi za določen premer hloda, kar pomeni, da lahko žagamo hlode z enakim premerom oz. hlode enega debelinskega razreda. Zahteva se torej sortiranje hlodov po debelinskih razredih. Debelinski razredi so določeni, na primer debelinski razred je od 20 do 24 cm, od 25 do 29 cm ...

Linija za sortiranje (visoki most)

Zgrajena je iz vzdolžnega verižnega transporterja, ki je nameščen na ogrodju, visokem 2,5 do 3 m (tudi več). Sortirni boksi pa so razporejeni levo in desno (slika 107).

Sortiranje se vodi prek komandnega pulta, ki je na začetku linije. Hlod najprej potuje skozi merilno napravo, hidravlično izmetalo hloda pa ga iz transporterja vrže v ustrezni boks. V posameznem boksu so tako hlodi enega debelinskega razreda in praviloma ene drevesne vrste.

Boksi so jeklene ali betonske konstrukcije v obliki odprte škatle, da bager hlode s kleščami lažje prime.

Iz boksa hlode transportiramo v žagalnico oz. na sortirna polja blizu žagalnice, kjer počakajo na razžagovanje. Hlodi ležijo na legah in so dvignjeni od tal.

Sortirane hlode transportiramo iz boksov z bagrom, portalnim žerjavom ali s čeljustnim viličarjem. Opisana sortirna linija je samostojna. Lahko pa je vključena v celovito pripravo hlodov – na dolgem transporterju potekajo vse operacije (čiščenje, detekcija, čeljenje, lupljenje, merjenje, sortiranje).



Slika 107: Linija za sortiranje hlodovine (X)

Vprašanja in naloge

1. Definirajte žagarstvo in žagarski obrat. Obrate razvrstite po osnovnih žagarskih strojih, vrsti lesa, količini predelane hlodovine in po transportu.

2. Izpolnite preglednico. Navedite vse transportne naprave in na kratko izpolnite ostale rubrike.

Transportna naprava na hloidišču	Uporaba (čemu služi)	Tipične značilnosti
...		
...		

3. Navedite stroje na hloidišču, ki opravljajo odrezovanje, in jih opišite. Premislite, za kakšne namene lahko uporabimo ostanke lesa.

4. Hlodovino moramo pripraviti za razžaganje. Navedite postopke (operacije) priprave in jih na kratko razložite. Nalogo lahko rešite tako, da sestavite preglednico.

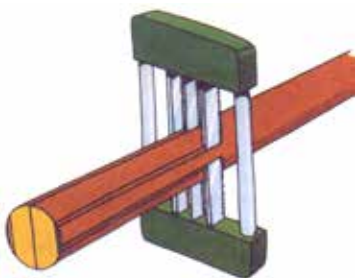
5. Navedite kriterije za sortiranje hlodovine in jih utemeljite!

6. V prilogi I je podana gozdno-lesna veriga. Razložite, kaj omogoči veriga. Na spletu ali v literaturi poiščite dodatno gradivo. Načrtujte gozdno-lesno verigo po svoji presoji.

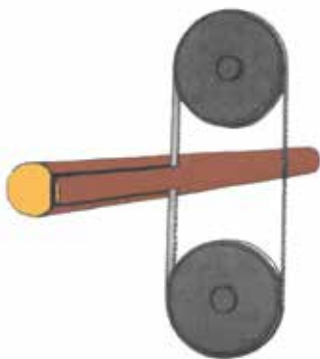
5. ŽAGALNICA

Žagalnica je osrednji del žagarskega obrata, kjer z osnovnimi (primarnimi) stroji hlodovino razžagamo v žagan les.

Glede na osnovne žagarske stroje oz. stroje, ki razžagajo hlod, poznamo obrat s polnojarmenikom, tračnim hlodovnim žagalnim strojem, krožnim hlodovnim žagalnim strojem, profilno iverilnim strojem.



a) na polnojarmeniku (13.: 46)



b) na tračnem žagalnem stroju (13.: 47)



c) na krožnem žagalnem stroju (13.: 48)



č) na profilno iverilnem stroju (X)

Furnirski (tankorezni) polnojarmenik

Ima vpetih več žaginih listov (do 50) in ožjo žagalno režo kot običajen polnojarmenik.

Uporablja se za izdelavo žaganega furnirja in lesenih lamel. Žagan furnir nima razpoka od rezanja in ni parjen. Uporablja se redko, največ za glasbila. Lamelle se uporabljajo pri proizvodnji lamelnega parketa, stavbnega pohištva, večslojnih plošč, glasbil, moznikov, svinčnikov ...

Sortimente, pridobljene z osnovnimi stroji, lahko dodelamo še s **pomožnimi stroji**:

- cepilni tračni stroj,
- čelilnik in
- robilnik.

Ostanke pri žaganju s **sekalnikom** spremenimo v sekance, ki jih koristno uporabimo.

Med žagarskimi operacijami je povezava s **transportnimi napravami**.

Na splošno razlikujemo:

- **žagarski obrat za iglavce**, kjer prevladuje polnojarmenik;
- **žagarski obrat za listavce**, predvsem s hlodovnim tračnim žagalnim strojem.

Na manjših žagalnicah se skupaj razžagujejo listavci in iglavci. Obstajajo tudi žagalnice, ki imajo polnojarmenik in hlodovni tračni stroj.

V novejšem času se veliko uporabljajo **profilni iverilni stroji** v kombinaciji s polnojarmenikom, s hlodovno tračno žago in predvsem z dvoosnim krožnim hlodovnim strojem.

Zgradba žagalnice sestoji iz dveh etaž (slika 111). V zgornji etaži poteka razžagovanje hlodov. V spodnji etaži (kleti) sta temelj in spodnji (pogonski) del polnojarmenika. V njej lahko poteka tudi predelava žagarskih ostankov.

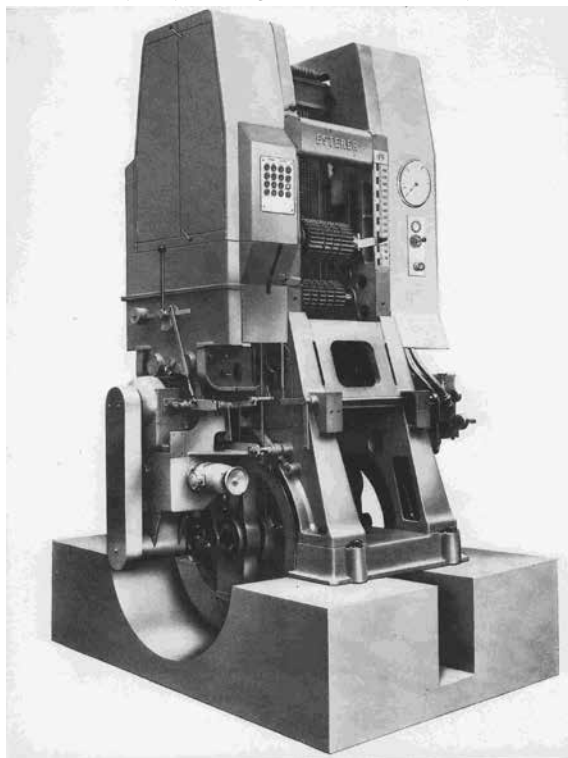
V hali žagalnice se nahajajo še pomožni prostori: prostor za ostrenje žag, skladišče pomožnega materiala, upravljalni in nadzorni prostor, delavnica, prostor za elektro opremo, prostori za osebje ...

Princip žaganja, da se žaga, vpeta v okvir, giblje dol in gor, izvira iz pradavnine. Bakren žagin list so ročno premočrtno pomikali in tako žagali hlode. Razvile so se razne odrniške žage, vodne žage, jarmeniki in polnojarmeniki.

Polnojarmeniki uspešno obratujejo še danes, čeprav je bil že večkrat napovedan njihov zaton. Polnojarmeniki so nepraktični: velika lastna teža, sprememba krožnega v premočrtno gibanje (mrtve točke, neenakomerna hitrost žag), pritisk hloda na žagine liste ..., zahtevna konstrukcija in izdelava (višja cena).

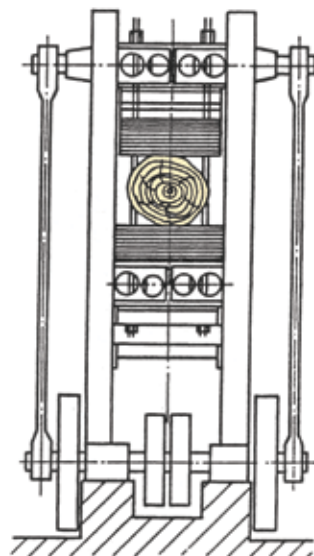
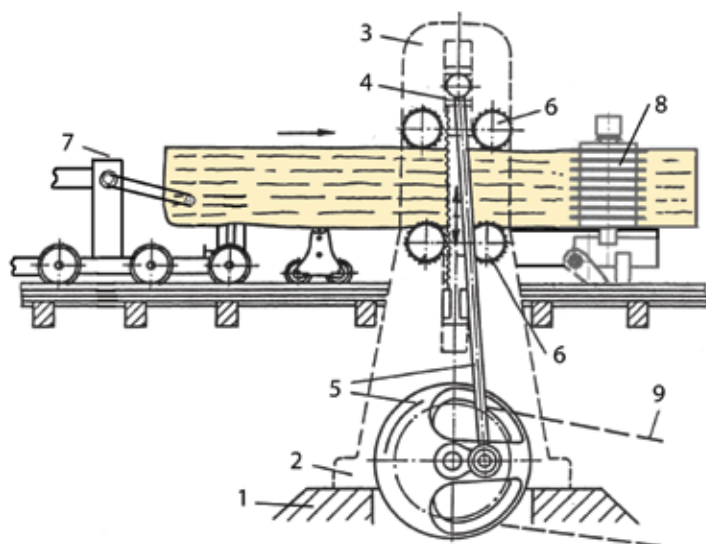
5.1 Polnojarmenik

Polnojarmenik (gater) je stroj za žaganje hlodov v žaganice. Hlod se lahko razžaga v enem prehodu skozi stroj, saj so žagani listi razporejeni po celi širini jarma.



Slika 109: Polnojarmenik (X)

Sestavni deli so prikazani na sliki 110.



- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1 – betonski temelj | 6 – podajalni valji |
| 2 – temeljna plošča | 7 – voziček – spredaj (delni prikaz) |
| 3 – stojalo | 8 – vodilo prizme |
| 4 – jarem z žaginimi listi | 9 – jermensko gonilo |
| 5 – ročni mehanizem | |

Slika 110: Polnojarmenik – shema (4.: 1)

Vsi deli so nameščeni na masivnem ohišju stroja (2 in 3), ki je pritrjeno na betonski temelj (1) (fundament) stroja.

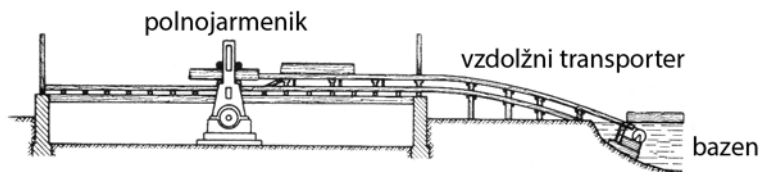
Žagini listi so vpeti v jarem (4), ki se z ročnim mehanizmom (5) giba gor in dol, odrezuje pa samo pri gibu navzdol. Hlod se na tirnem vozičku (7) pritrdi s hidravličnimi kleščami, po potrebi obrne, prestavi v pravilno lego, nato ga primejo podajalni valji (6) in podajajo skozi jarem, da se vzdolžno razžaga. Na izhodu je iz stroja vodilo prizme (delilna naprava) (8), ki loči krajnike od osrednjega (kakovostnega) dela hloda.

Polnojarmenik ima veliko lastno težo. Jarem jarmenika se premočrtno giba do mrtvih točk, ki jih premaguje z vztrajnikom velikega premera. Hlod se pomika z vrtenjem podajalnih valjev. Za žaganje je potrebna velika sila. Pri žaganju tako nastanejo velike statične in dinamične sile, ki se prenesejo preko ogrodja stroja na večji betonski temelj, da se zagotoviti stabilnost stroja pri delu.

Polnojarmenik karakterizirajo naslednji osnovni podatki:

- Svetla širina jarma je vodoravna razdalja med notranjim robom desnega in levega stebra jarma. Običajno znaša: 450, 560, 710, 760, 850 mm. Določi največji premer hloda, ki ga lahko žagamo.
- Višina reza je vertikalna razdalja med zgornjim in spodnjim podajalnim valjem (400 do 800 mm).
- Delovni gib je dolžina giba jarma (od 320 do 700 mm).
- Podajalna hitrost (od 0 do 20 m/min).
- Pogonska moč (lahko > 100 kW).

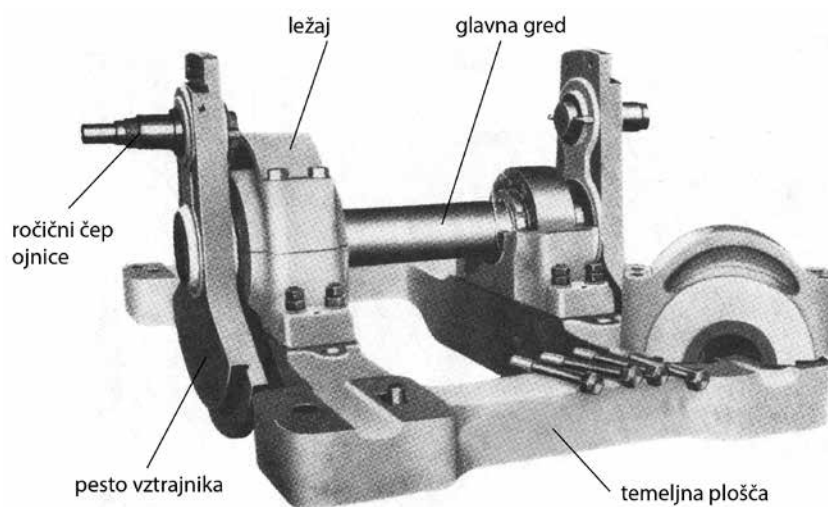
Polnojarmenik je zaradi svoje višine postavljen v dve etaži (slika 111). V spodnji etaži (kleti) sta temelj in spodnji (pogonski) del polnojarmenika, v zgornji pa poteka razžagovanje hlodov. Bazen pred halo je sortirno polje. V njem se hlod lahko obrne v pravilen položaj in enostavno porine na vzdolžni verižni transporter. V kleti je lahko nameščen sekalnik, ki seka žagarske ostanke.



Slika 111: Shema postavitve polnojarmenika v žagalnici (X)

5.1.1 Temeljna plošča in stojalo

Temeljna plošča se pritrdi na betonski temelj, na njo pa se pritrdi stojalo. Temeljna plošča ima izdelana ležišča, v katere se namestijo ležaji glavne gredi. Izdelana je iz kvalitetne sive litine, ki je toplotno obdelana. Temeljna plošča z večjo površino nalega na temelj in poveča togost stroja.



Slika 112: Temeljna plošča s sestavnimi deli (12.: 158)

Stojalo je sestavljeno iz desne in leve stranice, ki ju povezujeta zgornji in spodnji prečnik (glejte sliko 110 in 113). Izdelano je iz legirne sive litine ali iz konstrukcijskega jekla z varjenjem.

V stojalu je nameščen podajalni mehanizem, na stranicah pa so vodila, po katerih se gibajo jaremi.

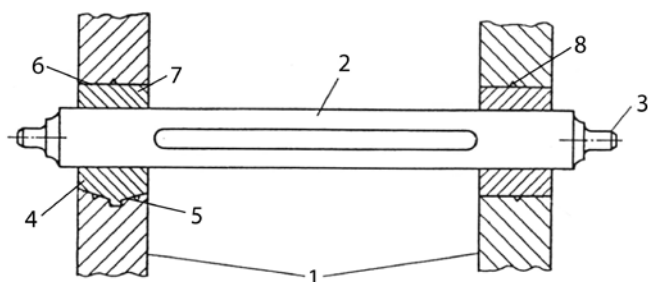
Betonski temelj, plošča in stojalo morajo zagotoviti stabilnost stroja pri delu, saj velike dinamične sile ročnega mehanizma ni mogoče popolnoma izravnati.

Vodila omogočijo gibanje jarma z vpetimi žaginimi listi. Vodila so zelo obremenjena, zato morajo biti kvalitetno izdelana. Po obliki so prizmatska in ploščata. Običajna kombinacija vodil je prikazana na sliki 113. Vodilo na stranici je iz dveh delov. Zgornji del vodi zgornjo, spodnji del pa spodnjo drsno ploščo jarma.

Vodila se mažejo s prisilnim obtokom olja, ki se dovaja v posebne kanale, ki so na vodilih. Mazane

površine imajo zato manjše trenje in segrevanje. Od natančnega vodenja jarma po vodilih je odvisna natančnost žaganja in miren tek stroja.

Nekatere izvedbe vodil hitro tekočih polnojarmenikov imajo kanale za vodno hlajenje.



- 1 - stranica stojala
- 2 - jarem
- 3 - ojnični čep
- 4 - prizmatična drsna plošča jarma
- 5 - prizmatična vodila
- 6 - ploščata vodila
- 7 - ploščata drsna plošča
- 8 - mazalni utor

Slika 113: Vodila na stranici in jarem (tloris prereza) (4.: 2)

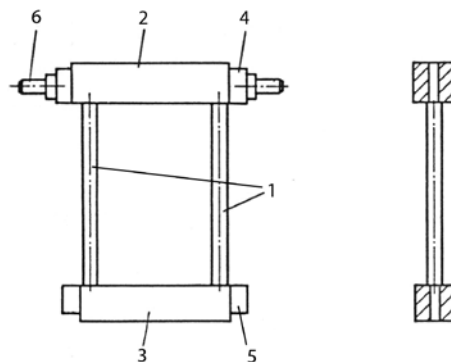
Pri polnojarmenikih z avtomatičnim previsom vodila niso fiksna, ampak se lahko zgornje ali spodnje vodilo prečno premika. S tem pa se ustvari ustrezen previs (nagib) jarma (opis v pogl. 5.1.8.3).

5.1.2 Jarem

Jarem je okvir, v katerega so vpeti žagini listi. Zgrajen je iz zgornjega in spodnjega prečnika in levega in desnega stebra (slika 114). Poganja ga ročni mehanizem, da se premočrtno giba gor in dol po vodilih na stranicah stojala.

Stebra jarma sta običajno iz jeklene cevi, da je jarem čim lažji. Poveže ju zgornji in spodnji prečnik, ki sta iz dveh delov, da se v odprtini lahko namestijo stremena žaginih listov. Prečnika jarma sta kovana iz kvalitetnega jekla, nosita dve drsni plošči na zgornjem prečniku in dve na spodnjem, kar predstavlja štiri drsne proge. Kot je razvidno iz slike 113 je ena plošča prizmatične oblike, kar zadošča za premočrtno gibanje jarma. Drsne plošče

so iz ustreznega bronca. Pri starejših polnojarmenikih so drsne plošče iz gabrovine ali zgoščenega lesa. Na zgornjem prečniku sta tudi ojnična čepa za namestitev ojnice. Jarem je obremenjen z velikimi silami, ki nastanejo zaradi napenjanja žaginih listov.



- 1 - steber
- 2 - zgornji prečnik
- 3 - spodnji prečnik
- 4 - zgornja drsna plošča
- 5 - spodnja drsna plošča
- 6 - ojnični čep

Slika 114: Jarem (4.: 3)

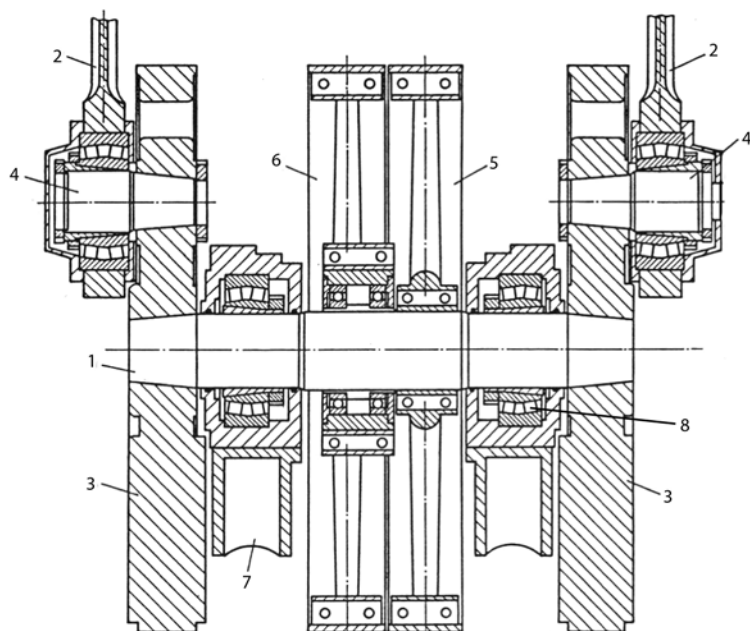
5.1.3 Ročni mehanizem polnojarmenika

Ročni mehanizem spreminja pogonsko krožno gibanje v premočrtno gibanje jarma (žaganje). Značilnost premočrtnega gibanja je, da nima konstantne hitrosti, zato se smer gibanja avtomatsko spremeni – glejte tudi poglavje 5.1.11 in sliko 145.

Na sliki 115 so vidni sestavni deli ročnega mehanizma in njihova pritrditev:

- **Glavna gred** je nameščena v ležaja na temeljni plošči. Uporabljajo se kvalitetni sodčkasti dvoredni prilagodljivi ležaji, ki prenesejo velike obremenitve. Gred je izdelana iz kvalitetnega legiranega jekla. Ležaje mažemo z mastjo z mazalnimi ventili.

- **Delovna (gonilna) jermenica** je fiksno pritrjena na gred. Pogonska energija se dovaja na jermenico s ploščatim jermenom.
- **Prazna jermenica** pa je uležajena na gred in se prosto vrti okoli gredi. Služi za prosti tek – kratkotrajni izklop pogona jarma (žaganja). Jermenici sta bombirani, njun premer je okoli 1000 mm.
- **Vztrajnik** je na gred pritrjen trdno (s krčnim nasedom). Zgrajen je iz pesta z dvema podaljškom, na katera je pritrjen venec vztrajnika – na sliki 112 manjka venec. Na enem podaljšku (ročici) je pritrjen ročni čep, na katerega je vrtljivo pritrjena ojnica. (Ojnica je na drugi strani vrtljivo povezana s čepom jarma.) Na nasprotni strani ročičnega čepa sta protiuteži, ki služita za lažje premagovanje mrtvih točk jarma oz. izravnava neenakomernosti sil in mas, ki delujejo na ročni čep.
- **Zavora** (tračna ali čeljustna) deluje na venec vztrajnika. Zavora je potrebna za hitro zaustavljanje jarma. Jarem pri menjavi žaginih listov miruje – je fiksiran.
- **Ojnica** spreminja krožno gibanje v premočrtno gibanje jarma oz. v žaganje. Izdelana je s kovanjem iz najkvalitetnejšega jekla, v prerezu ima obliko I profila. Ojnica mora prenesti kombinirane obremenitve pri majhni lastni teži.



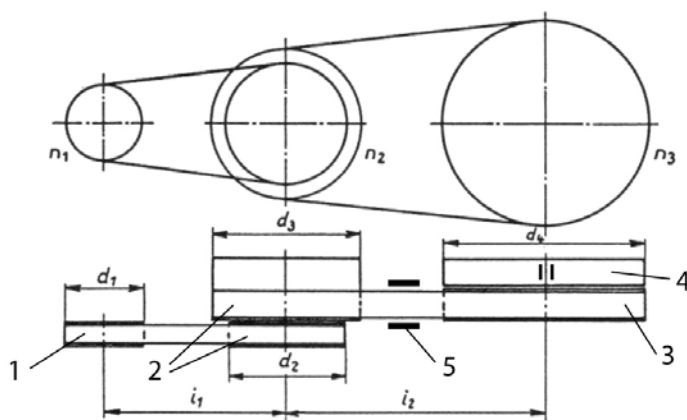
- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 – glavna gred | 5 – delovna jermenica |
| 2 – ojnica | 6 – prazna jermenica z ležajem |
| 3 – vztrajnik | 7 – temeljna plošča |
| 4 – ročni čep | 8 – ležaj |

Slika 115: Ročni mehanizem (4.: 5)

5.1.4 Pogon polnojarmenika

Pogon polnojarmenika pomeni pogon ročičnega mehanizma, ki povzroči žaganje. Prenos vrtilne hitrosti z elektromotorja je mogoč z jermenskim dvostopenjskim gonilom s ploščatim jermenom. Jermenice so večje-ga premera, da zaradi večje moči jermen ne drsi in je prenos zanesljiv.

Kratkotrajno izključitev pogonske gredi (pogona jarma) dosežemo s prazno jermenico, ki je uležajena na gredi. S premaknitvijo jermena na prazno jermenico dosežemo izključitev pogonske gredi (pogona jarma) in obratno. Premaknitev jermena z ene jermenice na drugo omogočajo posebne vilice in vzvodi.



- 1 – pogonska jermenica
- 2 – vmesni jermenici
- 3 – delovna jermenica
- 4 – prazna jermenica
- 5 – vilice za premaknitev jermena

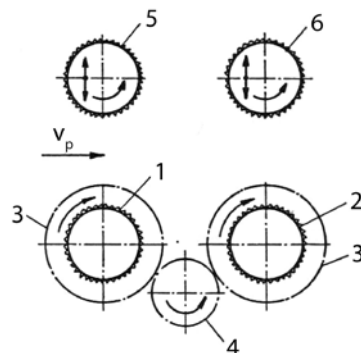
Slika 116: Pogon polnojarmenika
– dvostopenjsko gonilo (4.: 7)

Pogonski motor pri polnojarmeniku je trifazni asinhronski elektromotor s kratkostično kletko. Zaradi velike moči je zagon z zaganjačem, ki zmanjša zagonski tok.

5.1.5 Podajalni mehanizem

Podajanje hloda se ustvari z dvema spodnjima in zgornjima delovnjima valjema, ki tudi elastično pritiskata hlod. Vsi štiri valji so pogonski in narebričeni. Uliti so iz sive (ali bele) litine, ki je toplotno obdelana, da dobi večjo trdoto.

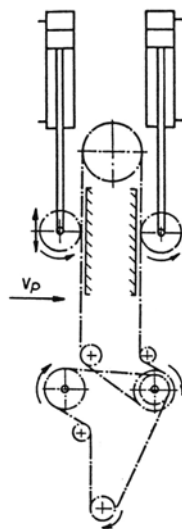
Spodnja valja imata fiksne gredi, žene ju zobniško predležje (slika 117). Zgornja valja morata biti pomična, da se prilagodita debelini hloda, ženeta ju spodnja valja preko verige, vendar je ta pogon na drugi strani stojala (slika 118).



- 1 – prednji spodnji podajalni valj
- 2 – zadnji spodnji podajalni valj
- 3 – zobnik spodnjega valja
- 4 – pogonski zobnik
- 5 – prednji zgornji podajalni valj
- 6 – zadnji zgornji podajalni valj

Slika 117: Podajalni mehanizem (4.: 7)

Uporablja se tudi verižno gonilo, ki poganja vse štiri valje.



Slika 118: Pogon valjev z verigo (4.: 8)

Pogon zgornjih valjev z verigo omogoča dviganje in spuščanje valjev glede na debelino hloda. Pri starejših izvedbah sta se valja dvigala in spuščala po zobati letvi, pritiskala pa s pomočjo uteži. Pritisk, dviganje in spuščanje valjev je sedaj izvedeno s hidravličnimi valji, kar je prikazano na sliki 118. Prednji zgornji podajalni valj je povezan z merilnikom debeline hloda. Skala za odčitavanje premera hloda je na desni stranici stojala.

Osnovna načina podajanja hloda sta:

- prekinjeno (sunkovito, diskontinuirano) podajanje in
- neprekinjeno (kontinuirano) podajanje.

Prekinjeno podajanje imajo starejši polnojarmeniki, kar pomeni, da se hlod pomakne samo pri spuščanju jarma, torej pri žaganju. Pri dviganju jarma hlod miruje, da ne pritisne na liste pri gibu navzgor. Pogon podajalnih valjev je izveden s posebno ojnico od glavne gredi zaradi uskladitve gibanj. Za ustavitev podajanja hloda (podajalnih valjev) je služila torna zapora.

Novejši polnojarmeniki imajo neprekinjeno podajanje, ki ga bomo obravnavali.

5.1.5.1 Neprekinjeno podajanje hloda

Pri neprekinjenem (kontinuiranem) podajanju se hlod popolnoma enakomerno podaja ne glede na to, če se giblje jarem navzdol ali navzgor. Torej tudi tedaj, ko je jarem v eni ali drugi mrtvi točki.

Pogon podajalnih valjev mora omogočiti brezstopenjsko uravnavanje podajalne hitrosti. Podajalni sklop je zgrajen iz pogonskega elektromotorja, reduktorja, brezstopenjskega gonila in sklopke. Lahko se uporablja hidravlično brezstopenjsko gonilo ali elektromotor z brezstopenjskim uravnavanjem vrtilne hitrosti.

Obstajajo še razne konstrukcijske izvedbe podajalnega mehanizma. Za kvalitetno velja konstrukcija, ki ima na vsakem podajalnem valju hidravlični motor.

Pri neprekinjenem podajanju pride do pritiska hloda na žagine liste, ki žagajo samo pri gibu navzdol. Pritisk je samo v spodnji mrtvi točki jarma in v začetku dviganja jarma. Zob žage v reži s prosto (hrbarno) ploskvijo drgne ob les. Pritisk hloda na žagine liste je odvisen od hitrosti podajanja, vrtilne hitrosti in previsa žaginih listov (glejte še poglavje 5.1.8.3).

5.1.6 Jarmeniški voziček in vodilo prizme

Za dovoz hloda v polnojarmenik potrebujemo poseben tirni voziček. Pri starejših polnojarmenikih se je voziček uporabljal tudi za odvoz razžaganega hloda, sedaj pa se uporabljata vodilo prizme in gnani valjni transporter.

5.1.6.1 Jarmeniški voziček

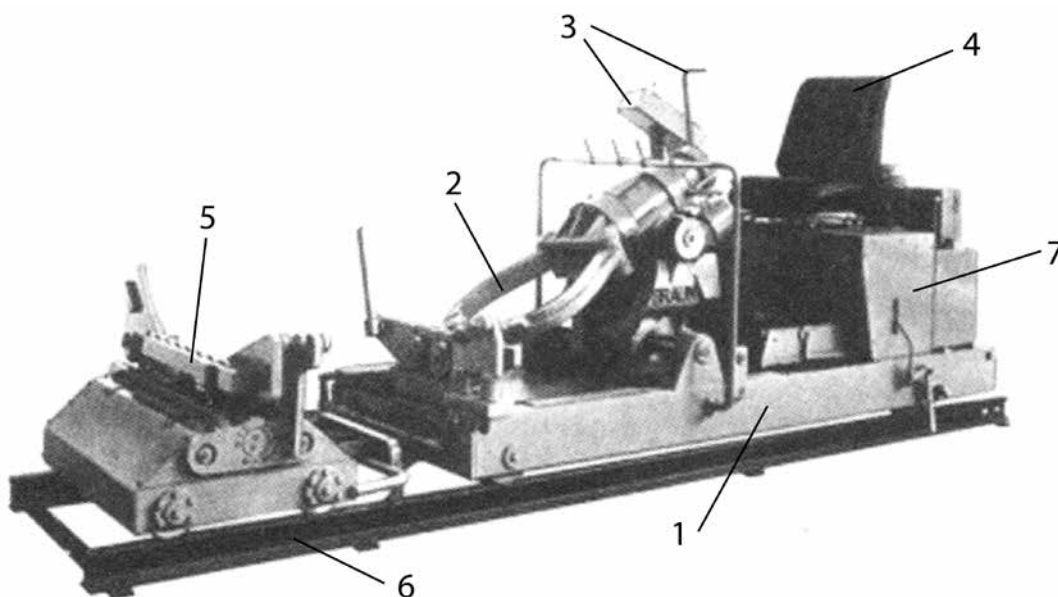
Najpogosteje se uporablja **voziček s sedežem za jarmeničarja**.

Jarmeniški voziček se pomika po tirni progi. Tračnici sta natančno postavljeni v tla pred polnojarmenikom. Voziček je sestavljen iz glavnega vozička z grabilnikom (kleščami) in pomožnega vozička (slika 119). Vozička sta gibljivo povezana (npr. z jekleno vrvjo), razdalja med njima pa se prilagodi dolžini hloda. Prednji konec hloda leži na pomožnem vozičku. Z grabilnikom hlod primemo, obrnemo, dvignemo in ga tako usmerimo v pravi položaj za žaganje. Grabilnik stiska hlod, ga vertikalno dviga, obrača in stransko prestavi s hidravlično napravo. Jarmeničar, ki sedi na vozičku, hlod čim bolj pravilno usmeri v jarem. S tipkami in ročnim vzvodom daljinsko krmili voziček in polnojarmenik. Krmilna naprava in hidravlični agregat sta nameščena na vozičku.

Pogon vozička

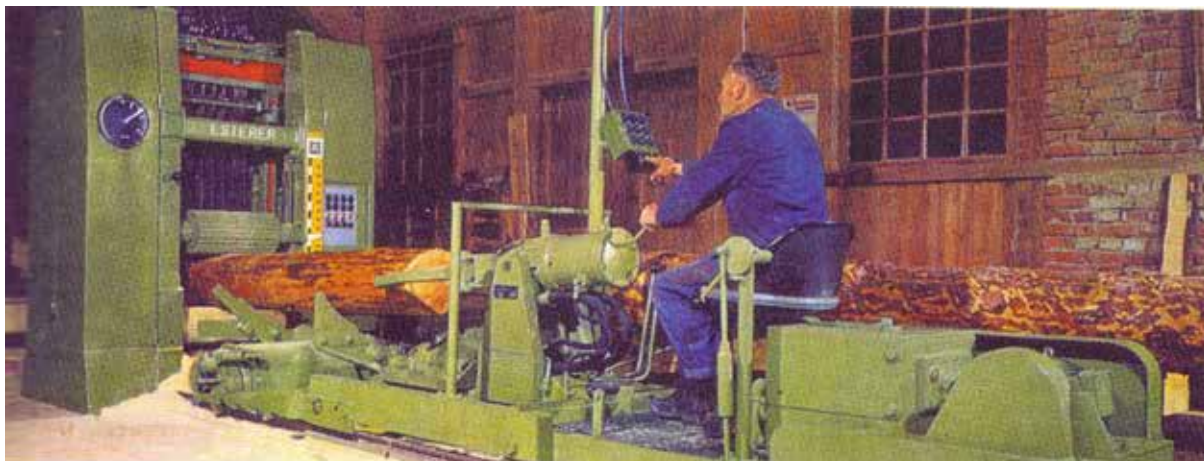
Voziček poganja veriga ali jeklena vrv, ki je položena v tla. Ko hlod primejo prednji podajalni valji, se pogon vozička izklopi. Pomožni voziček se pred polnojarmenikom ustavi (je blokirán). Podajalni valji vlečejo hlod skupaj z glavnim vozičkom, prek pomožnega pa hlod drsi (razdalja med vozičkoma se zmanjša). Oba vozička tako samo podpirata in držita hlod, dokler hlod ni prežagan čez polovico svoje dolžine. Takrat sta opravila svojo nalogo, vklopi se pogon za nazaj. Pri vračanju se postavita na osnovno medsebojno razdaljo, da lahko sprejmeta novi hlod.

Pogon vozička z verigo ima svoj pogonski in napenjalni sklop, pretikalna stikala, vodilo verige ... Hitrost vožnje vozička se uravnava brezstopenjsko in je lahko do 80 m/min za vožnjo naprej in do 160 m/min za vožnjo nazaj.



- 1 – glavni voziček
- 2 – hidravlični grabilnik
- 3 – krmilni vzvod in plošča
- 4 – sedež
- 5 – pomožni voziček
- 6 – tirna proga
- 7 – hidravlični agregat

Slika 119: Sestava vozička (13.: 71)

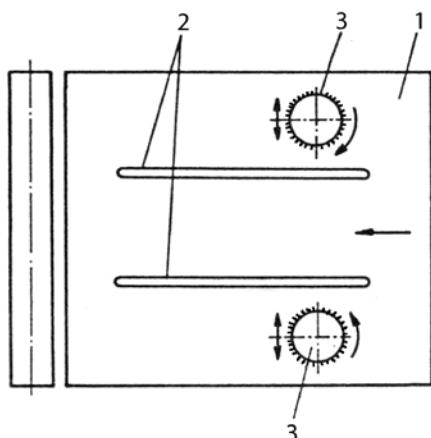


Slika 120: Voziček v trenutku odklopa od hloda in vračanja nazaj (13.: 71)

Voziček brez sedeža za jarmeničarja je izpopolnjena naprava. Jarmeničar za krmilnim pultom v posebni protihrupni kabini s stikali daljinsko krmili voziček, polnojarmenik in transport žaganic. Krmiljenje je lahko tudi povsem avtomatsko.

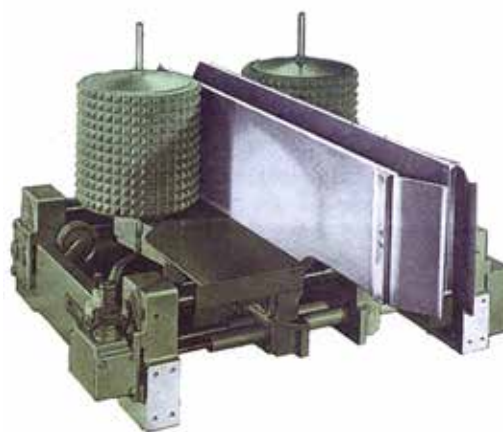
5.1.6.2 Vodilo prizme (delilna naprava)

Na izhodni (zadnji) strani stroja je montirano vodilo prizme, za njo pa sledi gnani valjčni transporter, ki transportira žaganice od stroja (slika 121). Glavni del vodila prizme sta delilni jekleni plošči, ki sta tako postavljeni, da ločita stranske žaganice in krajnike od centralnega dela hloda (prizme). Ob strani obeh plošč je gnani vertikalni ožlebljeni valj, ki stranske žaganice in krajnike odvleče naprej, centralni del hloda pa potisne na gnane valje naslednji hlood.



- 1 – ogrodje
- 2 – delilni plošči
- 3 – gnana izvlačilna valja

a) shema (tloris) (4.: 13)



b) izgled (13.: 72)

Slika 121: Vodilo prizme

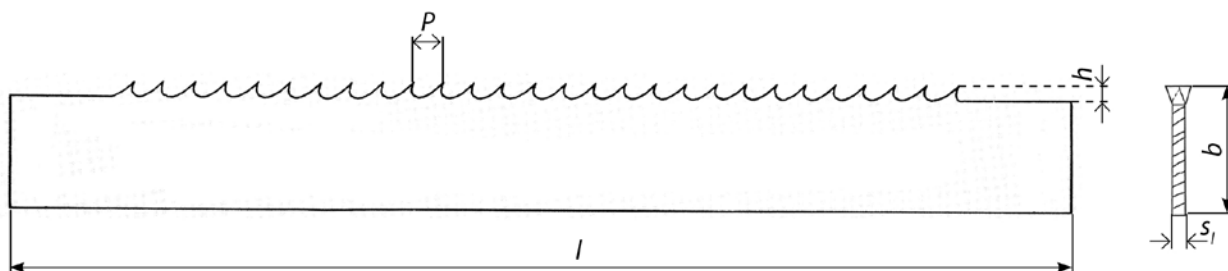
Polnojarmenik ima v spodnjem delu nameščen poševni žleb (*tresalnik žagovine*), kamor pada žagovina. Žleb trese posebna naprava, da žagovina zdrsni po njem in pada v odsesovalno ustje.

Hidravlični agregat je pomemben del polnojarmenika, saj s pomočjo hidravlike dvigamo, spuščamo in obremenjujemo zgornje podajalne valje, lahko uravnavamo podajalno hitrost in opravljamo dela, ki izpopolnijo delovanje ali olajšajo delo s strojem. Voziček ima svoj hidravlični agregat.

K polnojarmeniku spadajo še **električna in krmilna naprava, naprava za centralno mazanje vodil in razne zaščitne naprave ...**

5.1.7 Jarmeniški žagini listi

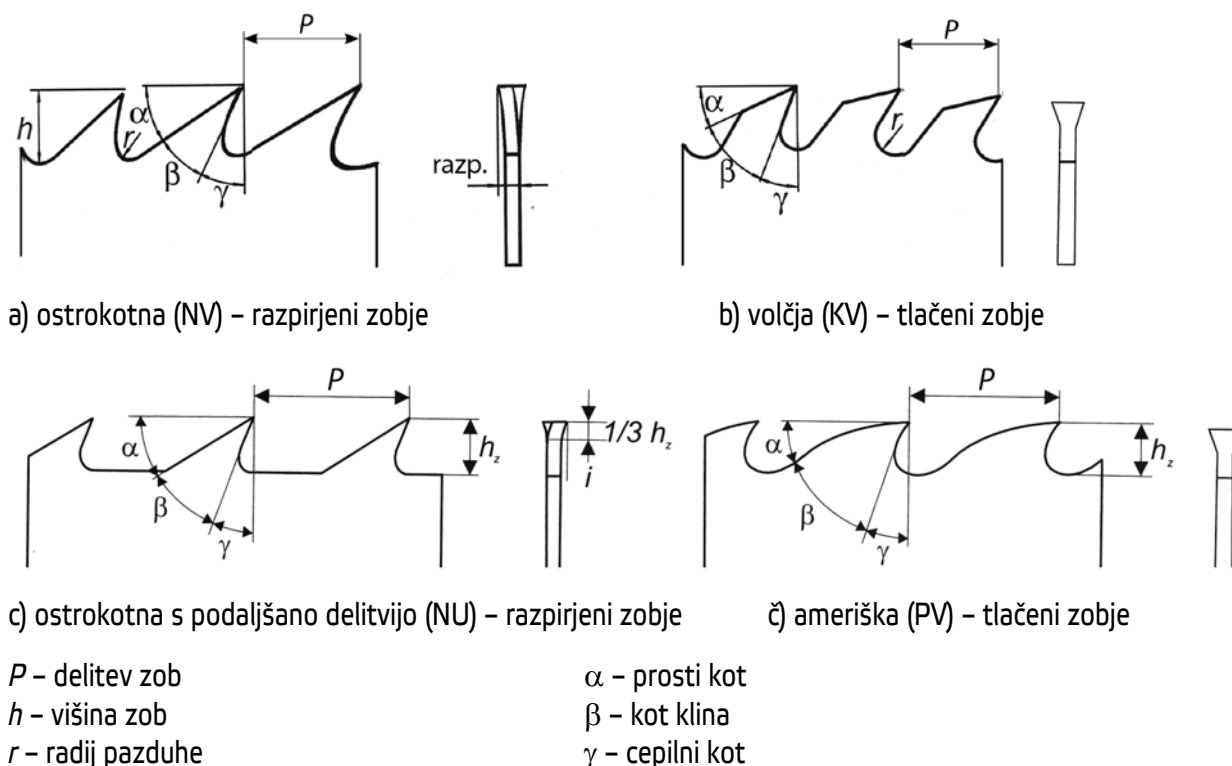
Jarmeniški žagini listi so izdelani iz legiranega trdega orodnega jekla. Legirani elementi so krom, vanadij, volfram ..., zobje pa imajo lahko trdo prevleko (kromiranje, stelitiranje ...). Običajna dolžina (l) je od 1400 do 1600 mm, najpogostejša širina (b) od 140 do 180 mm, debelina (s_l) pa od 1,8 do 2,5 mm. Delitev zob (P) je odvisna od debeline in je pogosto 24 mm. Zobje so razperjeni ali tlačeni. Žagin list mora imeti notranjo napetost (prednapetost). Površina lista mora biti čista in ravna, brez raz ali poškodb, modrih lis zaradi pregretja ...



Slika 122: Jarmeniški žagin list (S. K.)

Oblike zob

Pri jarmeniških listih prevladuje volčja in ostrokotna ozobitev. Prostor med dvema zoboma mora prejeti vso žagovino od enega reza in imeti takšno dno (pazduho), da žagovina izpade. Razlikujemo žagine liste za trdi les, ki imajo večji kot klina, cepilni kot pa je manjši kot pri listih za mehak les (navedeno velja za vsa rezalna orodja).



Slika 123: Oblike ozobitve (13.: 87)

5.1.7.1 Priprava žaginega lista za delo

Poteka v specializiranih delavnicah z avtomatskimi stroji. Obsega: čiščenje površine in zob lista, razpiranje ali tlačenje zob, ostrenje, dajanje notranje napetosti, popravilo napak lista, oplemenitenje zob lista (stelitiranje) ...

• Razpiranje zob

Razpiranje (»razperjanje«) je upogibanje gornje tretjine višine zob izmenično levo in desno (slika 123a in 123c). Tako preprečimo, da ploskev lista bočno ne drgne ob les (trenje), kar zmanjša silo odrezovanja, da se list ne pregreje.

Velikost razperitve je odvisna od vrste in vlažnosti lesa. Za mehak in vlažen les je razperitev večja kot za trd in suh les. Podamo vedno enostransko razperitev, ki znaša od 0,4 do 0,7 mm.

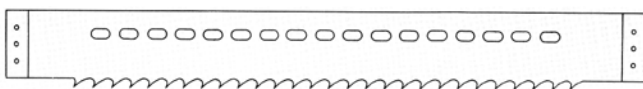
- **Tlačenje zob** uporabljamo namesto razpiranja. Konice zob v posebni napravi stisnemo po cepilni ploskvi, da postanejo širši od lista (slika 123b in 123č). Za razliko od razpiranja je zob v reži enakomerno obremenjen z leve in desne smeri. Tlačen zob je močnejši in manj vibrira, zato je površina lesa čistejša. Pri podajalnih hitrostih 10 m/min in več se priporočajo tlačeni zobje. Tlačene zobe lahko obrusimo 5–6-krat, nato jih moramo ponovno tlačiti. Po tlačanju sledi brušenje bokov (egaliziranje), da so vsi zobje enako široki.

• Ostrenje

Z ostrenjem ponovno naostrimo rezalne robove in vzpostavimo pravilno geometrijo rezalnega orodja. Ostrenje pri navadnih jeklenih listih sledi po štirih urah dela. Takrat lahko menjamo tudi razpored listov v jarmu (način žaganja).

• Notranja napetost (prednapetost) lista

Žagini listi se pri žaganju neenakomerno segrevajo. Zobje, ki prodirajo v les, se bolj segrejejo (tudi do 100 °C) kot osrednji del lista. Zaradi višje temperature oboda lista se ta razteza bolj kot notranji del. Navedeno povzroči zvijanje lista. List se prične tresti (vibrirati). Vibriranje žaginega lista preprečimo tako, da ima osrednji del lista notranjo napetost (prednapetost). Dosežemo jo tako, da osrednji del lista tlačimo (valjamo) s posebnim strojem. Tako pripravljen list med žaganjem prenese neenakomerno raztezanje lista.



Slika 124: List z luknjami (2.: 194)

Pri žaginem listu z luknjami (slika 124) dosežemo, da je napeto območje oboda lista, ki se bolj segreje in razteza kot osrednji del lista.

List ima na obeh koncih in na vsaki strani pritrjeno (kovičeno) jekleno letvico zaradi namestitve v klešnico (pogl. 5.1.8.1).

• Oplemenitenje zob lista (stelitiranje)

Rezalno orodje (žagin list), ki se hitro obrabi, moramo pogosto menjati, kar povzroči večje stroške in otežuje vodenje proizvodnje.

Odpornost proti obrabi (krhanju) jeklenega žaginega lista pri žaganju lahko povečamo z oplemenitjenjem. Razni nejekleni rezalni materiali (npr. vidia) ne prenesejo udarnih obremenitev, ki nastanejo pri žaganju hlodov. Prenesejo jih lite karbidne trdine (steliti), ki imajo precej večjo rezalno obstojnost kot najboljše jekla.

Steliti so zlitine kobalta, volframa, kroma, ogljika. Z razvojem so izboljšani z dodatkom kovinskih karbidov (titan, volfram, krom ...).

Na zob žaginega lista varimo stelit v kalup. Varjenje je elektroobločno (TIG postopek ali varjenje s plazmo). Nastane neoporečen spoj med materialoma.

Po stelitiranju, zob obrusimo po vseh štirih straneh, kar zagotavlja čisti rez.



Slika 125: Stelitiran zob (X)

5.1.8 Namestitev listov v jarem

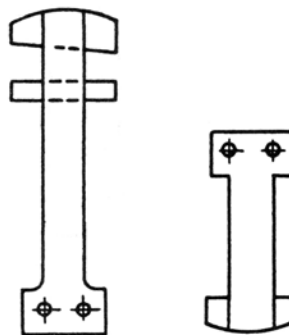
Postopek vstavljanja listov v jarem obsega naslednje faze:

- pritrditev lista na streme,
- postavitve v razpored,
- postavitve v previs in
- napenjanje listov.

5.1.8.1 Pritrditev listov

Žagini listi so v jarem pritrjeni z *zgornjim in s spodnjim stremenom* (slika 126). Streme je nameščeno v odprtini prečnika jarma (glejte sliko 133a).

Zgornje streme je oblikovano tako, da na enem koncu omogoča napenjanje lista, na drugem pa pritrditev lista. Spodnje streme se samo zatakne za spodnji prečnik jarma.



a) zgornje streme b) spodnje streme

Slika 126: Streme (4.: 14)

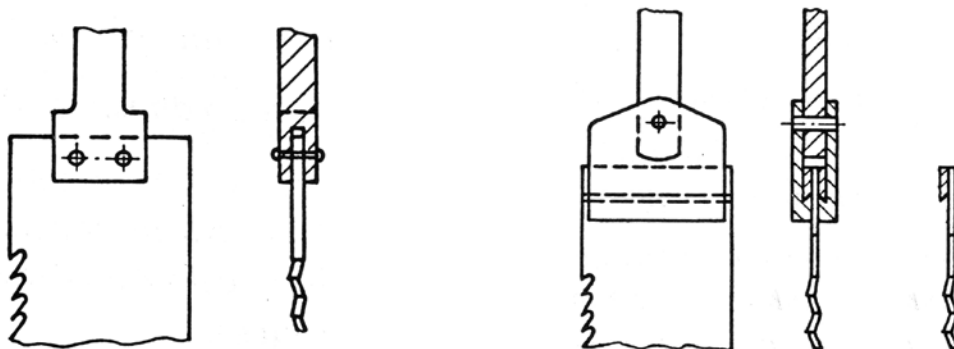
Pritrditev žaginega lista na streme je lahko:

- s kovicami in
- s klešnico.

Pritrditev lista s kovico (slika 127a) se redko uporablja.

Pritrditev lista s kleščnico

Streme ima odprtino v obliki utora, ki ji pravimo kleščnica (slika 127b). Kleščnica je na koncu stremena. List samo potisnemo v utor kleščnice. List mora imeti na koncu in na vsaki strani lista pritrjeni po dve letvici (slika 124). Pritrditev s kleščnico omogoča hitro menjavo in postavitve lista v previs. Obenem pri menjavi lista streme ostane na jarmu (razpored žag se ne spremeni). Streme je lahko s sornikom, kar omogoči nagibanje lista.



a) pritrditev lista s kovico

b) pritrditev lista s kleščnico in list z letvico

Slika 127: Načina pritrditve žagina lista v zgornjem stremenu (4.: 14)

5.1.8.2 Pritrditev žaginih listov v razpored

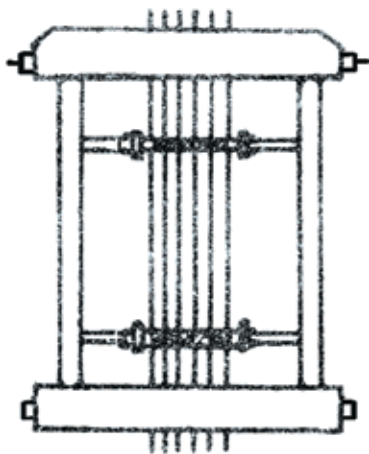
Razpored je položaj žaginih listov po širini ali v prečni smeri jarma (slika 128a). Pomeni število žaginih listov v jarmu in razdaljo med listi. Razdalja med listi določa debelino žaganice oz. določa način žaganja. Razpored listov se postavi za določen premer hloda oz. za debelinski razred, saj samo tako dosežemo pravilno žaganje in dober izkoristek hloda (pogl. 5.1.12).

Praviloma je žaganje simetrično, žage so enako razporejene levo in desno od simetrale hloda.

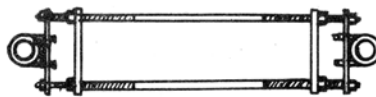
Žagine liste moramo v prečni smeri (razporedu) pritrditi vzporedno in določiti medsebojni razmik, kar dosežemo z distančniki, ki jih imenujemo priloge. Debelina priloge določa debelino žaganice, upoštevati pa moramo tudi nadmero žaganice in širino reže žaganja.

Zanesljiv način pritrditve listov v prečni smeri je s posebnim okvirjem, poimenovanim **register** (slika 128). Register se pritrdi na stebra jarma (zgoraj in spodaj). Na okvir pa se med liste postavijo priloge (distančniki), ki se stisnejo skupaj z navojno matico. Pri polnojarmenikih s hidravličnim napenjanjem listov se priloge stisnejo s hidravličnim valjem.

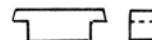
Priloge so kovinske ali iz lesa. Debelina distančnika (priloge med žaginimi listi) mora biti širša od debeline žaganice za nadmero in seveda za razperitev ter vibracijo lista (glejte pogl. 5.1.12), da izžagamo žaganico predvidene debeline.



a) jarem z registroma



b) register (tloris)



c) priloga

Slika 128: Pritrditev listov po širini jarma z registrom (S. K.)

Priloge so tudi magnetne, da se držijo na listu, in samonosne s kraki, da se obesijo na zgornji prečnik in vstavijo v spodnji. Razpored listov je fiksiran s hidravličnim stiskanjem listov v prečni smeri.

Izjema potrjuje pravilo!

Za polnojarmenike velja, da je razpored listov v jarmu fiksni. Firma Esterer je razvila prečni premik žaginih listov v jarmu, da se listi postavijo točno glede na premer hloda. Tako se doseže boljši izkoristek pri žaganju vseh hlodov določenega debelinskega razreda. Na sliki 129 vidimo, da so v premakljivi levi in desni nosilec na jarmu vpeti po 4 listi s fiksni razmikom. Simetrični premik obeh nosilcev listov je z navojnim vretenom in je lahko daljinsko krmiljen.



Slika 129: Jarem s širinsko premaknitvijo žaginih listov (X)

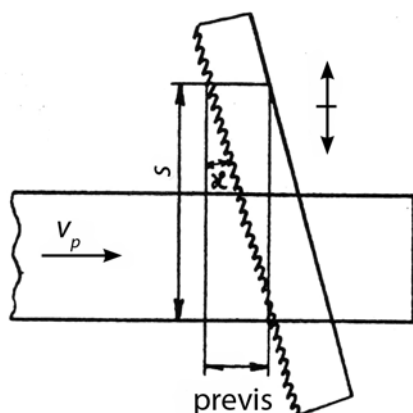
5.1.8.3 Postavitev listov v previs

Zobje žaginega lista torej žagajo samo pri gibu navzdol, med gibom navzgor pa ne. Zato imajo žagini listi **nagib** proti smeri gibanja hloda, kar imenujemo previs (slika 130).

Previs se meri vedno na dolžini giba (s), lahko pa se izrazi tudi s kotom (χ).

s – gib jarma

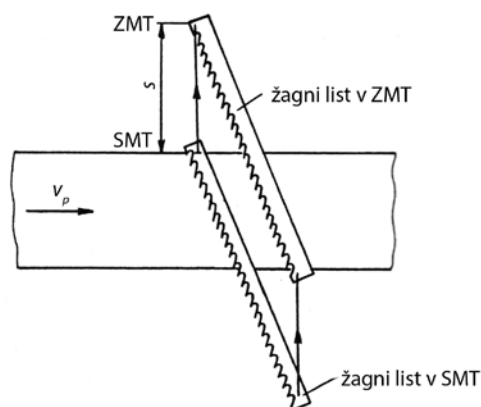
χ – kot nagiba



SMT – spodnja mrtva točka spodnjega vodila

ZMT – zgornja mrtva točka spodnjega vodila

Slika 130: Previs žaginega lista (4.: 18)



Slika 131: Prikaz dviga žaginskih listov s previsom (4.: 15)

Previs povzroči, da se žagini listi pri dvigu navzgor odmaknejo od hloda (slika 131) in pri gibu navzdol žaga več zob.

Previs je zelo pomemben pri polnojarmenikih z neprekinjenim podajanjem, saj se izognemo

pritisku hloda na hrbet lista. Manjši pritisk sicer nastane, ko je jarem v spodnji mrtvi točki in se začne dvigati. Zaradi previsa žagini listi ne začežejo takoj, ko se spuščajo. Tako nastane izguba delovnega giba.

Pri običajnih polnojarmenikih namestimo liste v jarem pod določenim previsom, kar omogoči kleščnica pa tudi streme s sornikom. Previs je odvisen direktno od podajalne hitrosti: čim večja je podajalna hitrost, tem večji mora biti previs. Previs znaša polovico podajanja na gib jarma (s_p) in dodatek:

$$\text{previs} = \frac{s_p}{2} + (0,5 \text{ do } 5 \text{ mm})$$

s_p (mm).....podajanje hloda na gib jarma (vrtljaj ročice) (glejte pogl. 5.1.11)

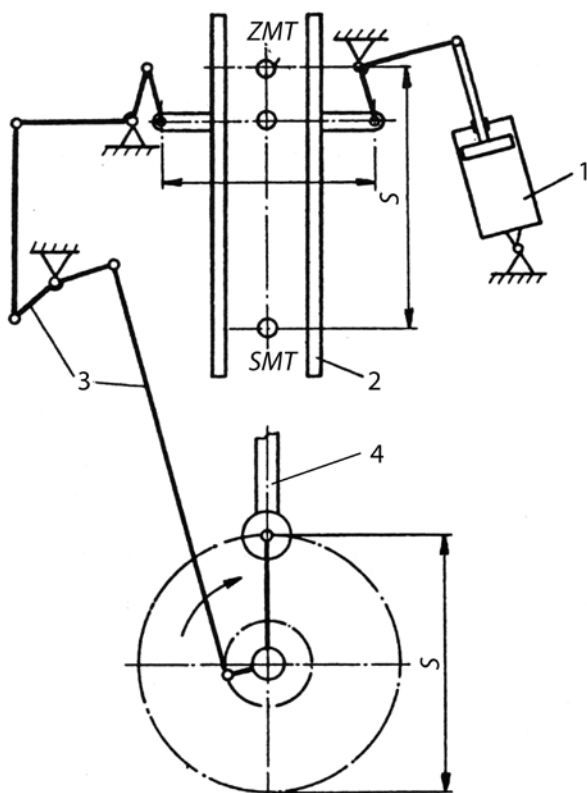
Pri večjih neprekinjeni hitrosti hloda ($> 4 \text{ m/min}$) je problem previsa postal nerešljiv, pride do prevelikega pritiska hloda na dvigajoče liste. Rešitev so **polnojarmeniki z avtomatičnim previsom ali nihajočimi jarmi**.

Listi so v jarem vpeti vertikalno, v previs pa se postavi jarem skupaj z listi. Ko jarem pride v spodnjo mrtvo točko (preneha žaganje), se odmakne od pomikajočega se hloda. Sledi dvig jarma v zgornjo mrtvo točko in postavitve jarma v previs glede na podajalno hitrost. Za odmik obstaja poseben mehanizem, spodnja vodila jarma pa so križna.

Obstajajo različni načini postavljanja jarma v ustrezen previs.

Polnojarmenik z nihajočim jarmom

Na sliki 132 je prikazan mehanizem za nihanje jarma. Pri žaganju se spodnje nihajno vodilo jarma (2), preden doseže spodnjo mrtvo točko, začne odmikati od gibajočega se hloda in opiše nekakšno krivuljo (gibanje po dveh oseh). Tako hlood ne pritisne na žagine liste, ko se dvigajo. Pri koncu dviga se jarem postavi v pravilen previs. Velikost previsa je avtomatsko odvisna od hitrosti podajanja.



- 1 – hidravlični valj za nastavitev previsa (deluje tudi kot amortizer)
- 2 – spodnje nihajno vodilo jarma
- 3 – mehanizem za prenos gibanja od glavne gredi do nihajočega vodila
- 4 – ojnica jarma

Slika 132: Mehanizem za nihanje jarma (4.: 11)

5.1.8.4 Napenjanje listov

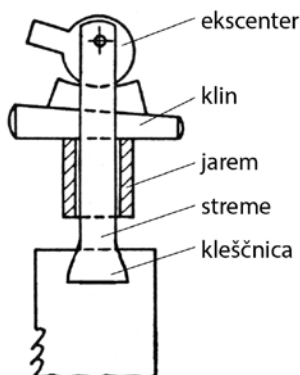
Žagin list v jarmu mora biti dovolj napet (razvlečen), da je rez raven. Če list ni dovolj napet, nastane zahajanje lista in rez je neraven. Napetost v listu je določena (predpisana) in mora biti konstantna. Žagin list z ostrenjem postane ožji. Zato je potrebna manjša sila napenjanja, da napetost ostane nespremenjena. Predpisana napetost v listu (σ) se giblje od 150 do 400 MPa.

Žagine liste napenjamo:

- mehanično in
- hidravlično.

Mehanično napenjanje je običajno s klinom in z ekscentrom (slika 133). List najprej delno napnemo s klinom. Dokončno napetost pa dosežemo z obračanjem ekscentra s posebnim vzvodom, ki ga natakemo na podaljšek ekscentra.

Pomanjkljivost mehaničnega napenjanja je, da silo napenjanja ne moremo določiti natančno in je tudi ne uravnavati.



a) shema (4.: 15)



b) dejanski prikaz (2.: 197)

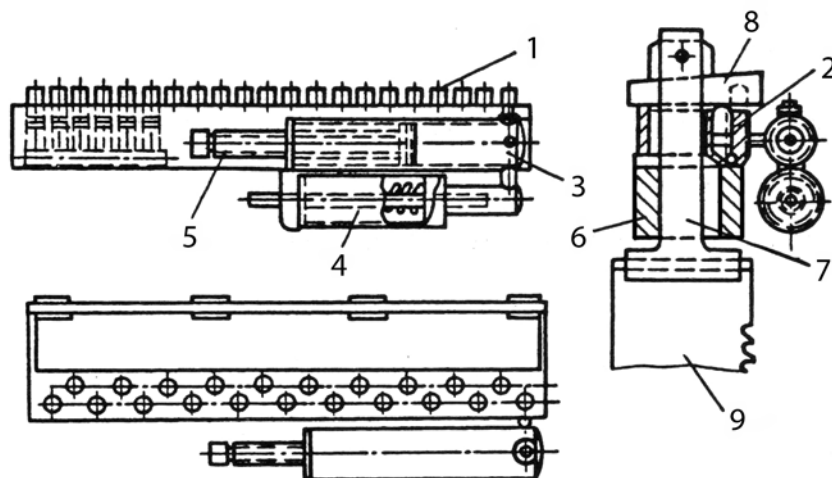
Slika 133: Napenjanje lista s klinom in z ekscentrom

Hidravlično napenjanje

Navedena pomanjkljivost mehničnega napenjanja odpade pri napenjanju s **hidravlično napravo** (slika 134), ki se namesti na zgornji prečnik jarma.

Pri hidravličnem napenjanju je sila natančno določena. Lahko se uravnava glede na širino lista. Napetost lista ostane konstantna tudi po podaljšku zaradi segrevanja lista pri žaganju. Vsi listi so napeti z enako silo.

Pri hidravlični napravi list najprej prednapnemo s klinom, dokončno napetost pa ustvari hidravlična naprava. Z vrtenjem vijaka vretena se v tlačnem cilindru naprave ustvari visoki tlak zelo gostega olja (do 500 barov), ki se prenese pod posamezne bate. Bati delujejo na klin stremena in žagin list se dokončno napne. Izravnalni valj služi za vzdrževanje konstantnega tlaka.



- 1 – bat za napenjanje lista
- 2 – tlačno ogrodje
- 3 – tlačni cilindri
- 4 – izravnalni cilindri
- 5 – vijaka vretena

- 6 – prečnik jarma
- 7 – streme
- 8 – klin (prednapetost)
- 9 – list

Slika 134: Hidravlična napenjalna naprava (JANSEN) (4.: 16)

Izračun sile napenjanja

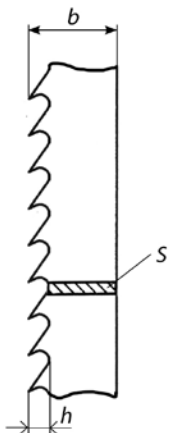
Napenjalno silo lista (F_1) izračunamo po enačbi za napetost.

$$\sigma = \frac{F_1}{S} \quad S = (b - h) \cdot s_1$$

$$F_1 = \sigma \cdot S$$

Sila napenjanja vseh listov v jarmu:

$$F_{cel} = F_1 \cdot N$$



Slika 135: Nosilni prerez lista (4.: 27)

Podaljšek zaradi napenjanja (Hookov zakon):

$$\sigma = \frac{\Delta l}{l} E \quad \Delta l = \frac{\sigma \cdot l}{E} (mm)$$

σ (MPa) določena napetost v listu

F_1 (N) sila napenjanja lista

F_{cel} (N) sila napenjanja vseh listov v jarmu

S (mm²) površina nosilnega prereza lista

b (mm) širina lista

s_1 (mm) debelina

h (mm) višina zob

N (-) število listov v jarmu

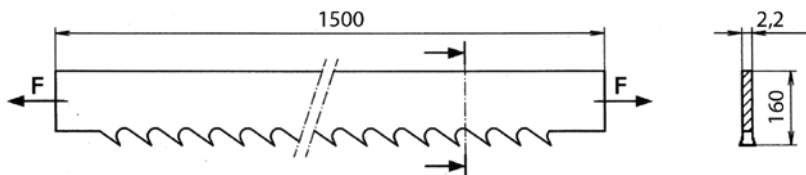
l (mm) dolžina lista

Δl (mm) podaljšek

E (MPa) elastični modul za jeklo
($E = 210\,000$ MPa)

Primer:

Žagin list polnojarmenika je debel 2,2 mm, širina lista je 160 mm, višina zob pa 25 mm. Dolžina lista je 1500 mm, predpisana napetost pa 280 MPa. V jarem je vpetih 7 žaginih listov. Izračunajmo: silo napenjanja, celotno silo in podaljšek.



Slika 136: Jarmeniški žagin list – primer (7.: 50)

$$S = (b - h) \cdot s_1 = (160 \text{ mm} - 25 \text{ mm}) \cdot 2,2 \text{ mm} = 297 \text{ mm}^2$$

$$F_1 = \sigma \cdot S = 280 \text{ N/mm}^2 \cdot 297 \text{ mm}^2 = 83\,160 \text{ N} = 83,16 \text{ kN}$$

$$F_{cel} = F_1 \cdot N = 83,16 \text{ kN} \cdot 7 = 582,12 \text{ kN}$$

$$\Delta l = \frac{\sigma \cdot l}{E} = \frac{280 \text{ N/mm}^2 \cdot 1500 \text{ mm}}{210\,000 \text{ N/mm}^2} = 2,0 \text{ mm}$$

5.1.9 Načini žaganja hloda

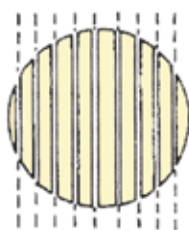
Hlod razžagamo glede na zahteve trga ali uporabnika (dimenzije, oblika, struktura žaganic ...). Pri tem upoštevamo vrsto, dimenzije, obliko, kvaliteto in strukturo hlodovine.

Osnovni načini razžagovanja so:

- enkratno žaganje,
- prizmiranje,
- razpolavljanje,
- četrtnsko (kartje) žaganje,
- žaganje za grede ali gredice.

Enkratno (ostro) žaganje

Hlod v celoti razžagamo pri enkratnem prehodu skozi polnojarmenik. Debelina žaganic je vnaprej določena z razporedom žaginih listov v jarmu. Uporablja se pri žaganju iglavcev in listavcev, praviloma za tanjšo hlodovino. Žaganice so nerobljene in različnih širin.



Slika 137: Enkratno žaganje – shema (X)

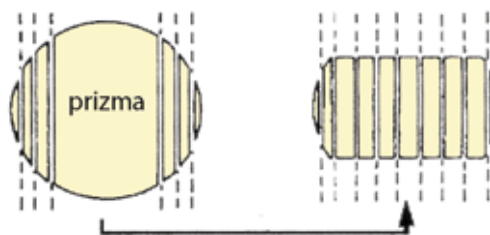


Slika 138 Enkratno žaganje (U. G.)

Prizmiranje

Način žaganja – prizmiranje – ima ime po prizmi. Prizma nastane, če hlodu odžagamo dva krajnika.

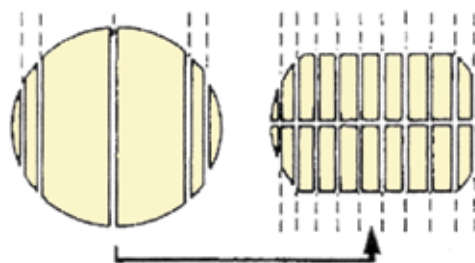
Pri prizmiranju hlod potuje dvakrat skozi jarmenik. V prvem prehodu hlod obžagamo samo ob dveh bokih. Tako nastane prizma. Pred drugim žaganjem se prizma obrne na bok (za 90°) in razžaga v žaganice, ki so ostrorobe – robljene.



Slika 139: Prizmiranje (X)

Prizmiranje se uporablja pri žaganju iglavcev. Žagalnica z večjo kapaciteto ima dva polnojarmenika postavljena diagonalno (med njima je razmik ~ 10 m). Prvi jarmenik obžaga hlod v prizmo, ki se obrne na širšo ploskev in takoj transportira na drug stroj, kjer se razžaga v robljene žaganice.

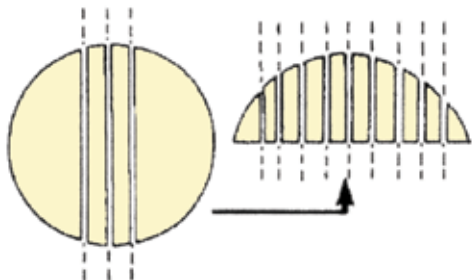
Na sliki 140 je prikazano žaganje (prizmiranje) debelejših ($d > 45$ cm) hlodov. Pri prvem žaganju hlod razpolovimo (prerežemo srce) in odžagamo krajnika. Nastali prizmi združimo in v drugem prehodu razžagamo na ostrorobe žaganice.



Slika 140: Prizmiranje debelejših hlodov (X)

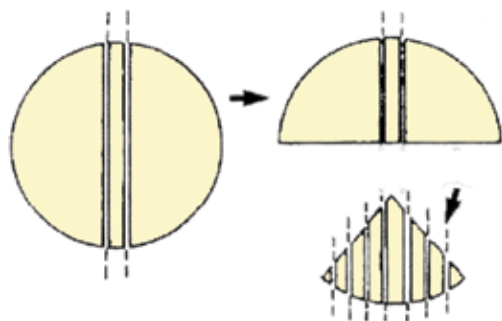
Razpolavljanje

Razpolavljanje se uporablja pri debelejših hlo-
dih za proizvodnjo kakovostnih žaganic (bleščic
in polbleščic). Najprej iz sredine izžagamo eno
ali več žaganic. Tako dobimo dve polovici. Polo-
vico pa nato razžagamo v žaganice.



Slika 141: Razpolavljanje (X)

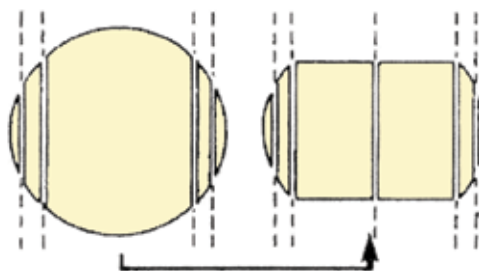
V razpolavljanje spada tudi **četrtnsko (kart-
je) žaganje** ali **zrcalno žaganje**. Hlod (večjega
premera) najprej razpolovimo (lahko izžagamo
tudi sredinsko desko). Nato polovici razpolovi-
mo in tako dobimo četrtine hloda trikotne ob-
like. Četrtno (quartier) razžagamo tako, da so
žaganice čim bolj radialne strukture (bleščice).
Na sliki 142 hlod razžagamo s šestkratnim pre-
hodom skozi polnojarmenik.



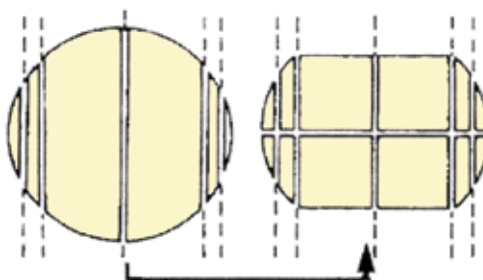
Slika 142: Četrtnsko žaganje (X)

Žaganje hlodov za grede

Tram ali greda, gredica in drugi konstrukcijs-
ki (gradbeni) sortimenti imajo pravokotni ali
kvadratni prerez. Obstaja več načinov razžago-
vanja. Pri hlodu manjšega premera samo od-
stranimo vse krajnike. Na sliki 143 sta prikaza-
na pogosta načina, če je hlod večjega premera.



a) gredi



b) gredice

Slika 143: Žaganje hlodov za gradbeni les (X)

*Opisane načine (zakovitosti) žaganja smo podali
za polnojarmenik.*

*Enake zakonitosti veljajo tudi za hlobovno trač-
no in krožno žago. Razlika je v tem, da se hlod ali
prizma razžaga z več prehodi skozi stroj. Način
žaganja lahko spremenimo takoj po odžaganem
sortimentu, če je to potrebno.*

5.1.10 Značilnosti razžagovanja hlodov s polnojarmenikom

- Velika zmogljivost*,
- žaganje ni prilagodljivo (fleksibilno), kar pomeni:
 - razpored žaginih listov (način žaganja) določimo po zunanjih značilnostih hloda in ga med žaganjem ne moremo spremeniti,
 - razpored žaginih listov se praviloma menja vsake 4 ure, zato je primerno za proizvodnjo večjih količin sortimentov enakih dimenzij, kar narekuje tudi velika zmogljivost stroja;
- svetla širina jarma določa maksimalni premer hloda, ki ga lahko žagamo,
- zahtevno sortiranje hlodovine po debelinskih razredih,
- enaka debelina žaganic po celi dolžini (listi ne zahajajo), vendar je površina žaganja bolj groba,
- žaganice debeline pod ~ 13 mm ni možno žagati,
- priprava žaginih listov je enostavna, menjava listov v jarmu pa traja določen čas,
- slabši izkoristek predvsem pri debelejših hlodih in hlodih s skupinami napak.

Polnojarmenik je v osnovi primeren za razžagovanje hlodov manjšega premera in večje dolžine ter za serijsko (nefleksibilno) proizvodnjo žaganega lesa, torej za razrez iglavcev.

*** Za ponazoritev bomo izračunali strojno zmogljivost ali kapaciteto.**

Kosovna kapaciteta:

$$K_N = \frac{v_p}{l} \quad l = l_1 + \Delta l$$

Volumenska kapaciteta:

$$K_V = K_N \cdot V$$

K_N (kos/h, kos/min)....strojna kosovna zmogljivost

K_V (m³/h).....strojna prostorninska zmogljivost

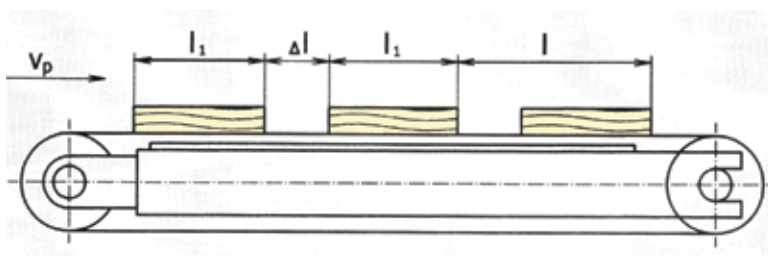
v_p (m/min).....podajalna hitrost

l (m).....razdalja med kosi

l_1 (m).....dolžina kosa

Δl (m).....presledek med kosi

V (m³).....prostornina hloda



Slika 144: Dolžine pri kapaciteti (7.: 113)

Primer:

Na polnojarmeniku žagamo hlode premera $D = 40$ cm in dolžine $L = 4,2$ m. Podajalna hitrost je $3,5$ m/min.

Izračunajmo kapaciteti!

Pri polnojarmeniku si sledijo hlodi s čelom na čelo, zato $l = l_1 = L$.

Kosovna kapaciteta:

$$K_N = \frac{v_p}{l} = \frac{3,5 \text{ m/min}}{4,2 \text{ m}} = 0,833 \text{ kos/min} = 50 \text{ kos/h}$$

Volumenska kapaciteta:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L = \frac{3,1416 \cdot (0,4 \text{ m})^2}{4} 4,2 \text{ m} = 0,528 \text{ m}^3$$

$$K_v = K_N \cdot V$$

$$K_v = 0,833 \text{ kos/min} \cdot 0,528 \text{ m}^3 = 0,44 \text{ m}^3/\text{min} = 26,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Če v izmeni žagamo 4 ure (ostalo so razne prekinitve), smo razžagali:

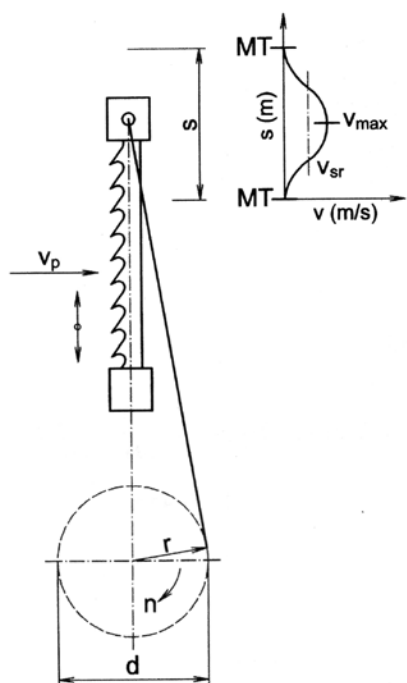
$26,3 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h} = 105 \text{ m}^3$ hlodov pri podani podajalni hitrosti ($3,5$ m/min). Podajalna hitrost je lahko za mehak les do 10 m/min, kar pomeni še precej večjo kapaciteto.

5.1.11 Žaganje

Žaganje nastane zaradi gibanja žaganih listov (jarma) in podajanja hloda. Žaganje je premočrtno, hitrost gibanja žag pa je neenakomerna.

Hitrost žaginih listov (žaganja) (slika 145)

Ko ročica (r) opiše pol kroga s premerom ($d = 2r$), se jarem z žagami premakne za dolžino giba (s) (iz spodnje v zgornjo mrtvo točko), pri zavrtitvi ročice za cel krog pa se jarem pomakne gor in dol. Hitrost premočrtnega gibanja jarma in listov (žaganja) je v skrajni legi – mrtvi točki (MT) enaka nič, potem se povečuje do sredine giba jarma (ročica opiše $\frac{1}{4}$ vrtljaja), kjer je maksimalna in enaka obodni hitrosti. Nato hitrost pojema in je v drugi mrtvi točki zopet enaka nič.



Slika 145: Hitrosti pri žaganju (7.: 145)

Obodna hitrost ročice je maksimalna hitrost žaganja:

$$v_o = v_{\max} = \pi \cdot d \cdot n$$

Srednjo hitrost, ki predstavlja hitrost žaganja, pa izračunamo:

$$v_{sr} = 2 \cdot s \cdot n$$

v_o (m/s).....obodna hitrost

$v_{\max}$ (m/s).....maksimalna hitrost žaganja

v_{sr} (m/s).....hitrost žaganja

d (m).....premer kroga, ki ga opiše ročica (r)

s (m).....delovni gib jarma

n (min^{-1}).....vrtilna hitrost ročičnega mehanizma

Hitrost žaganja je nizka, okoli 5 do 8 m/s, in neenakomerna, zato povzroča bolj grobo površino žagane ploskve.

Podajalna hitrost hloda

Podajalno hitrost navajamo pri neprekinjenem podajanju, pri prekinjenem pa podajanje na vrtljaj ali gib.

Izrazimo podajalno hitrost: $v_p = s_p \cdot n$

Podajanje na vrtljaj ali gib (s_p) je pomik hloda pri gibu jarma dol in gor oz. je to dolžina hloda, ki jo žagini listi prežagajo pri enem vrtljaju ročice, enačba:

$$s_p = \frac{v_p}{n}$$

v_p (m/min) podajalna hitrost hloda

s_p (mm) podajanje na gib (vrtljaj)

n (min⁻¹) vrtilna hitrost ročičnega mehanizma

Moč in sila odrezovanja (žaganja):

$$P_r = k_s \cdot a_l \cdot b \cdot v_p \cdot N$$

$$F_r = \frac{P_r}{v_{sr}}$$

P_r (W) moč odrezovanja

k_s (MPa) specifična sila odrezovanja

a_l (mm) višina odrezovanja

b (mm) širina odrezovanja

v_p (m/min) podajalna hitrost hloda

N (-) število žaginskih listov

F_r (N) sila odrezovanja

v_{sr} (m/s) hitrost žaganja

Za specifično silo odrezovanja pri žaganju z jarmenikom je v strokovni literaturi zelo malo podatkov. Navedli bomo podatek po *Beus-u*, da je $k_s \sim 40$ MPa. (*Taschenbuch der Holztechnologie* (1976). Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 520.)

Višina odrezovanja (a_l) je višina žaganja hloda, ki pa je različna. Maksimalna višina je enaka premeru kroga (hloda). Srednjo višino odrezovanja lahko določimo tako, da upoštevamo povprečno širino žaganic. Pri žaganju prizme ali pravokotnega sortimenta je to seveda njuna višina.

Širina odrezovanja (reža) (b) je debelina lista (s_l) z razperitvijo. Vibracije lista ne upoštevamo.

$$b = s_l + 2 \cdot \text{razperitev}$$

Primer 1:

Polnojarmenik ima vrtilno hitrost 310/min in dolžino giba jarma 550 mm. Podajanje hloda na vrtljaj gredi je 12 mm. V jarem je vpetih sedem žaginih listov, debeline 2,2 mm, z razperitvijo 0,7 mm. Specifična rezalna sila je 40 MPa.

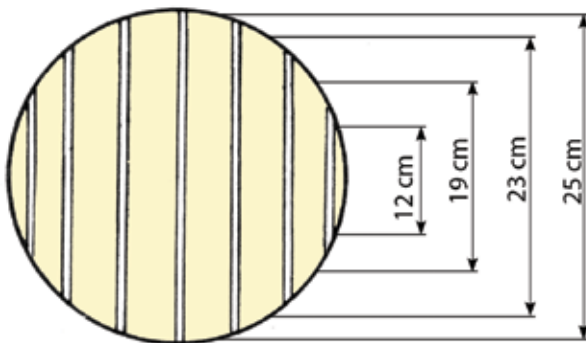
Žagamo hlod debeline 26 cm. Izmerili smo višino žaganja (širino žaganic), ki so kotirane na sliki (slika 146).

Izračunajmo: hitrost žaganja, maksimalno hitrost žaganja, podajalno hitrost, moč in silo odrezovanja.

$$v_{sr} = 2 \cdot s \cdot n = 2 \cdot 0,55 \text{ m} \cdot \frac{310}{60 \text{ s}} = 5,7 \text{ m/s}$$

$$v_{\max} = v_o = \pi \cdot d \cdot n = 3,14 \cdot 0,55 \text{ m} \cdot \frac{310}{60 \text{ s}} = 8,9 \text{ m/s}$$

$$v_p = s_p \cdot n = 0,012 \text{ m} \cdot 310/\text{min} = 3,72 \text{ m/min}$$



Slika 146: Določanje višine reza – primer 1 (S. K.)

$$a_l = \frac{250 \text{ mm} + 2 \cdot 230 \text{ mm} + 2 \cdot 190 \text{ mm} + 2 \cdot 120 \text{ mm}}{7} = 190 \text{ mm}$$

$$b = s_l + 2 \cdot \text{razperitev} = 2,2 \text{ mm} + 2 \cdot 0,7 \text{ mm} = 3,6 \text{ mm}$$

$$P_r = k_s \cdot a_l \cdot b \cdot v_p \cdot N$$

$$P_r = \frac{40 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 190 \text{ mm} \cdot 3,6 \text{ mm} \cdot \frac{3,72 \text{ m}}{60 \text{ s}} \cdot 7 = 11874,2 \text{ W} \approx 12 \text{ kW}$$

$$F_r = \frac{P_r}{v_{sr}} = \frac{11874,2 \text{ N m s}}{3,72 \text{ m s}} = 3192 \text{ N}$$

Primer 2:

Na obstoječem polnojarmeniku s tablice elektromotorja odčitamo vrtilno hitrost

$n_1 = 1440/\text{min}$ in izmerimo premer jermenice motorja $d_1 = 220$ mm. Nato izmerimo tudi premer gnane druge jermenice $d_2 = 580$ mm, premer tretje jermenice $d_3 = 520$ mm, premer zadnje (izhodne) $d_4 = 980$ mm in dolžino ročice $r = 225$ mm.

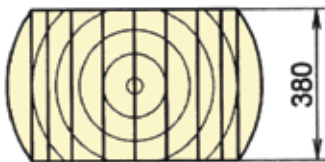
Podajalno hitrost odčitamo s prikazovalnika stroja $v_p = 2,5$ m/min.

Izmerimo tudi debelino lista 2,0 mm in razperitev 0,6 mm. V jarem pa je pritrjenih 9 listov. Višine prizme znaša $a_1 = 380$ mm.

Izberemo specifično rezalno silo $k_s = 35$ MPa.

Izračunajmo:

- vrtilno hitrost,
- hitrost žaganja,
- maksimalno hitrost jarma,
- podajanje na gib (vrtljaj),
- moč žaganja.



Slika 147: Žaganje prizme – primer 2 (S. K.)

Pri izračunu vrtilne hitrosti polnojarmenika si pomagajmo s sliko 116.

$$i_1 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{580 \text{ mm}}{220 \text{ mm}} = 2,64$$

$$i_2 = \frac{d_4}{d_3} = \frac{980 \text{ mm}}{520 \text{ mm}} = 1,88$$

$$i_{\text{cel}} = i_1 \cdot i_2 = 2,63 \cdot 1,88 = 4,95$$

$$i_{\text{cel}} = \frac{n_1}{n_3}$$

$$n_3 = \frac{1440/\text{min}}{4,95} = 291/\text{min} \approx 290/\text{min}$$

$$s = 2 \cdot r = 2 \cdot 225 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$$

$$v_{sr} = 2 \cdot d \cdot n_3 = 2 \cdot 0,45 \text{ m} \cdot \frac{290}{60 \text{ s}} = 4,35 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{max}} = \pi \cdot d \cdot n_3 = 3,14 \cdot 0,45 \text{ m} \cdot \frac{290}{60 \text{ s}} = 6,83 \text{ m/s}$$

$$v_p = s_p \cdot n_3$$

$$s_p = \frac{v_p}{n_3} = \frac{2,5 \cdot 1000 \text{ mm min}}{290 \text{ min}} = 8,62 \text{ mm}$$

$$b = s_l + 2 \cdot \text{razp.} = 2,0 \text{ mm} + 2 \cdot 0,6 \text{ mm} = 3,2 \text{ mm}$$

$$P_r = k_s \cdot a_l \cdot b \cdot v_p \cdot N$$

$$P_r = \frac{35 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot 380 \text{ mm} \cdot 3,2 \text{ mm} \cdot \frac{2,5 \text{ m}}{60 \text{ s}} \cdot 9$$

$$P_r = 15960 \text{ W} \approx 16 \text{ kW}$$

5.1.12 Pravila razporeda žaginih listov

V pogl. 5.1.8.2 smo obravnavali pritrnitev žaginih listov v razpored.

Listi se postavijo v razpored za določen premer hloda oz. za debelinski razred.

Debelinski razredi so predpisani, na primer debelinski razred je od 20 do 23 cm, od 24 do 27 cm ... Najboljši izkoristek bi dosegli v primeru, če bi sortirali hlode v razponu 1 cm, kar pa je v praksi težko izvedljivo.

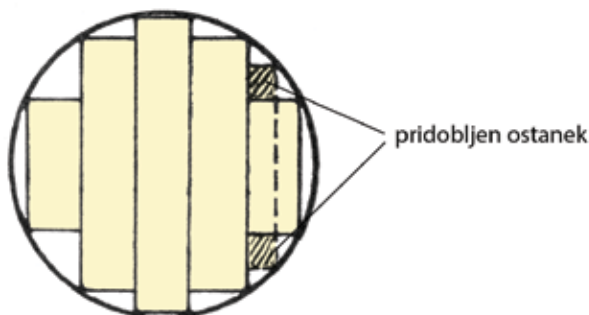
Upoštevamo:

- Za vse načine žaganja velja, da iz osrednjega (notranjega) dela hloda (približno 0,3 premera) izžagamo debelejšše žaganice. V osrednjem delu je cona zrelega, radialnega in polradialnega lesa, ki je najbolj kakovosten. Žaganice so skoraj enako široke, zato je pri robljenju ostanek neznaten.

Zaradi boljšega izkoristka in tudi slabše kakovosti lesa je iz bočnega (zunanjega) dela smotrno izžagati tanjše sortimente.

Dokaz:

namesto debelejšje žaganice na boku hloda izžagamo dve tanjši in tako pridobimo na izkoristku za šrafiran del (slika 148).

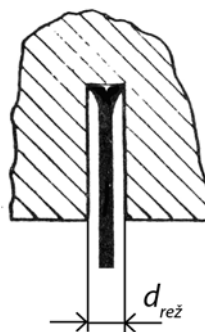


Slika 148: Vpliv debeline žaganic na izkoristek (S. K.)

- Pri žaganju žaganic (sortimentov) je priporočeno, da je srce praviloma prežagano, saj je to nekvaliteten les, ki rad poka. Žaganice s prežaganim srcem so kvalitetne.
- Če hlood žagamo z višjo vlažnostjo od 20 %, moramo sortimentom dodati nadmero.
- Hlood žagamo tako, da se pomika z debelejšim koncem (čelom) skozi polnojarmenik. Žage zažagajo na polno v les. Žagajo za lesnimi vlakni, kar ne povzroča zacepitve, in rez je bolj gladek.

Pri postopku določanja razporeda obravnavamo:

- režo,
 - nadmero,
 - premer hloda,
 - pravilo maksimalnega izkoristka.
- **Reža**
Pri določanju razporeda moramo ugotoviti debelino (širino) reže (odprtine), ki nastane pri žaganju. Žagalna reža je odvisna od debeline in razperitve ter vibracije lista. Pri rezanju žagin list vibrira, pri jarmeniških listih bomo upoštevali običajno vibracijo 0,2 mm.



Slika 149: Reža pri žaganju (S. K.)

Širino odrezovanja oz. debelino reže določa enačba:

$$d_{\text{rež}} = s_1 (\text{deb. lista}) + 2 \cdot \text{razperitev} + \text{vibracija}$$

Primer:

Žagin list ima debelino 2 mm, razperitev pa 0,6 mm. Razperitev se vedno poda samo na eno stran lista. Vibracija lista je 0,2 mm.

$$d_r = 2 \text{ mm} + 2 \cdot 0,6 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm} = 3,4 \text{ mm}$$

• Nadmera

V pogl. 3.4.2 smo spoznali, da standard SIST EN 1313-1:2010 predpisuje dimenzije žagarskih sortimentov pri referenčni vlažnosti lesa 20 %. Običajno se žagajo hlodi z višjo vlažnostjo ($u \geq 30 \%$), zato moramo predpisanim dimenzijam dodati nadmero (»prid, pridatek«), da se kompenzira izguba zaradi osušitve po debelini in tudi po širini sortimenta.

Ponovimo (pogl. 3.4.2):

Veljavni standard izračun krčenja malo poenostavi. Za vse vrste lesa in za radialno ter tangencialno krčenje poda enoten *diferencialni skrček/nabrek* $q = 0,25 \text{ \%/\%}$ ali odstotek krčenja $\beta = 7,5 \text{ \%}$.

Primer:

Za žaganico debelo 38 mm izračunajmo nadmero in debelino pri vlažnosti $\geq 30\%$.

Razlika vlažnosti:

$$\Delta u = 30\% - 20\% = 10\%$$

Diferecialni nabrek:

$$q = 0,25\%/ \%$$

Dejanski odstotek skrčka:

$$\beta_{\Delta u} = q \cdot \Delta u = 0,25\%/ \% \cdot 10\% = 2,5\%$$

$$\text{Nadmera} = \frac{d \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{38 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,95 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm}$$

Debelina žaganice pri vlažnosti 30 % (žaganju):

$$38 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 39 \text{ mm}$$

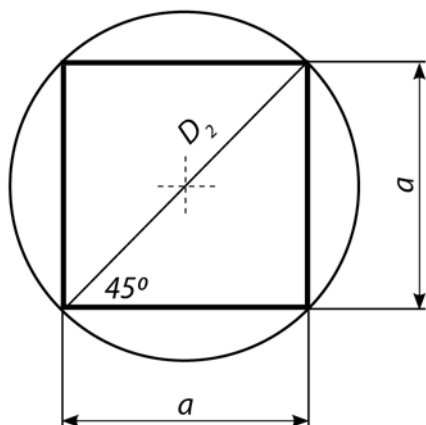
- Premer hloda**

Upoštevamo premer hloda na tanjšem koncu (D_2), da je žaganica ostroroba po celi dolžini. Zaradi boljšega izkoristka lahko predvidimo manjšo lisičavost – del bočne ploskve žaganice ni v celoti obžagan, ostane oblika hloda.

- Pravila maksimalnega izkoristka**

- *sortiment s kvadratnim prerezom*

Maksimalen izkoristek je, če iz hloda izžagamo sortiment s kvadratnim prerezom (slika 150).



Slika 150: Maksimalni kvadratni prerez (S. K.)

$$a = \sqrt{2} \cdot D_2 = 0,707 \cdot D$$

a (m).....stranica kvadrata (osnovna cona razporeda)

D_2 (m).....premer hloda (na tanjšem koncu)

D (m).....srednji premer hloda

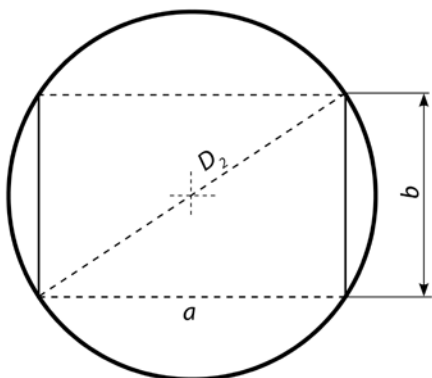
Primer:

Premer hloda na tanjšem koncu je 34 cm. Izračunajmo stranico trama kvadratnega preseka (brez lisičavosti) z upoštevanjem maksimalnega izkoristka.

$$a = 0,707 \cdot D_2 = 0,707 \cdot 34 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

- sortiment s pravokotnim prerezom (prizma)

Določimo dolžino osnovne cone razporeda (a), iz katere pridobimo žaganice ali širino zadnje zunanje žaganice (b). Premer hloda na tanjšem koncu (D_2) je znan. Po Pitagorovem izreku izračunamo manjkajoči podatek (slika 151).



Slika 151: Določanje cone žaganic (S. K.)

$$D_2^2 = a^2 + b^2$$

D_2 (m)...premer hloda na tanjšem koncu

a (m).....dolžina osnovne cone razporeda

b (m).....širina zadnje zunanje žaganice ali
višina prizme

Pri določanju dolžine osnovne cone razporeda si pomagamo s podatkom, da je realna dolžina $a \approx$ od 0,8 do 0,9 D_2 .

Pri prizmiranju je odločilna širina žaganic, ki jih želimo pridobiti.

Primer:

Borov hlod ima premer 30 cm na tanjšem koncu. Žagamo ga v obliko prizme. Izračunali bomo osnovno cono razporeda žag in višino prizme. Predpostavimo: $a = 0,9 D_2$.

$$a = 0,9 \cdot D_2 = 0,9 \cdot 30 \text{ cm} = 27 \text{ cm}$$

$$D_2^2 = a^2 + b^2$$

$$b = \sqrt{D_2^2 - a^2} = \sqrt{(30 \text{ cm})^2 - (27 \text{ cm})^2} = 13,1 = 13 \text{ cm}$$

• Zapis razporeda

Razpored pišemo kot ulomek. V števcu je število žaganic, v imenovalcu pa debelina žaganic.

Razpored žag je praviloma simetričen, kar pomeni, da so razdalje od sredine jarma širine enake na levi in desni strani. Zapis razporeda je lahko podan samo za polovico hloda oz. osnovne cone.

Primer zapisa (polovica): $\frac{1}{24}, \frac{3}{38} \dots$

Prvi ulomek pomeni, da je ena žaganica v razporedu debela 24 mm, drugi pa da so tri žaganice debele 38 mm.

Na navedenih dejstvih določanja razporeda temeljijo matematični postopki za ugotavljanje optimalnega razporeda žag oz. maksimalnega izkoristka hloda. Pri večjem številu žag, raznih načinov žaganja in upoštevanju zahtevanih dimenzij je določanje razporeda precej zahtevno. Danes obstajajo računalniški programi, ki predvidijo različice z najboljšim izkoristkom.

5.1.12.1 Določanje razporeda

Pri določanju razporeda moramo seveda upoštevati zahteve kupcev oz. potrebe po žaganicah glede debeline, širine in tudi kvalitete.

Primer:

Žagamo vlažne smrekove hlope premera $D = 35 \text{ cm}$ in dolžine $l = 4 \text{ m}$. Debelina lista je 1,8 mm, razperitev pa 0,5 mm. Potrebujemo deske debeline 20, 24, 28 in 38 mm.

Določimo razpored žaginih listov s čim boljšim izkoristkom.

Najprej izračunajmo premer na tanjšem koncu (D_2). Premer (D) je podan na sredini hloda, za padec premera (pp) pa vzamemo 1 cm/m (polnolesno deblo).

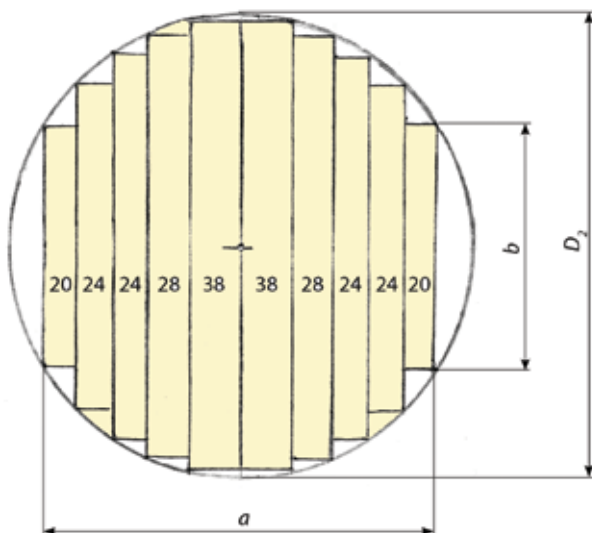
$$D_2 = D - pp \cdot \frac{l}{2}$$

$$D_2 = 35 \text{ cm} - 1 \text{ cm/m} \cdot \frac{4 \text{ m}}{2} = 33 \text{ cm}$$

Izračunajmo režo:

$$d_{\text{rež}} = 1,8 \text{ mm} + 2 \cdot 0,5 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm} = 3,0 \text{ mm}$$

Glede na premer hloda, na število zahtevanih žaganic in zgoraj zapisana pravila razporeda žaganice razporedimo, kot kaže slika 152.



Slika 152: Razpored žaganja – primer (S. K.)

Zapis razporeda (polovičen):

$$\frac{1}{20}, \frac{2}{24}, \frac{1}{28}, \frac{1}{38}$$

Izračun nadmere pri vlažnosti 30 %:

Razlika vlažnosti:

$$\Delta u = 30\% - 20\% = 10\%$$

Diferencialni skrčec/nabrek

$$q = 0,25\%/ \%$$

Dejanski odstotek skrčka:

$$\beta_{\Delta u} = q \cdot \Delta u = 0,25\%/ \% \cdot 10\% = 2,5\%$$

$$\text{Nadmera}_{20} = \frac{d \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{20 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,5 \text{ mm}$$

$$\text{Nadmera}_{24} = \frac{d \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{24 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,6 \text{ mm}$$

$$\text{Nadmera}_{28} = \frac{d \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{28 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,7 \text{ mm}$$

$$\text{Nadmera}_{38} = \frac{d \cdot \beta_{\Delta u}}{100} = \frac{38 \text{ mm} \cdot 2,5\%}{100\%} = 0,95 \text{ mm} \approx 1 \text{ mm}$$

Srce hloda bomo prežagali. Žagin list je torej natančno na sredini jarma, razpored žag je simetričen. Nadmero smo izračunali in jo v primeru upoštevamo. (V literaturi in praksi za nadmero obstajajo različni empirični podatki.)

Zaradi boljšega vpogleda bomo rezultate napisali v obliki preglednice.

Preglednica 23: Zapis polovice osnovne cone razporeda

Debelina desk (mm)	Število desk	Reža (mm)	Nadmera – izračun (mm)	Skupaj (mm)
20	1	3	0,5	23,5
24	2	3	0,6	55,2
28	1	3	0,7	31,7
38	1	3 : 2 = 1,5 mm*	1,0	40,5
				150,9

* Reža na sredini odpade na obe žaganici.

Osnovna cona: $a = 150,9 \text{ mm} \cdot 2 = 301,8 \text{ mm}$

Izračunajmo še širino (b) zadnje zunanje žaganice:

$$D_2^2 = a^2 + b^2$$

$$b = \sqrt{D_2^2 - a^2} = \sqrt{(33 \text{ cm})^2 - (30,18 \text{ cm})^2} = 13,5 \text{ cm}$$

Vprašanja in naloge:

- Po svoji izbiri obravnavajte vsaj pet sestavnih delov polnojarmenika in jih skicirajte. Navedite njihove značilnosti, npr. pojasnite vlogo vodil za kvalitetno žaganje.
- Kakšno delo opravljata voziček in vodilo prizme polnojarmenika?
- Navedite faze (postopke) za namestitev listov v jarem. Za vsako fazo opredelite pomembno nalogo ali kakšno značilnost.
- Žagin list polnojarmenika je debel 1,8 mm, širina lista je 140 mm, višina zob pa 20 mm. Dolžina lista je 1450 mm. S hidravliko list napnemo s silo 70 kN. V jarem je vpetih dvanajst žaginih listov. Elastični modul je 210000 MPa.

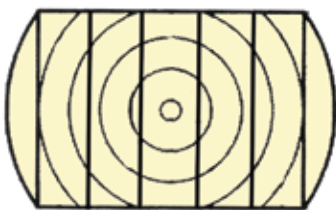
Izračunajte:

- napetost v listu (rezultat: 324 MPa),
- podaljšek (rezultat: 2,24 mm) in
- celotno silo (rezultat: 840 kN).

5. S polnojarmenikom razžagujemo borovo prizmo kvadratnega prereza. Debelina lista je 1,8 mm, razperitev pa 0,6 mm. Vrtilna hitrost ročičnega mehanizma znaša 300/min. Polmer kroga, ki ga opiše ročica mehanizma, meri 280 mm. Podajanje na gib je 10 mm. Žaganice so debeline 40 mm. Specifična sila žaganja je 42 MPa. Vibracije lista so 0,2 mm. Število rezov in žaginih listov je razvidno s slike 153.

Izračunajte:

- stranico kvadratne prizme (rezultat: $a = 212,8$ mm, reže na obeh bokih ne upoštevamo),
- premer hloda na tanjšem koncu (rezultat: $D_2 = 300,9$ mm = 31 cm),
- podajalno hitrost (rezultat: $v_p = 3$ m/min),
- hitrost žaganja in maksimalno hitrost jarma (rezultat: $v_{sr} = 5,6$ m/min, $v_{max} = 8,8$ m/min),
- moč žaganja (rezultat: $P_r = 8044$ W).

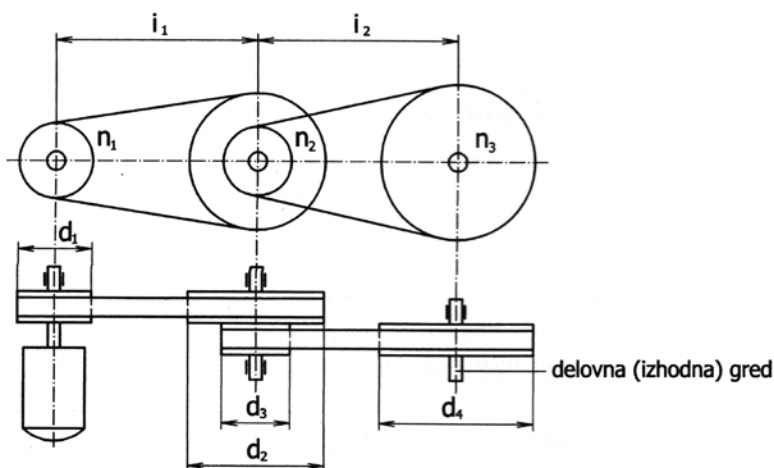


Slika 153: Žaganje prizme – naloga 4 (S. K.)

6. Celotno prestavno razmerje dvostopenjskega jermenskega gonila polnojarmenika je 4,6. Elektromotor ima jermenico premera 180 mm in vrtilno hitrost 1440/min. Premer druge (gnane) jermenice je 560 mm, premer zadnje (izhodne) pa 850 mm.

Izračunajte:

- obe delni prestavni razmerji (rezultat $i_1 = 3,11$; $i_2 = 1,48$),
- vrtilno hitrost druge jermenice (rezultat $n_2 = 463/\text{min}$),
- premer tretje jermenice (rezultat $d_3 = 574 \text{ mm}$),
- vrtilno hitrost polnojarmenika (rezultat $n_3 = 313/\text{min}$).



Slika 154: Jermensko dvostopenjsko gonilo – naloga 6 (5.: 115)

7. Skicirajte in navedite bistvene značilnosti načinov žaganja hloda.

8. Definirajte razpored listov, navedite in opišite pravila razporeda.

9. Z žaganjem smrekovih hlodov, dolgih 3,5 m, želimo pridobiti deske, široke 16 cm. Upoštevali bomo maksimalni izkoristek.

Izračunajte premer hloda na tanjšem koncu in srednji premer.

Rezultat: $D_2 = 22,6 \approx 23 \text{ cm}$; $D = 24,7 \approx 25 \text{ cm}$.

10. Žagamo prizmo širine 44 cm. Izračunajte premer hloda na tanjšem koncu in višino prizme.

Izberemo: $a = 0,9 D_2$.

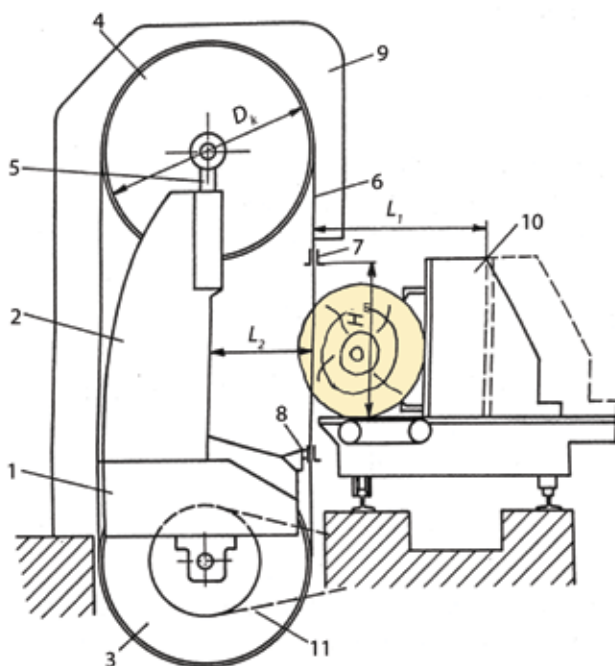
Rezultat: $D_2 = 49 \text{ cm}$; $b = 21,5 \text{ cm} \approx 21 \text{ cm}$.

5.2 Vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj

Vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj (pogovorno: hlodarka, brenta) je osnovni žagarski stroj. Z njim razžagujemo hlope v žaganice in druge sortimente žaganega lesa ter krojimo hlope v prizme za proizvodnjo rezanega furnirja.



Slika 155: Vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj (X)



- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1 – temeljna plošča | |
| 2 – stojalo | 7 – zgornje vodilo lista |
| 3 – spodnji kolot (pogonski) | 8 – spodnje vodilo lista |
| 4 – zgornji kolot (gnani) | 9 – zaščitni okrov |
| 5 – napenjalna naprava | 10 – voziček |
| 6 – žagin list | 11 – jermensko gonilo |

Slika 156: Vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj – shema (4.: 23)

Na sliki 156 so prikazani sestavni deli stroja. V temeljno ploščo (1) je uležajen spodnji pogonski (gonilni) kolut (3), na stojalu (2) pa zgornji gnani (napenjalni) kolut (4). Tračni žagin list (6) je spojen v obroč in napet med gonilnim in gnanim/napenjalnim kolutom. Pogonski motor prek klinastega jermenskega gonila (11) poganja spodnji kolut, ta pa prek žaginega lista zgornji kolut. Vodila tračnega lista (7, 8) zagotavljajo kvaliteten odrez.

Širok žagin list (trak) se giblje po obodu vrtečih se kolutov in žaga hlod, ki je pritrjen na vozičku (10).

Voziček s hlodom se giblje (podajalno gibanje) po tirnicah proti žaginemu traku tako, da nastane premočrtno žaganje. Odžaga se ena žaganica, nato se voziček s hlodom vrne v osnovni položaj, od koder se začne novi rez.

Po odrezu pade žaganica sama na transporter žagalnice, ki jo odpelje na nadaljnjo predelavo.

Osnovni tehnični podatki (glejte sliko 156):

- Premer koluta D_k 1100 do 2500 mm
(Iz tega podatka sledi največji premer hloda, ki ga lahko žagamo.)..... $D \approx D_k - 100 \text{ mm}$
- Maksimalna višina reza H_m $H_m \approx D_k$
- Maksimalni prehod L_1 $L_1 \approx D_k - 50 \text{ mm}$
- Maksimalna debelina žaganice L_2 $L_2 \sim D_k/2$
- Hitrost žaganja v_o 30 do 45 m/s
- Podajalna hitrost v_p 0 do 100 m/min
- Pogonska moč P do 100 kW

5.2.1 Ohišje

Ohišje stroja sestavljata temeljna plošča (podstavek) in stojalo.

Temeljna plošča

Temeljna plošča je fiksirana na betonski temelj, nanjo pa se pritrdi stojalo. Izdelana je iz sive litine. Temeljna plošča nosi ležaja gredi spodnjega koluta, spodnje vodilo lista, zaščitni okrov, zavoro in odsesovalno ustje.

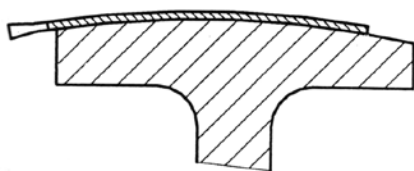
Stojalo

Stojalo nosi zgornji kolut, mehanizem za napenjanje in uravnavanje teka lista, zgornje vodilo lista, napravo za čiščenje kolutov in zaščitni okrov. Zavarjeno je iz jeklenih delov.

5.2.2 Koluta

Spodnji in zgornji kolut sta zelo pomembna dela stroja. Izdelana sta iz posebno kvalitetne sive litine ali pa sta varjena in toplotno obdelana – normalizirana. Trdno sta nasajena na gred, ki se vrti v valjčnih ležajih. Venec koluta je gladek in običajno bombiran.

Zgornji kolut (napenjalni) se prosto vrti. Pri zamenjavi žaginega lista se zgornji kolut spusti, nato pa dvigne, da se trak napne. Lahko se tudi nagiba in tako uravnava pravilen tek žaginega lista preko kolutov. Ozobljen del lista mora teči zunaj koluta (slika 157).



Slika 157: Bombiran venec koluta in lega žaginega lista (11.: 175)

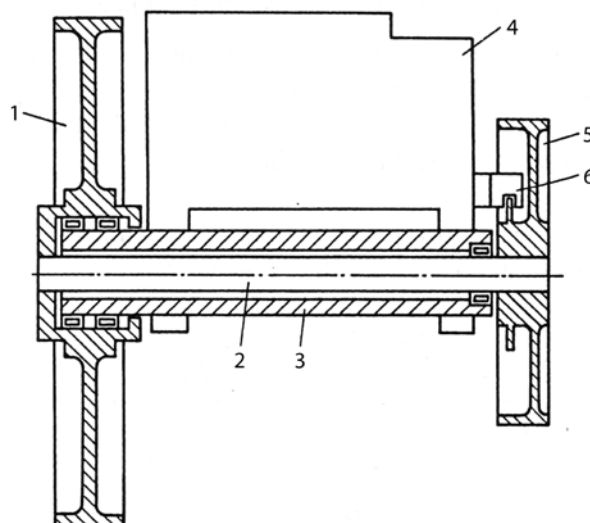


Slika 158: Zgornji kolut (X)

Spodnji kolut (pogonski) je težji kot zgornji in ima vlogo vztrajnika, da zateguje delovni krak traka, da je tek traku miren.

Posebno vgraditev spodnjega koluta kaže slika 159. Pogonska gred je v cevastem pestu. Tako prevzame torzijsko, cevasto pesto pa upogibno obremenitev.

Kolutna ali disk zavora služi za hitro zaustavitev stroja. Zavorni ploščici sta stiskani ob disk hidravlično ali pnevmatično.



- 1 - spodnji kolut
- 2 - pogonska gred
- 3 - cevasto pesto
- 4 - temeljna plošča
- 5 - pogonska jermenica
- 6 - disk zavora

Slika 159: Vgraditev spodnjega koluta (4.: 25)

Naprava za čiščenje kolotov

Čistilna naprava čisti kolut. S tem preprečuje, da bi žagovina prišla med žagin trak in kolut. Kolut se tudi maže, npr. s petrolejem, da se drevesna smola ne prime na venec koluta. Na sliki 158 je vidna naprava za čiščenje zgornjega koluta.

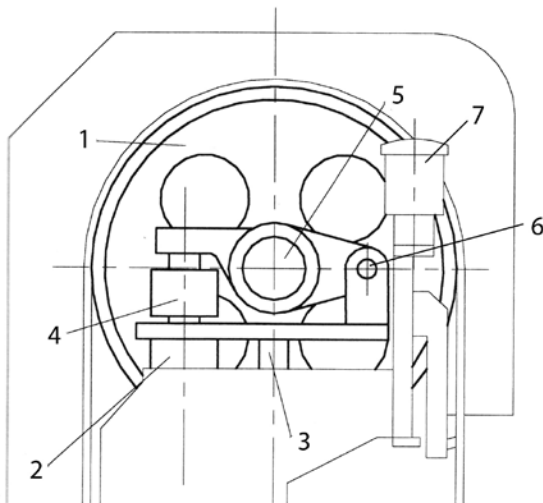
5.2.3 Napenjalna naprava

Pri žaganju mora biti žagin list (trak) napet z ustrezno veliko silo, da se ustvari dovolj veliko trenje za prenos moči pri sili žaganja. Zgornji kolut je pritrjen na poseben nosilec, da je vertikalno pomičen po stojalu, saj tako napenja žagin list. Sila napenjanja se lahko uravnava, da lahko dosežemo pravilno napetost lista.

Starejši vertikalni tračni hlodovni stroji so imeli napenjanje lista preko vzvoda in sestavljene uteži. Sodobni tračni stroji imajo napenjanje s hidravlično napravo.

5.2.3.1 Hidravlična napenjalna naprava

S hidravlično napravo napnemo list s točno določeno silo, in sicer z uravnavanjem tlaka hidravličnega olja.



- 1 – zgornji (napenjalni) kolut
- 2 – vodilo
- 3 – hidravlični valj za dvig in spust koluta
- 4 – hidravlični valj za nastavitev napenjalne sile
- 5 – ležaj koluta
- 6 – sornik
- 7 – elektromotor za nastavitev zgornjega vodila lista

Slika 160: Hidravlična napenjalna naprava
(11.: 173)

Zgornji (napenjalni kolut) je konzolno uležajen (5) (slika 160). Ležišče ležaja na eni strani podpira sornik (6), na drugi strani pa hidravlični valj za nastavitev napenjalne sile (4).

Hidravlični delovni valj (3) dviga in spušča celoten napenjalni sklop po okroglem vodilu (2).

Gib bata valja napenjalnega sklopa je okoli 150 mm. Z njim dosežemo prednapetost lista. Nato uravnamo pravilen tek žaginega lista, kar dosežemo z nagibanjem koluta. Žagin list dokončno napnemo z napenjalnim batom (4). Gib napenjalnega bata je samo nekaj milimetrov, tlak hidravličnega olja pa lahko spreminjamo. Tako nastavimo želeno napenjalno silo.

Nagibanje zgornjega koluta dosežemo z obračanjem posebnega navojnega vretena. Kolut se nagiba za majhen kot $\sim 0,2^\circ$, kar zadostuje za pravilen tek lista (slika 157).

Naprava ima hidravlični agregat, zahtevno krmilje in akumulator olja za konstanten tlak. Ko stroj ne žaga, tlak olja in s tem sila napenjanja lista popusti.

5.2.3.2 Izračun sile napenjanja

Predpisana napetost žaginega lista (σ) je od 100 do 200 MPa, kar je odvisno od navodila proizvajalca stroja. Če je napetost prevelika, list počí; če je premajhna, list zahaja. Napetost lista mora biti konstantna. Širina lista se namreč zmanjša zaradi brušenja. Da ostane napetost nespremenjena, moramo zmanjšati silo napenjanja.

Pri hidravličnem napenjanju silo uravnavamo s tlakom hidravličnega olja.

Parametre pri napenjanju žaginega lista bomo izračunali iz enačbe za napetost. Iz slike 161 so razvidne sile napenjanja.

$$\sigma = \frac{F_1}{S}$$

$$F = 2F_1$$

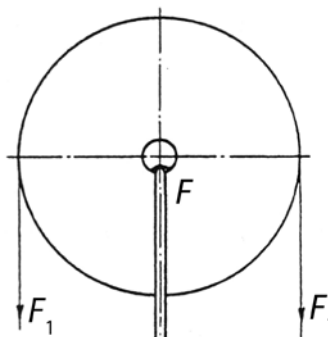
$$S = (b - h) \cdot s_l$$

σ (MPa).....napetost lista

F (N).....celotna sila napenjanja

F_1 (N).....sila napenjanja lista

S (m²).....nosilni prerez lista je prikazan na sliki 135



Slika 161: Sile napenjanja (4.: 27)

Primer:

Žagin list je širok 140 mm, debel 1,4 mm, višino zob pa ima 15 mm. Zahtevana napetost je 180 MPa. Hidravlični valj za nastavitev napenjalne sile ima premer 150 mm.

Izračunajmo silo napenjanja (glejte sliko 161) in potreben tlak hidravličnega olja:

- pri navedenih podatkih,
- po obrusitvi lista za 15 mm.

a)

$$\sigma = \frac{F_1}{S}$$

$$S = (b - h) \cdot s_l$$

$$S = (140 \text{ mm} - 15 \text{ mm}) \cdot 1,4 \text{ mm} = 175 \text{ mm}^2$$

$$F_1 = \sigma \cdot S = 180 \text{ N/mm}^2 \cdot 175 \text{ mm}^2 = 31500 \text{ N}$$

$$F = 2F_1 = 2 \cdot 31500 \text{ N} = 63000 \text{ N}$$

Celotno silo napenjanja mora ustvariti hidravlični delovni valj. Izračun poznamo iz knjige *Strojni deli in stroji v lesarstvu*.

Sila hidravličnega valja (F_b):

$$F_b = p \cdot S_b \text{ sledi tlak } p = \frac{F_b}{S_b} \text{ in velja } F_b = F$$

$$S_b = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (150 \text{ mm})^2}{4} = 17662,5 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{63000 \text{ N}}{17662,5 \text{ mm}^2} = 3,57 \text{ N/mm}^2 = 35,7 \text{ bar}$$

- b) širina lista: $b = 140 \text{ mm} - 15 \text{ mm} = 125 \text{ mm}$

$$S = (b - h) \cdot s_l$$

$$S = (125 \text{ mm} - 15 \text{ mm}) \cdot 1,4 \text{ mm} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_1 = \sigma \cdot S = 180 \text{ N/mm}^2 \cdot 154 \text{ mm}^2 = 27720 \text{ N}$$

$$F = 2F_1 = 2 \cdot 27720 \text{ N} = 55440 \text{ N}$$

$$p = \frac{55440 \text{ N}}{17662,5 \text{ mm}^2} = 3,14 \text{ N/mm}^2 = 31,4 \text{ bar}$$

Pri popolnoma natančnem izračunu je potrebno upoštevati še težo koluta in izgube v hidravličnem valju.

5.2.4 Vodila žaginega lista

Vodilo je nameščeno pod hlodom – **spodnje** in nad hlodom – **zgornje** vodilo lista (slika 156 in 162).

Vodili bočno vodita list. Tako zmanjšata nihanje lista, kar ima velik pomen za kvaliteto žaganje.

Spodnje vodilo je fiksno. Zgornje vodilo se lahko dviga in spušča glede na debelino hloda. Namestimo ga čim bližje hlodu. Vodilo premikamo s posebnim elektromotorjem in navojnim vretenom, ki sta nameščena na ogrodju. Krmilimo ga z delovnega mesta vodje stroja.

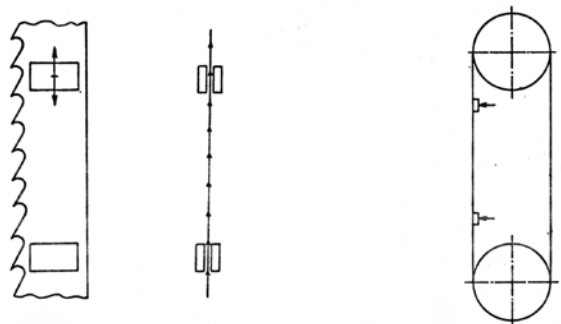
Vodilo je ploščato. Žagin list se vrti in drgne ob vodilo (drsno trenje). Ploščice vodila so iz ustrezne umetne snovi z malim koeficientom trenja in odporne na temperaturo (npr. grafit).

Razlikujemo:

- dvostransko in
- enostransko vodilo.

Dvostransko vodilo je nameščeno na vsaki strani lista (slika 162a), ploščici sta odmaknjeni od lista do 0,5 mm.

Enostransko ali bočno vodilo je izvedeno kot tlačno (slika 162b), ki pritiska (napenja) list od znotraj navzven, da je list bolj tog.



a) dvostransko

b) enostransko

Slika 162: Vodilo žaginega lista (4.: 28)

Pri mizarski tračni žagi je vodilo lista sestavljeno iz dveh valjčkov, ki bočno vodita list in ploščatega hrbtnega vodila, ki preprečuje zdrs lista s koluta. Pri tračni hlodovni žagi je sila napenjanja tako velika, da zdrs lista ni mogoč oz. list prej počí.

5.2.5 Zaščitni okrov in pomožne naprave

Zaščitni okrov mora v celoti ščititi žagin trak – razen dela, kjer žaga. Tako se prepreči dotik in se varuje okolica v primeru, ko se list strga. Spodnji, zgornji kolut in stranska zaščita so v posebnem okrovu z vratci, ki omogočijo zamenjavo lista.

Tračni žagalni stroj je lahko zelo nevaren. Zato je pomembno, da so zaščitene naprave brezhibne in stalno nameščene.

Pomožne naprave

Med pomožne naprave uvrščamo opremo, s katero se mehanizirajo in avtomatizirajo določene operacije, da stroj žaga nemoteno in bolj kakovostno.

Predžaga je delovni agregat s krožnim žaganim listom, ki žaga pred tračnim žaganim listom.

Zareže približno do 1 cm globoko. S tem odstrani razne tujke (npr. kamenčke) na površini (lubju) hloda. Tako varuje dolg in drag tračni list pred poškodbami zob in topostjo. Predžaga se postavi v delovni položaj pred začetkom žaganja – skratka je krmiljena in deluje skladno z glavnim žaganjem.

Testirna naprava stalno meri odklon žaginega lista od ravnine žaganja. S tem kontroliramo natančnost debeline odžaganega sortimenta, saj je debelina natančna, če žagin list teče pravilno in ne zahaja.

Varovalna stikala preprečijo razne poškodbe stroja ali delavca. Npr., da bi s kavli vozička pri žaganju bočnega dela hloda zadeli žagni list ali pri zdrsu hloda na vozičku pri gibanju nazaj zadeli hrbet žaginega lista ...

5.2.6 Voziček

Na vozičku se hlod pritrdi v najprimernejšo lego in nastavi glede na želeno debelino žaganice. Sledi pomik vozička proti žagi, in začne se žaganje. Ko se žaganica odžaga, sama pade na valjčni transporter. Pri povratnem gibu vozička se hlod avtomatsko pomakne od žaginega traka (za 12 mm), saj se hitro vrne v izhodiščni položaj, kjer se hlod ponovno nastavi na naslednjo želeno debelino žaganice.

Voziček je podajalna naprava. Od njega sta odvisni kapaciteta in kvaliteta žaganja. Izdelan je iz masivne jeklene in litoželezne konstrukcije. Mora biti težak, da zagotavlja stabilnost pri žaganju.



Slika 163: Voziček (X)

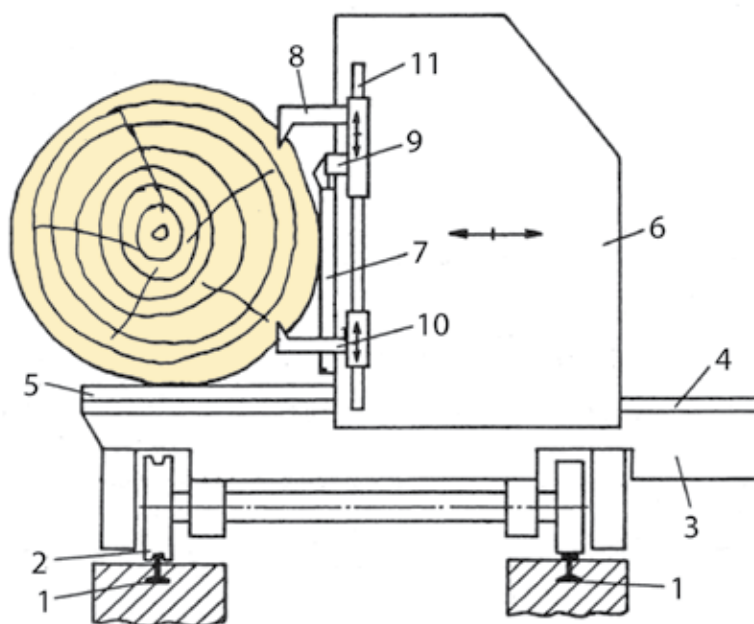
Na sliki 163 je poleg vozička delno prikazan prečni verižni transporter za dovoz hlodov na voziček. Izmetalnik v položaju na sliki dovoli zakotalitev hloda na voziček. V dvignjeni legi pa to preprečuje.

Zgradba vozička in njegovi sestavni deli so razvidni iz slike 164.

Okvir vozička (3) je zgrajen iz jeklenih profilov. Na okvirju so vodila in mehanizem za pomik pokončnih prislonov hloda (6). Podvozje je sestavljeno iz več parov tirnih koles (2).

Tirnici (1) sta vgrajeni v tla žagalnice. Morata biti popolnoma ravni in horizontalno položeni, saj je hlod med žaganjem na vozičku.

Natančnost izdelave koles in tirnic vpliva neposredno na natančnost žaganja. Metlica pred kolesi očisti tirnici, saj na tirnici vsaka smet povzroči tresenje vozička.



- | | |
|---------------------------|---|
| 1 – tirnica | 7 – podložna letev prislona |
| 2 – tekalno kolo | 8 – zgornji kavelj za hlod |
| 3 – okvir | 9 – zgornji kavelj za prizmiran hlod (daljši) |
| 4 – vodila prislona | 10 – spodnji kavelj |
| 5 – podložna letev okvira | 11 – vodilo kavlja |
| 6 – pokončni prslon | |

Slika 164: Shema vozička (4.: 30)

Pokončni prslon vozička služi za bočni naslon hloda. Z njim prečno premaknemo hlod v položaj za žaganje.

Na vozičku so trije ali štirje pokončni prsloni, ki se po vodilih premikajo po širini vozička (prečno na os vožnje). Vsak prslon nosi vpenjalne kavlje, ki pritrdijo hlod. Kavlja se premikata po vodilih prislona. Hlod stisneta preko vijačnega vretena, pnevmatičnega ali hidravličnega delovnega valja. Sila vpenjanja hloda se lahko uravnava.

Pokončni prslon se prečno premika po vodilih ogrodja z zobato letvijo ali navojnim vretenom, ki ga poganja poseben elektromotor ali hidromotor. Vodila se mažejo s prisilnim obtokom olja. Prečni premik prislona pomeni pozicioniranje hloda na želeno debelino žaganice, ki jo bomo odžagali, zato mora biti natančen.

Voziček ima dovod električne energije z električnim kablom, ki je ustrezno zaščiten in fleksibilen. Nosi hidravlično in električno napravo s potrebnimi ventili, napeljavo in elektromotorji.

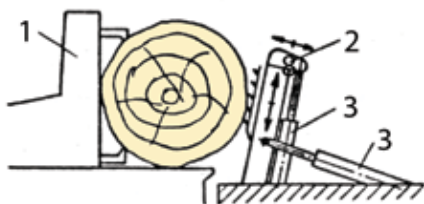
Pogon vozička je lahko urejen na različne načine. Hitrost podajanja se mora brezstopenjsko uravnavati. Pri počasnejših vozičkih se za pogon uporablja zobata letev, ki je pritrjena pod okvir vozička. V zobato letev prijemlje zobnik. Žene ga elektromotor prek brezstopenjskega gonila. Hitrejše vozičke vleče po tirnicah jeklena vrvi, ki se navija na vrvi bobn. Vrvni bobn lahko poganja hidravlično brezstopenjsko gonilo ali enosmerni elektromotor, ki mu uravnava vrtilno hitrost.

Hitrost vozička pri vračanju (povratni gib) je običajno dvakrat večja kot pri žaganju.

Obračalnik hloda ima nalogo, da obrne hlod na vozičku. Namesti ga v najboljši položaj za žaganje. Obračalnik tudi pritiska hlod ob pokončni prislon, dokler ga ne primejo kavli.

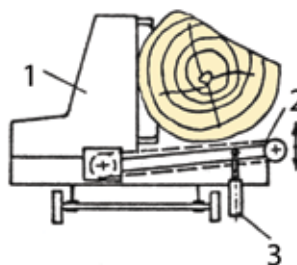
Obstajata dva različna tipa obračalnika:

- Pokončni obračalnik hlodov (niger), nameščen v tla pred vozičkom. Pri nakladanju hloda na voziček je spuščen, nato pa se s hidravličnim cilindrom dvigne in nagiba ter tako z zobčastim delom obrača hlod (slika 165a).
- Verižni obračalnik je običajen pri današnjih strojih, vgrajen na voziček poleg vsakega prislona. Zgrajen je iz verige z zobci, ki se lahko dviga ali spušča (slika 165b) in manipulira s hodom.



- 1 – pokončni prislon vozička
2 – pokončni obračalnik
3 – hidravlični ali pnevmatični delovni valj

a) pokončni obračalnik (niger)

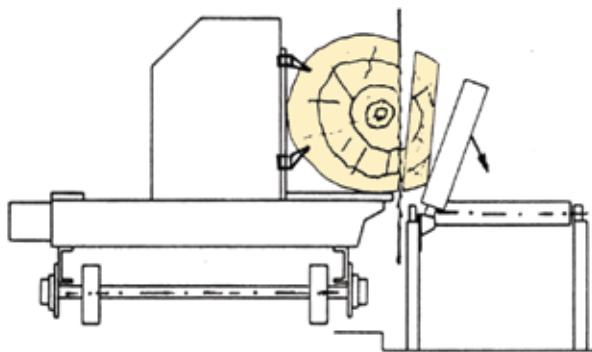


- 1 – pokončni prislon
2 – verižni obračalnik
3 – hidravlični delovni valj

b) verižni obračalnik

Slika 165: Obračalnik hloda (4.: 32)

Zadrževalnik žaganic zadrži odžagano žaganico ali težji sortiment, da direktno ne pade na valjni transporter. Žaganica bi pri padcu na transportne valje lahko počila ali poškodovala transporter. Med valji transporterja je nameščeno več zadrževalnih drog, ki se dvigujejo s pnevmatskim ali hidravličnim delovnim valjem, zadržijo odžagani sortiment in ga počasi spustijo na valje.



Slika 166: Zadrževalnik žaganic (12.: 191)

5.2.7 Krmilna naprava

S krmilno napravo vodimo nakladanje, obračanje in pritrditev hloda. Upravljamo določanje zahtevane debeline in razvrščanje žaganic za nadaljnjo predelavo. Krmilimo tudi napenjanje žaginega lista, namestitvev zgornjega vodila lista in delovanje pomožnih naprav.

Že starejši hlodovni tračni stroji so imeli analogni krmilno napravo za daljinsko določanje debelin žaganic, imenovano selsin. Naprava je sestavljena iz oddajnega in sprejemnega dela. Oddajni del je vgrajen v krmilni pult, zasuk rotorja v tem delu pa povsem ustreza zasuku rotorja v sprejemnem delu, ki je na vozičku in pozicionira hlod. Vrednost želene debeline žagance je vidna na kazalniku debeline, ki je na vozičku.

Sodobno krmiljenje je numerično z vsemi značilnostmi CNC-krmiljenja. Lahko je ročno ali avtomatsko.

Ročno krmiljenje

Človek posreduje ukaze žagi (krmilni napravi) preko tipkovnice in krmilne palice. S pomikanjem krmilne palice, ki je štirismerno stikalo, postopno uravnavamo žaganje hloda na posamezne žagarske sortimente. Npr. s pomikom krmilne palice desno se aktivira pogonski motor in voziček se pomakne naprej – žaganje. S pomikom palice v ostale tri smeri uravnavamo gibanje vozička nazaj, nastavimo debelino žaganja ...

Avtomatsko (samodejno) krmiljenje

Krmilni sistem prevzame vlogo človeka in stroj samostojno izvrši delovno operacijo. Pri tračnem žagalnem stroju to pomeni, da po nastavitvi na začetne pozicije in pritisku na tipko START stroj samodejno žaga hlod na posamezne žagarske sortimente.

Možno je seveda tudi predhodno programiranje želenega žaganja, shranjevanje programov, digitalizacija celotnega procesa.

Nadzorna plošča omogoča prikaz vseh informacij o žaganju na zaslonu in lahko tudi signalizira okvaro.

5.2.8 Širokolistni tračni žagin list

Širokolistni tračni žagin list je izdelan iz legirnega orodnega jekla. Legirni elementi so krom, vanadij ... in nikelj (do 2 %), ki poveča žilavost jekla.

V poglavju 5.1.7 smo spoznali osnovne podatke in ravnanje z jarmeniškimi žaganimi listi, ki veljajo tudi za tračne liste. Posredujmo samo, da so zobje tračnih listov običajno tlačeni, prevladuje pa ameriška ozobitev, delitev zob pa je lahko podaljšana. Zobje listov so velikokrat stelitirani.

List mora imeti dobro **notranjo napetost**, ki se daje pri vsakem brušenju. Skrbeti moramo tudi za čiščenje, morebitno popravilo lista pa tudi za vodila lista. Kolut mora biti čist, da list pravilno teče.

Tračni list je z veliko silo napet med kolutom – zaradi trenja se vrtil skupaj z njima. Med žaganjem je obremenjen s pritiskom hloda, vrtil se z veliko hitrostjo, zato nanj deluje centrifugalna sila. List je tanek, ker se mora upogibati okoli kolotov, med delom se segreva in vibrira. Tračni list je torej zelo obremenjen in zahteva odlično vzdrževanje.



Slika 167: Tračni žagin list (X)

Tračni listi se dobavljajo, nespojeni v dolžinah 50 do 100 m, zaviti v kolut. Spajajo se s trdim lotom. Spoj je v pazduhi zoba in poševen.

Širina lista znaša od 150 do 400 mm. Širina novega lista je enaka širini koluta s tem, da višina zob sega čez kolut. Širino lista izrabimo (brušenje) do 60 % njegove prvotne širine.

Debelina lista je odvisna od premera koluta:

$$s_l (\text{mm}) = \frac{D_k (\text{mm})}{1000} \text{ ali } \frac{D_k (\text{mm})}{1250}$$

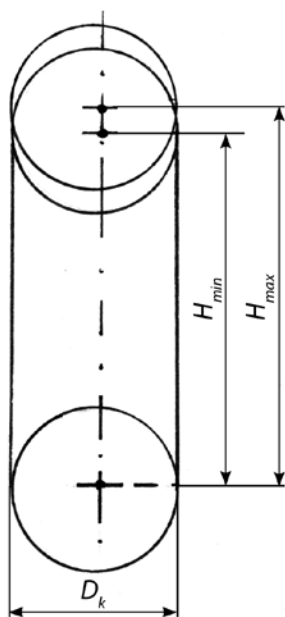
Dolžina spojenega lista je lahko malo različna, ker se zgornji kolut dviga in spušča (~ 150 mm). Razlikujemo minimalno in maksimalno teoretično dolžino spojenega lista (L_o), ki jo izračunamo iz podatkov stroja:

$$L_o = \pi \cdot D_k + 2 \cdot H$$

L_o (m).....teoretična dolžina spojenega lista

D_k (m).....premer koluta

H (m).....dejanska medosna razdalja med kolutoma



Slika 168: Razdalja med kolutoma (S. K.)

Pri spajanju (lotanju) lista moramo upoštevati, da morajo imeti vsi zobje enak korak (P), zato določimo celo število zob lista. Dejansko dolžino spojenega lista (L_l) tako izračunamo z znano delitvijo zob (razdaljo med zobmi) in številom zob lista po enačbi:

$$L_l = P \cdot z$$

L_l (m).....dejanska dolžina žaginega lista

P (m).....delitev zob

z (m).....število zob lista

Primer:

Hlodosni tračni žagalni stroj ima premer koluta 1400 mm in maksimalno medosno razdaljo kolutov 1950 mm. (Glejte sliko 168.) Delitev zob lista je 42 mm.

Pri žaganju se list segreje iz 20 °C na 70 °C. Za jeklo lista vzamemo linearni temperaturni raztezak $\alpha = 0,0000115 \text{ K}^{-1}$.

Izračunajmo:

- dolžino lista L_o , L_l
- število zob lista (z) in
- podaljšek zaradi segretja lista.

(Silo napenjanja in podaljšek lista smo izračunali v prejšnjem primeru. Pri tem primeru bomo izračunali podaljšek, ki nastane zaradi temperaturne razlike.)

Teoretična dolžina lista:

$$L_o = \pi \cdot D_k + 2 \cdot H = 3,14 \cdot 1400 \text{ mm} + 2 \cdot 1950 \text{ mm} = 8296 \text{ mm}$$

$$L_o = P \cdot z$$

$$z = \frac{L_o}{P} = \frac{8296 \text{ mm}}{42 \text{ mm}} = 197,5$$

Za izračun teoretične dolžine lista smo upoštevali maksimalno medosno razdaljo, zato število izračunanih zob lista zaokrožimo na celo število: $z = 195$.

Dolžina spojenega žaginega lista je tako:

$$L_1 = P \cdot z = 42 \text{ mm} \cdot 195 = 8190 \text{ mm} = 8,19 \text{ m}$$

Temperaturna razlika:

$$\Delta T = T_1 - T = 70^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C} = 50^\circ \text{C} = 50 \text{ K}$$

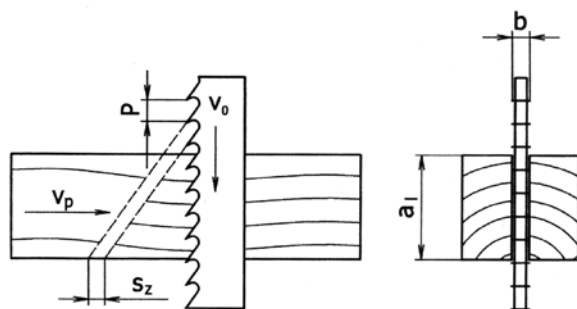
Temperaturni podaljšek lista:

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_1 = 0,000115 \text{ K}^{-1} \cdot 50 \text{ K} \cdot 8190 \text{ mm}$$

$$\Delta L_T = 4,7 \text{ mm}$$

5.2.9 Žaganje na vertikalnem tračnem stroju

Proti vrtečem se žaginemu listu se pomika obdelovanec. Tako nastane premočrtno žaganje (slika 169). Debelina odrezka je konstantna. Pri žaganju je v lesu od 5 do 6 zob.



Slika 169: Žaganje na tračnem stroju (7.: 143)

Rezalna hitrost je obodna hitrost koluta oz. hitrost žaginega lista:

$$v_o = \pi \cdot D_k \cdot n$$

Podajalna hitrost je hitrost pomika hloda oz. vozička. Določimo pa jo s pojmom podajanje na zob (s_z). Podajanje na zob označi pomik obdelovanca, ki ustreza odrezu enega zoba in pomeni razmik rezov. Ta določa kvaliteto obdelane površine. Velikokrat je okoli 0,7 mm, kar je kvalitetna površina žaganja, večja vrednost pa pomeni slabšo kakovost površine.

Podajalna hitrost:
$$v_p = \frac{s_z \cdot v_o}{P}$$

Moč odrezovanja (po 2. načinu)

$$P_r = k_s \cdot a_l \cdot b \cdot v_p$$

Pogonska moč

$$P_p = \frac{P_r}{\eta}$$

v_o (m/s).....hitrost rezanja

D_k (m).....premer koluta

n (min⁻¹).....vrtalna hitrost stroja (koluta)

v_p (m/min).....podajalna hitrost

s_z (mm).....podajanje na zob

P (mm).....delitev zob žaginega lista

b (mm).....širina žaganja

a_l (mm).....debelina (višina) žaganja

k_s (MPa).....specifična sila odrezovanja

P_r (W).....moč odrezovanja

P_p (W).....pogonska moč

η (-).....izkoristek

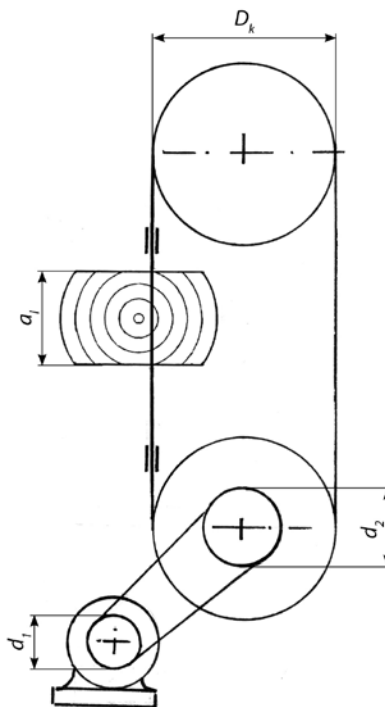
Primer:

Vertikalni tračni žagalni stroj ima premer koluta 1300 mm. Vrtalna hitrost elektromotorja je 960/min, na svoji gredi nosi jermenico premera 200 mm. Prek klinastih jermenov poganja pogonski kolut z jermenico premera 360 mm. Podajalna hitrost hloda je 25 m/min. Žagin list s tlačnimi zobmi ima širino odrezovanja 2,3 mm, delitev zob pa 38 mm.

Žagamo prizmo višine 490 mm. Specifična sila odrezovanja je 32 MPa. Izkoristek stroja ocenimo na 0,75.

Izračunajmo:

- vrtilno hitrost stroja,
- hitrost žaganja,
- podajanje na zob,
- moč odrezovanja in
- pogonsko moč.



Slika 170: Žaganje – primer (S. K.)

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{360 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 1,8$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{960/\text{min}}{1,8} = 533/\text{min}$$

$$v_o = \pi \cdot D_k \cdot n_2 = 3,14 \cdot 1,3 \text{ m} \cdot \frac{533}{60 \text{ s}} = 36 \text{ m/s}$$

$$v_p = \frac{s_z \cdot v_o}{P}$$

$$s_z = \frac{P \cdot v_p}{v_o} = \frac{38 \text{ mm} \cdot 25 \text{ m/min}}{36 \cdot 60 \text{ m/min}} = 0,44 \text{ mm}$$

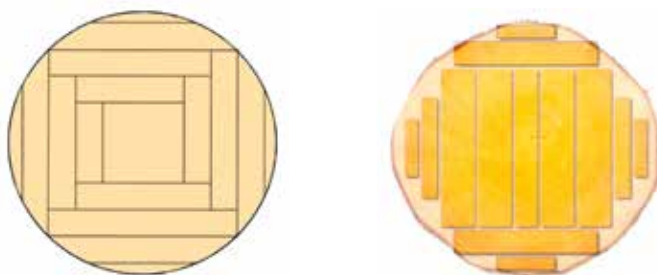
Odrez je zelo kvaliteten, žagali bi lahko z večjo podajalno hitrostjo.

5.2.9.1 Način žaganja

Na hlodovnem tračnem stroju žagamo vsaki hlod posebej (individualno) glede na njegove značilnosti (debelina, napake ...). Med žaganjem hloda lahko spremenimo način žaganja, če je to smotno. Debelino žaganic nastavimo tik pred žaganjem. Hlod lahko tudi obračamo. Tako dosežemo najboljši izkoristek in tudi želene sortimente (slika 171). Takemu načinu pravimo posamično (individualno) žaganje. Hlodovi- no lahko razžagamo na vse možne načine in na vse dimenzije žaganega lesa (fleksibilnost proizvodnje).

Ko odžagamo bočni del hloda, vidimo v notranjosti morebitne napake. Z ustrezno debelino žaganega kosa in obračanjem hloda lahko napako po dolžini izžagamo.

Nekateri stroji omogočijo tudi žaganje hloda vzporedno z lesnimi vlakni (poševno).



a) žaganice in tram (S. K.)

b) žaganice (X)

Slika 171: Posamično žaganje z obračanjem hloda

Razne strojne linije z dvostranskim profilnim iverilnikom, s tračnimi ali hlodovnimi krožnimi žagami v vrsti (zaporedju) omogočijo posamično žaganje. Pred vsakim strojem je obračalnik hloda, ki hlod obrne v želeno lego.

5.2.10 Značilnosti žaganja s tračnim hlodovnim strojem

- Razžagovanje hlodov s tračno žago je posamično (individualno), kar doprinese:
 - veliko primernost (fleksibilnost) za žaganje manjših količin sortimentov različnih dimenzij in prerezov,
 - način žaganja lahko spremenimo po vsakem odžaganem sortimentu in tako dosežemo najboljši možni izkoristek lesa.
- Kljub visoki podajalni hitrosti ima tračna žaga manjšo kapaciteto kot polno-jarmenik.
- Žagajo se lahko hlodi s premerom nad 100 cm in hlodi z najmanjšim premerom.
- Odpade zahtevno sortiranje hlodov po debelinskih razredih.
- Zaradi pritrditve hloda na vozičku ostane debelejši krajnik, ki ga moramo posebej razžagati, običajno na cepilni tračni žagi.
- Manjša natančnost žaganic po debelini – zato je potrebna večja nadmera, vendar pa je žagalna reža ozka.
- Odžaga se posamezni sortiment, zato je enostavnejše njegovo sortiranje.
- Žagajo se lahko sortimenti tanjši od 10 mm.

Tračni hlodovni žagalni stroj je primeren za razžagovanje hlodov večjega premera, posebej pri hlodih s skupinami napak. Učinkovit je za tehnike žaganja z več fazami, kot je npr. razpolavljanje hloda, krožno žaganje hloda z obračanjem, saj je hlod vseskozi na vozičku stroja.

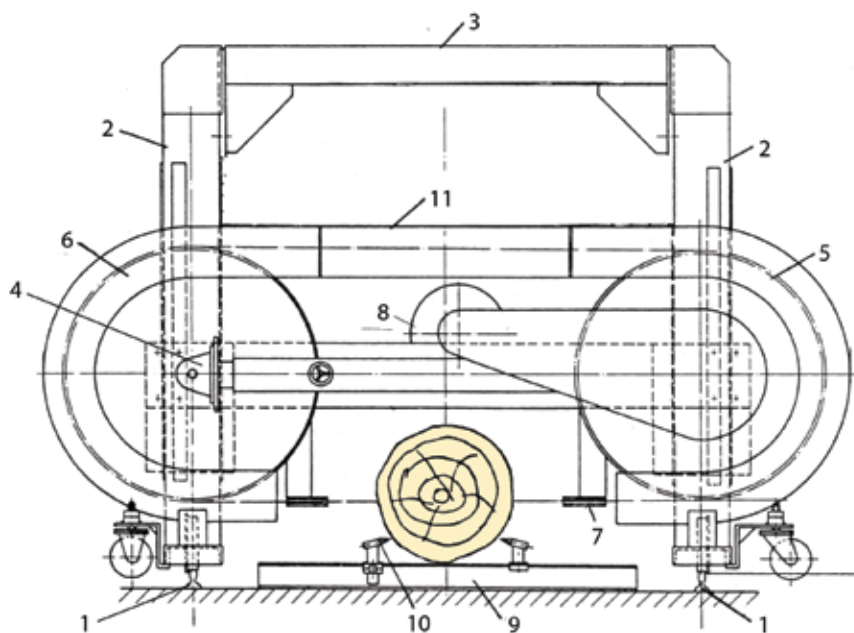
5.3 Horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj

Horizontalni tračni stroj ima vzporedno nameščena koluta. Žagin trak se giblje v vodoravni smeri. Služi za razžagovanje hlodov v žaganice in v različne žagarske sortimente. Primeren je za žaganje hlodov največjega premera, zato z njim velikokrat krojimo hlode (tropske vrste), namenjene za proizvodnjo rezanega furnirja.

V primerjavi z vertikalno hlodarko je vodoravni stroj enostavnejši, ima manjše hitrosti in kapaciteto, pri žaganju žaganica pritiska na rezo, žagovina delno ostaja na deski, in potreben je odvzem odžaganih desk. Stroj se postavi samo na ravno betonsko ploščo.

Razlikujemo:

- razžagovalni stroj se pomika po tirnicah, med katerimi je pritrjen hlod (slika 172 in 173);
- razžagovalni stroj miruje, pomika se voziček z vpetim hlodom.



- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1 – tirnica | 7 – vodila lista |
| 2 – steber | 8 – pogonski motor |
| 3 – prečnik | 9 – podstavek (ležišče hloda) |
| 4 – pomična prečka | 10 – kavelj |
| 5 – pogonski kolut | 11 – zaščitni okrov |
| 6 – napenjalni kolut | |

Slika 172: Horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj – shematski prikaz (12.: 193)



Slika 173: Horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj (X)

Na sliki 172 ima horizontalni tračni stroj tirnici (1) vgrajeni v betonsko ploščo. Stebra (2) se v zgornjem delu povežeta z vodoravnim prečnikom (3). Vsak steber ima po dve tirnični kolesi, skupaj pa stebra nosita vse sestavne dele stroja, razen podstavka s hodom. Po tirnicah se premika naprej (žaganje) in nazaj (povratni hod) s samostojnim pogonom, običajno preko zobate letve. Pomična prečka (4) nosi koluta (5 in 6), ki sta nameščena vzporedno. Brezkončni žagin list se giblje v vodoravni smeri in žaga hlod s spodnjim krakom. Obe vodili lista (7) sta premakljivi. Hlod je pritrjen na podstavek (9) s kavljji (10).

Koluta stroja sta izdelana kot pri vertikalnem stroju: težji je pogonski, gnan pa je napenjalni kolut. Pritrjena sta na pomično prečko kot tudi na elektromotor, ki poganja kolut prek klinastih jermenov. Skupaj s pomično prečko se koluta po vodilih stebra spuščata in dvigata s posebnim mehanizmom. Premik je natančen, običajno z navojnim vretenom, saj s spuščanjem kolutov določamo debelino žaganice. Nastavitev debeline žaganice je na krmilni plošči. Koluta z žaginim trakom se avtomatsko prestavita na izbrano debelino.

Napenjanje lista je hidravlično, pri starejših strojih pa z vzmetjo ali utežjo.

Podstavek nosi hlod, ki je pritrjen s hidravličnimi kavljji. Višino in položaj pritrdilnih kavljev

lahko poljubno premikamo. Odžagana žaganica obleži na hlodu, zato jo moramo takoj odstraniti s hloda – ročno ali mehanično.

Pri izvedbi, da je stroj fiksni, se po tirnicah med obema stebroma stroja pomika voziček, ki nosi hlod. Pomik je običajno z zobato letvijo.

Zaščitni okrov pokriva oba koluta oz. ščiti žagin list – razen dela, kjer žaga.

Horizontalni in vertikalni stroj imata tudi pomožne naprave, npr.: napravo za obračanje, dviganje in spuščanje hloda, krtačo za čiščenje desk, krožno žago pred tračnim listom za predrez (prereže lubje hloda) (slika 174), vakumsko napravo za odzemanje desk ...

Na sliki 175 je prikazan pokončni obračalnik hloda (levo), desno pri hlodu pa kotni prislon, ki služi za točno nastavitev hloda z obžaganim bokom.



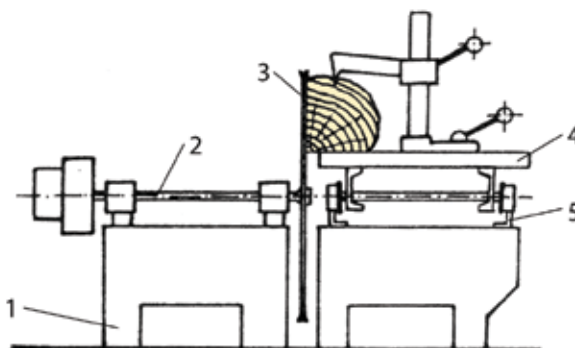
Slika 174: Predžaga (X)



Slika 175: Obračalnik hloda (levo) in kotni prislon (desno) (X)

Osnovni tehnični podatki za stroj premera koluta 1250 mm, ki je primeren za manjšo žagalnico:

Premer koluta.....	1250 mm
Širina koluta.....	140 mm
Maksimalni premer hloda.....	1150 mm
Maksimalna debelina žaganice.....	400 mm
Maksimalna dolžina hloda.....	8000 mm
Hitrost žaganja.....	30 m/s
Podajalna hitrost	do 40 m/min
Pogonska moč.....	35 kW



- 1 – ohišje
2 – delovna gred z dvostopenjsko jermenico
3 – žagin list
4 – voziček s prijemali
5 – tirnici

a) shema stroja (1.: 160)

5.4 Krožni hlodovni žagalni stroj

Krožni hlodovni žagalni stroj (cirkulararka) se uporablja za razžagovanje hlodov predvsem manjšega premera ali prizem. Hitrost rezanja (obodna hitrost lista) (~ 80 m/s) in podajalna hitrost (50 m/min in več) sta veliki.

Natančnost žaganja je precejšnja, odrezana ploškev je gladka, debelina reže žaganja je širša, kar pomeni slabši izkoristek lesa. Stroji so enostavni, zanesljivi in potrebujejo malo vzdrževanja.

Razlikujemo:

- enoosni in
- dvoosni krožni hlodovni žagalni stroj.



b) krožni žagin list (X)

5.4.1 Enoosni krožni hlodovni žagalni stroj

Ima delovni agregat s krožnim listom večjega premera. Hlod je nameščen na vozičku, ki se giba po tračnicah (slika 176) z zobato letvijo. Ko se žaganica odžaga, se voziček kot pri tračni žagi vrne v izhodiščni položaj. Primeren je za žaganje hlodov manjšega premera.

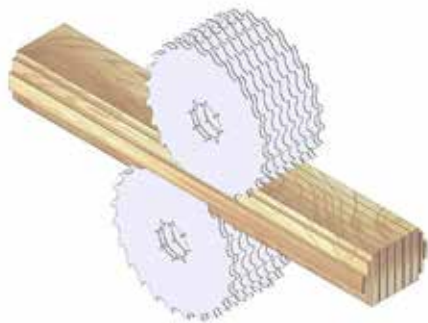
Slika 176: Enoosni krožni hlodovni žagalni stroj

Pomanjkljivost enoosnega krožnega žagalnega stroja je, da ima debel žagin list. S tem ima debelejšo žagino režo in slabši izkoristek.

Velikost premera lista je odvisna od premera hloda, ki ga žagamo. Če je večji premer hloda, mora biti tudi premer lista večji, kar pomeni debelejši žagin list. Npr. za žaganje hloda premera 40 cm, mora biti lista premera ~ 1100 mm, debeline pa ~ 5 –8 mm. Navedeno pomanjkljivost delno odpravi dvoosni stroj.

5.4.2 Dvoosni krožni hlodovni žagalni stroj

Dvoosni stroj služi za razžagovanje prizem v končne sortimente, lahko pa tudi za tanjšo hlodovino iglavcev. Z njim hlode oz. prizme razžagujemo s spodnje in z zgornje strani. Gredi (agregata) ima nameščeni tako, da sta med seboj rahlo zamaknjeni, kar je razvidno s slike 178. Vsak agregat ima svoj pogonski elektromotor, njihove moči se glede na premer hloda gibljejo od 50 kW in več. Žagini listi so vpeti v posebno pušo z distančniki, ki se skupaj z listi natakne na gred (vreteno) (slika 179). Razmikov med listi se med žaganjem ne da spreminjati. Gredi večjega premera sta konzolno uležajeni in se lahko po višini (elektrohidravlično) nastavljata, da lahko uporabimo krožne liste različnih premerov – pri manjši višini žaganja se uporabijo žagini listi manjšega premera, ki so tudi tanjši. Zaradi večjega premera gredi je premer izvrtine žaginega lista večji kot pri običajnih listih. Vsi listi morajo biti enakega premera, torej morajo imeti enako število ostrenja.



Slika 177: Dvoosni žagalni stroj – prikaz razžagovanja (X)



Slika 178: Položaj zgornjih in spodnjih listov (S. K.)



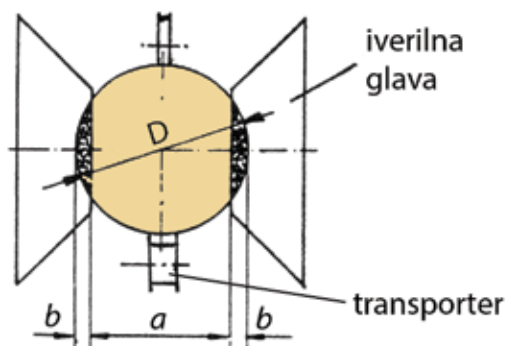
Slika 179: Žagini listi, nameščeni na pušo (X)

Hlod ali prizmo nosita in podajata skozi stroj zahtevni podajalni mehanizem, ki je verižni ali valjčni oz. kombinacija obeh. Hlod se na podajalnem mehanizmu s hidravlično napravo centrirava v pravilno lego glede na žagine liste. Podajalna hitrost je do 75 m/min.

Dvoosni večlistni krožni žagalni stroji so visoko produktivni stroji, lahko povsem avtomatizirani ter vključeni v strojne linije (slika 184b).

5.5 Profilni iverilnik za hlode

S profilnim iverilnikom (dvostranskim) razsekamo v sekance ali iverje oba bočna dela hloda. Tako nastane prizma. Sekanci in iverje se takoj odstranijo s transporterji za sipek material. Odpade torej ločevanje bočnih ostankov hloda, transport in njihovo sekanje na sekalniku.



a – razmik med kolutoma (razlikujemo maks. in min. razmik)

b – širina obdelave na vsaki strani

D – premer hloda

Slika 180: Shema profilnega iverilnika (12.: 203)

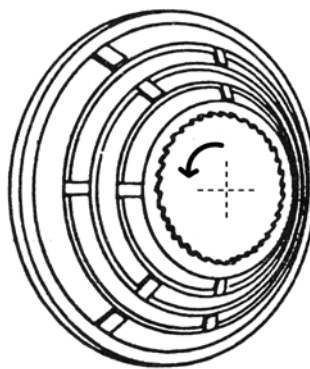


Slika 181: Profilni iverilnik (X)

Po konstrukciji je profilni iverilnik enostaven stroj, ki je zgrajen zelo robustno. Ogrodje je sestavljeno iz podstavka z vodili, ki nosi levi in desni nosilec delovnega vretena z iverilno glavo. Delovno vreteno je

gnano prek jermenskega gonila. Desni in levi nosilec sta prestavljiva. Premik nosilca (pozicioniranje) je mehaničen (navojno vreteno) ali hidravličen.

Iverilna glava je vedno prisekan stožec. Razseka bočni del hloda direktno v iverje, hkrati pa mora bočno ploskev ravno in gladko obdelati. Ta gladka obdelava se lahko opravi s krožno žago (slika 182), ki je sestavni del iverilne glave. Oblika in razporeditev iverilnih nožev je odvisna od velikosti in oblike iverja, ki ga želimo. Vsaka iverilna glava ima svoj pogon. Moč elektromotorja je odvisna od premera hloda in znaša 40 kW in več.



Slika 182: Iverilna glava s krožno razporejenimi noži in s krožnim žaginim listom (4.: 37)

Centrirna naprava

Obdelovanec mora biti natančno voden skozi stroj in trdno pritrjen, da se ne zamakne pri obdelavi. Pred obdelavo se hlod na transporterju avtomatsko izmeri in centrira, da simetrala hloda sovпада s simetralo transporterja. Podajalna hitrost znaša do 75 m/min.

Na sliki 183 hlod ali prizmo skozi stroj podaja spodnja specialna lamelna veriga. Levo in desno so (bočno) nameščeni tlačni bočni podajalni valji, ki elastično pritiskajo in centrirajo prizmo pri vходу v stroj.



Slika 183: Spodnja specialna širša lamelna veriga (X)

5.5.1 Strojna linija z dvema profilnima iverilnikoma

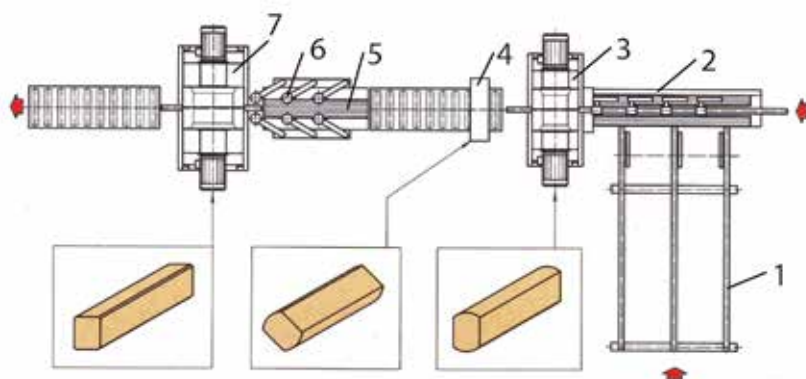
Dvostranski profilni iverilnik se kot osnovni primarni stroj uporablja za izdelavo tramov (gredi) iz tanjše hlodovine.

Pri prvem pomiku hloda skozi prvi iverilnik izdelamo prizmo, ki jo obračalnik hloda obrne za 90°. Sledi gibanje skozi drugi iverilnik v liniji, da dobimo štirikotno obdelano deblo – tram (slika 184a).

Pred drugim profilnim iverilnikom se prizma podaja z lamelno verigo in s tlačnimi bočnimi podajalnimi valji, ki so prikazani tudi na sliki 183. Linija ima dve možnosti dovoza hloda.

Strojna linija z dvema profilnima iverilnikoma in z dvoosnim krožnim hlodovnim žagalnim strojem pa hlood razžaga v deske (slika 184b) ali se iz njega izdelajo razni profili, npr. za okna.

Profilni iverilnik se velikokrat uporablja tudi v kombinaciji z drugimi primarnimi stroji za razrez hloodov (polnojarmenik, dvostranski hlodovni tračni žagalni stroj).



- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 – prečni verižni transporter | 5 – lamelna veriga |
| 2 – vzdolžni transporter (verižni) | 6 – tlačni bočni podajalni valji |
| 3 – prvi profilni iverilnik | 7 – drugi profilni iverilnik |
| 4 – obračalnik prizme | |

a) linija za izdelavo trama (tloris)



1 3-D merilni sistem



2 profilni iverilnik



3 obračalnik prizme



4 profilni iverilnik



5 obračalnik trama



6 merilnik trama



7 dvoosni krožni žagalni stroj

b) linija za izdelavo žaganic

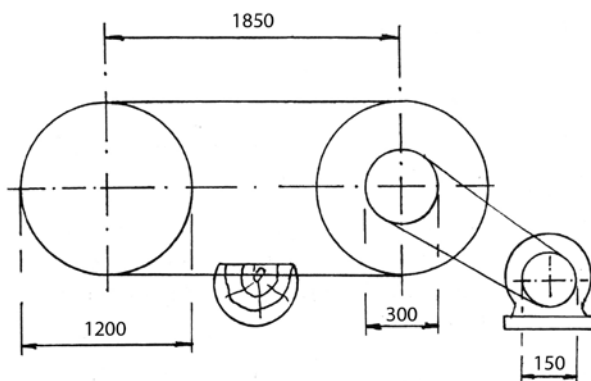
Slika 184: Strojna linija z dvema profilnima iverilnikoma (X)

Odpraševanje (krtačenje) žaganih površin

Po razžagovanju hloda imajo žaganice na svoji površini žagovino in prah, ki ju moramo odstraniti, saj lahko povzročata barvne madeže. Očistimo jih s krtačenjem površine in z močnim odsesovanjem. Naprava je vključena v vzdolžni valjni transporter. Čistilni (krtačni valj) je spodaj in zgoraj ter se vrti.

Vprašanja in naloge:

1. Razložite vlogo in pomen sestavnih delov vertikalnega hlodovnega tračnega stroja.
2. Kaj bi povzročilo slabo vodilo žaginega lista?
3. Skicirajte voziček vertikalnega hlodovnega stroja in označite sestavne dele. Razložite tudi delovanje vozička.
4. Opredelite horizontalni hlodovni tračni žagalni stroj.
5. Horizontalni tračni žagalni stroj ima premer koluta 1200 mm, medosno razdaljo kolotov pa 1850 mm (slika 185). Gred elektromotorja se vrti z vrtilno hitrostjo 960/min in nosi jermenico s premerom 150 mm. Pogonski kolut poganja jermenica premera 300 mm. Delitev zob lista je 36 mm, debelina lista s tlačnimi zobmi pa 2,2 mm. Žagamo smrekove hlode s premerom 52 cm – za debelino (višino) žaganja (al) bomo upoštevali največji premer hloda. Želimo kvalitetno površino žaganja, zato vzamemo podajanje na zob 0,4 mm. Specifična sila odrezovanja je 30 MPa. Izračunajte:
 - vrtilno hitrost stroja (rezultat: 480/min),
 - hitrost žaganja (rezultat: 30 m/s),
 - podajalno hitrost (rezultat: 20 m/min),
 - moč odrezovanja (rezultat: 11440 W),
 - število zob (zaokrožimo navzdol na prvo celo število) (rezultat: 207) in
 - dejansko dolžino žaginega lista (rezultat: 7452 mm).



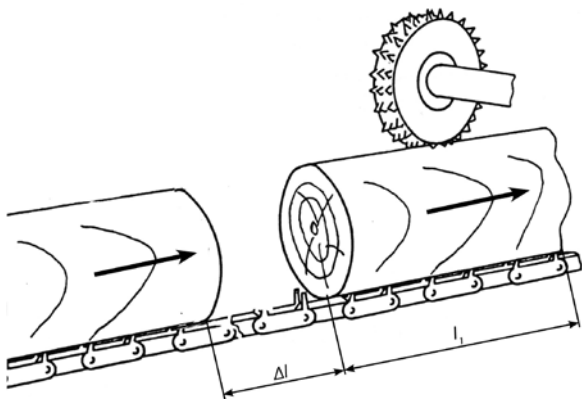
Slika 185: Preračun parametrov žaganja – naloga 5 (S. K.)

6. Navedite osnovne značilnosti enoosnega in dvoosnega krožnega žagalnega stroja.
7. Zakaj in kdaj se uporablja profilni iverilnik?

8. Podajalni mehanizem dvojnega profilnega iverilnika ali dvojne tračne žage transportira hlode, premera 28 cm in dolžine 4 m. Med hlodi je povprečni razmik 0,4 m. Podajalna hitrost je 22 m/min.

Izračunajte strojno, volumensko in kosovno kapaciteto (glejte pogl. 5.1.10).

(Rezultat: $K_v = 73,9 \text{ m}^3/\text{h}$ in $K_N = 300 \text{ kos/h}$)



Slika 186: Podajanje hloda – naloga 8 (S. K.)

9. Izpolnite preglednico.

Primarni stroj	Uporaba	Utemeljitev uporabe
Polnojarmenik		
Vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj		
Horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj		
Krožni hlodovni žagalni stroj		
Dvostranski profilni iverilnik		

Sekundarni stroji v žagalnici

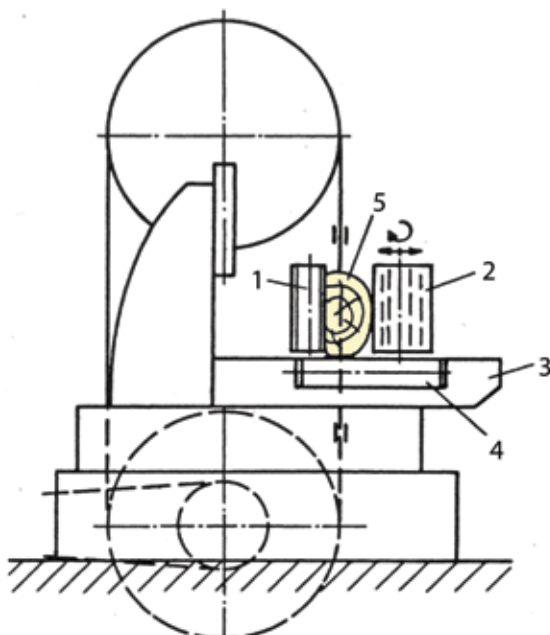
Žagarske sortimente, pridobljene s primarnimi stroji, po potrebi razžagujemo še s sekundarnimi stroji, ki so:

- cepilni tračni stroj,
- čelilnik in
- robilnik.

Obravnavali bomo tudi **sekalnik**, s katerim kosovne ostanke pri žaganju predelamo v sekance.

5.6 Vertikalni cepilni tračni žagalni stroj

Vertikalni cepilni tračni žagalni stroj se najpogosteje uporablja v žagalnica, kjer je osnovni žagarski stroj tračni hlodovni stroj. Z njim namreč razžagujemo bočni del hloda, ki je pritrjen s kavliji, in tudi debelejšše sortimente v tanjše. Tako se povečata izkoristek in kapaciteta hlodovnega stroja.



- 1 – vertikalni negnani valji (prislon)
- 2 – vertikalni gnani valj (ježevec)
- 3 – delovna miza
- 4 – negnani vodoravni valj
- 5 – bočni del hloda

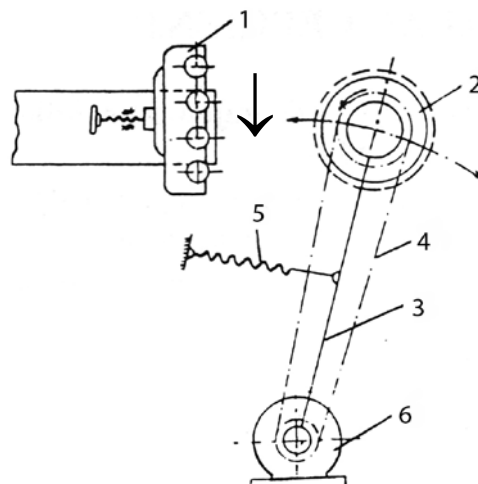
Slika 187: Vertikalni tračni žagalni stroj za cepljenje – shema (12.: 199)

Stroj (slika 187) je zgrajen enako kot vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj, a nima vozička, saj transport obdelovanca poteka po valjni delovni mizi (3) z vertikalnim podajalnim valjem (2). Negnani valji (1) se uporabljajo kot prislon obdelovanca in se primikajo ali odmikajo od žaginega traku, s tem pa se nastavlja debelina

žaganice. Podajalni valj ima večji premer, se vrti, elastično pritiska in pomika obdelovanec pri žaganju. Na obodu pa ima konice, ki mu omogočijo zanesljivejši oprijem obdelovanca, in zato mu pravimo ježevec.

Vertikalni podajalni valj (ježevec) pomika obdelovanec pri žaganju in istočasno pritiska na obdelovanec. Pritisk valja na obdelovanec je elastičen, da se prilagaja različni obliki krajnika, izvaja pa se z vzmetjo (slika 188) ali hidravlično. Pogonski valj je vgrajen v nihalni okvir in je gnan z verižnim gonilom. Hitrost se brezstopenjsko uravnava z mehanskim ali s hidravličnim brezstopenjskim gonilom.

Vlaganje obdelovancev v stroj in jemanje iz stroja je lahko ročno, vendar je prevladalo mehanizirano posluževanje stroja.



- 1 – vertikalni negnani valj (prislon)
- 2 – vertikalni gnani valj (ježevec)
- 3 – nihalni okvir
- 4 – verižno gonilo
- 5 – vzmet
- 6 – pogonski podajalni sklop

Slika 188: Podajalni mehanizem tračnega stroja za cepljenje (tloris) (12.: 200)

Poleg opisanega podajalnega mehanizma se uporabljajo še drugačni mehanizmi; namesto valjev je vertikalna podajalna veriga ...



Slika 189: Vertikalni tračni žagalni stroj za cepljenje (X)

Premer koluta pomeni velikost tračnega stroja. Običajno so premeri tračnega cepilnega stroja koluta od 1100 mm do 1500 mm.

Na sliki 189 je prikazan stroj z manjšim premerom koluta (900 mm), ki se uporablja v obratih finalne obdelave lesa. Primeren je za žaganje plohov ali gredic v tanjše sortimente (deske), npr. ki niso standardne debeline, ali pa na kose z želeno teksturo.

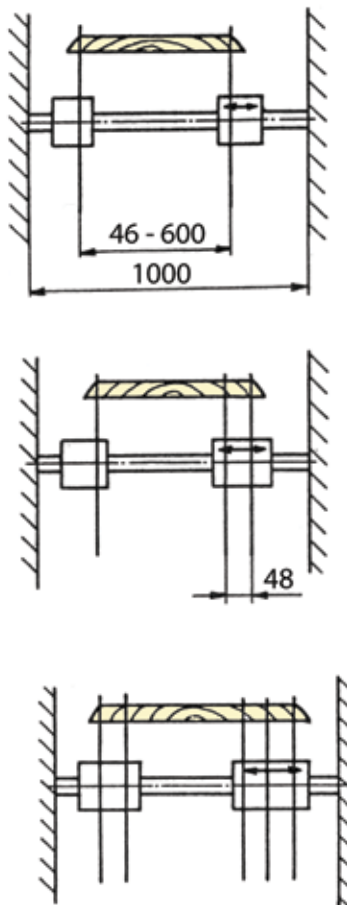
Obstaja tudi dvostranski vertikalni tračni žagalni stroj za cepljenje.

5.7 Dvostranski večlistni robilnik

Dvostranski večlistni robilnik spada h krožnim žagalnim strojem za vzdolžno žaganje lesa. Je tipičen žagarski stroj, ki ga uporabljamo za vzporedno robljenje žaganic in za razžagovanje krajnikov v letve.

Stroj ima najmanj dva žagina lista, lahko pa do osem, da pri širši žaganici iz bočnega (manj kvalitetnega) dela žaganice izžaga letve. Možen je različen razpored žaginih listov, trije primeri so prikazani na sliki 190. Desna puša z žaginimi listi se med delom, pred žaganjem obdelovanca,

aksialno pomika po gredi (vretenu) na optimalno širino robljene žaganice.



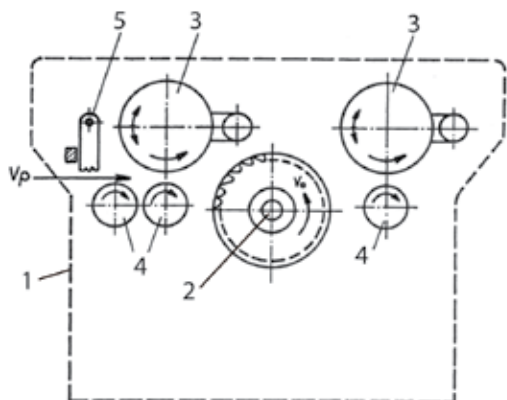
Slika 190: Razpored žaginih listov – dvostranski robilnik (4.: 38)

Dvostranski robilnik (slika 191) je zgrajen iz močnega ohišja (1), ki je lite ali jekleno varjene konstrukcije. Zgoraj je pokrov, ki se lahko odpira.

Pogon vretena (2) je prek klinastih ali ploščatih jermenov.

Podajalni mehanizem je gnani valjčni transporter. Zgoraj sta podajalna valja (3) večjega premera nihalno vgrajena, da lahko tudi pritiskata na obdelovanec, in se nastavita po delovni višini glede na debelino obdelovanca. Spodaj so gonilni valji (4) manjšega premera. Vsi podajalni valji so gnani prek verižnega gonila s posebnim motorjem in z gonilom za stopenjsko ali brezstopenjsko uravnavanje podajalne hitrosti.

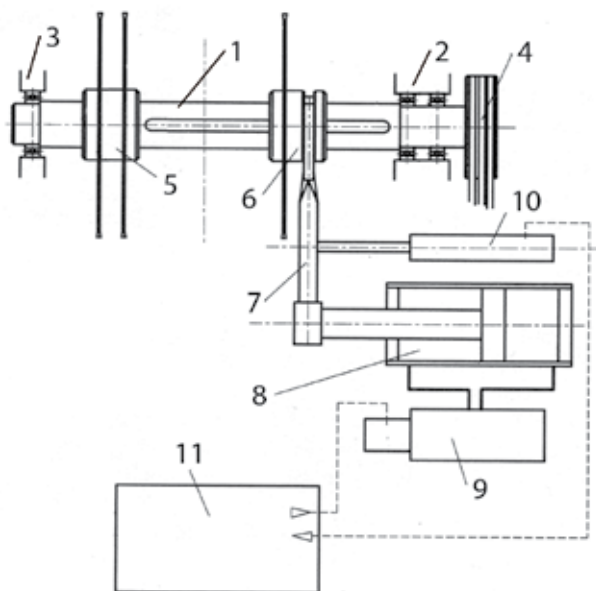
Uporablja se tudi hidravlični pogon, posebej pri večji podajalni hitrosti. Razmik med valji določi minimalno dolžino žaganice.



- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1 – ohišje | 4 – spodnji podajalni valj |
| 2 – delovno vreteno z listi | 5 – varnostni segment |
| 3 – zgornji podajalni valj | |

Slika 191: Dvostranski večlistni robilnik – shema (4.: 38)

Uležajenost vretena in nastavitev na širino žaganja prikaže slika 192. Puša z žaginimi listi se natakne na vreteno in je enaka kot pri dvoosnem krožnem hlodovnem stroju (slika 179).



- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1 – delovno vreteno | 7 – prijemalne vilice |
| 2 – konzolna uležajenost (dva ležaja) | 8 – hidravlični delovni valj |
| 3 – oporni (tretji) ležaj | 9 – hidravlični razvodnik |
| 4 – pogonska jermenica | 10 – merilnik pozicije |
| 5 – leva fiksna puša s krožnimi listi | 11 – računalniška krmilna enota |
| 6 – desna prestavljiva puša z listi | |

Slika 192: Shema nastavitve stroja na širino žaganja (11.: 184)

Delovno vreteno (1) je konzolno uležajeno (2). Oporni ležaj (3) je pritrjen na ročico, da se lahko sname pri zamenjavi listov. Lahko je vdelen v vratca in se sname, ko jih odpremo.

Leva puša z listi (5) je med delom pritrjena na vreteno. Desna puša (6) pa se med delom, pred žaganjem obdelovanca, aksialno pomika po vretenu (1) na želeno širino robljene žaganice. Premik puše je preko hidravlične naprave (8, 9) z vilicami (7). Merilnik (10) meri nastavljeno pozicijo in jo tudi prikaže.

Nekateri stroji imajo pomik obeh puš – leve in desne.

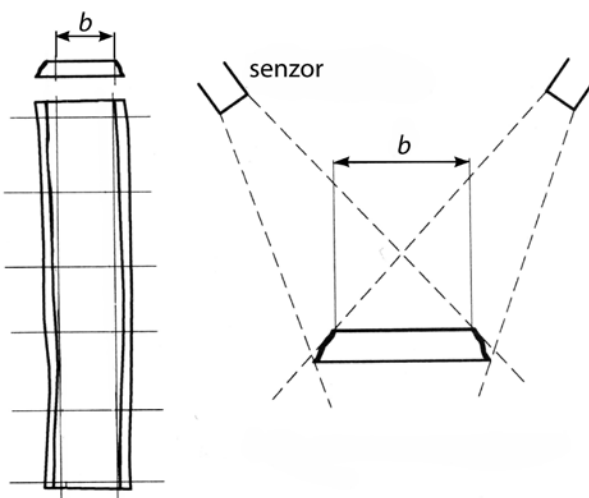
Pred vstopom deske v robilnik je pomembna pravilna nastavitve desne puše z listi na širino robljenja, da dobimo najširšo možno žaganico in s tem najboljši izkoristek.

Pri ročnem podajanju je na vrhu stroja poseben nosilec z laserskimi senzorji za prikaz linije žaganja. Laser projicira dobro vidno rdečo črto po dolžini žaganice. Če je levi žagin list fiksni, se po žarku poravnava levi rob žaganice, desni žarek pa postavimo na največjo možno širino (b). Skladno z žarkom se na delovno širino postavi žagin list. Žaganica je postavljena tako, da leži na širši ploskvi in s širšim koncem naprej (slika 193).



Slika 193: Dvostranski večlistni robilnik z laserskimi senzorji (X)

Za večje kapacitete obstaja izvedba robilnika z mehaniziranim vlaganjem žaganic. Stroj je avtomatiziran in elektronsko voden (CNC). Deska potuje skozi merilno napravo, ki elektronsko meri širino deske, npr. na vsakih 200 mm dolžine (slika 194). S temi podatki (lahko tudi z zaznavo (skeniranjem) oblike zgornje ploskve in napak) krmilna naprava določi optimalno širino in tudi položaj deske. Na širino deske se seveda postavi puša z listom, samo deska pa se na transporterju postavi v pravi položaj z bočnimi hidravličnimi pomikači. Za strojem je gnani valjni transporter in delilna klina, ki ločita osrednji del žaganice od žamanja in stranskih letev – na desni in levi strani.



Slika 194: Določevanje optimalne širine pri robljenju z žarkoma (11.: 184)

Osnovni tehnični podatki stroja (podatki zelo variirajo):

Delovna širina (maksimalna širina žaganice) do ~ 800 mm in minimalna širina žaganega kosa (min. razmik med listoma ~ 48 mm), debelina žaganja do ~ 100 mm, minimalna dolžina žaganice ~ 800 mm, podajalna hitrost do ~ 100 m/min, premer krožnega lista ~ 450 mm.

5.8 Podmizni nihalni čelilnik

Čelilnik služi za čelno prežagovanje vseh sortimentov žaganega lesa.

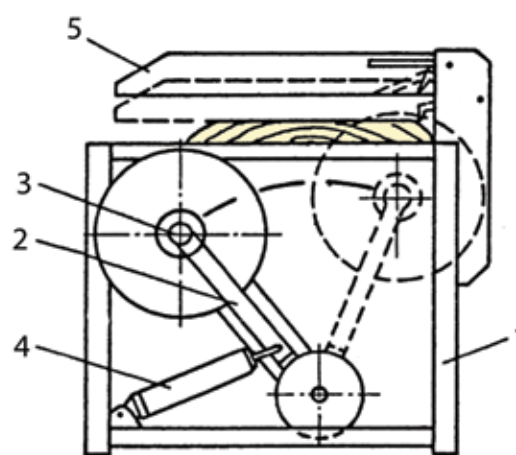
Čeljenje pomeni žaganje pravokotno (navpično) na potek lesnih vlaken. Čelimo (odžagujemo) s krožnimi žagalnimi stroji, ki jim pravimo čelilniki. Žagamo ob čelu žaganice (sprednjem in zadnjem delu), da je pravokotno in gladko, in da ima obdelovanec želeno (standardno) dolžino. Lahko izrežemo napake in pridobimo uporaben krajši sortiment.

Čelilnih strojev je več vrst in tipov, vendar pri vseh žaganica miruje, potuje pa vrteči se žagin list. Nastane istosmerno odrezovanje in žaganica se potiska ob prislon. Les v čelni smeri nudi največji odpor pri rezanju. Hitro lahko pride do stiskanja žaginega lista, zato imajo čelilniki močne pogonske motorje.

V žagalnicah je pogost podmizni nihalni čelilnik. Na sliki 195 je stroj vključen v pomožno mizo z valji. Vidimo, da je žaganica prislonjena ob vzdolžni prislon in tudi pomožni čelni prislon (omejevalnik) za določitev dolžine obdelovanca oz. mesta žaganja. Po prerezu se čelni prislon umakne, da je možen nadaljnji transport odrezanega kosa. Čelni prislon se nastavi na želeno dolžino kosa. Nastavitev prislona določamo glede na napake in želene dolžine kosov.



Slika 195: Podmizni nihalni čelilnik (X)



- 1 - ohišje
- 2 - nihalni okvir
- 3 - delovno vreteno z žaginskim listom
- 4 - hidravlični delovni valj
- 5 - zaščitna in pritiska kapa

Slika 196: Shematski prerez podmiznega čelilnika (stranski ris) (4.: 40)

Stroj ima močno lito ali jekleno ohišje, ki je tako izvedeno, da je lahko vanj vgrajen valjni transporter za žaganice. Pomemben del je nihalni okvir (slika 196), ki nosi delovno vreteno in pogonski sklop (elektromotor in gonilo). Nihanje okvira se ustvari hidravlično.

Zaščitna kapa nima samo varovalne vloge, marveč je tudi tlačna letev, saj pritiska obdelovanec na vsaki strani reza in s tem prepreči stiskanje lista.

Elektronsko krmiljen čelilnik, čeli žaganice na osnovi predhodne označbe (barvnega risa) napak lesa, ki jih je treba izžagati. Označeno je tudi prečno žaganje glede na predvideni dolžini deske. Krojilec, ki označuje deske, mora biti ustrezno usposobljen, saj odloča o izkoristku lesa. Na osnovi vseh podatkov računalnik določi prežagovanje na želeni dolžini. Izreže se del deske z napakami, tako da se doseže optimalen izkoristek.

Povsem avtomatizirano čeljenje je programirano (CNC). Čelilna naprava ima elektronsko merjenje dolžine, skenira se njena površina oz. zaznajo se vse napake (na obeh straneh) posamezne žaganice. V krmilno enoto vnesemo zahtevane podatke o dolžini. Na osnovi vseh podatkov računalnik določi prežagovanje na želeni dolžini. Izreže se del deske z napakami, tako da se doseže optimalen izkoristek.

Tehnični podatki čelilnika obsegajo:

dolžino reza (širina žaganice) do ~ 800 mm, višino reza (debelina žaganice) do ~ 180 mm, premer žaginega lista do ~ 600 mm, število rezov do ~ 40/min, moč motorja do 30 kW. Premer žaginega lista je odvisen od višine reza (debeline obdelovanca). Obodna hitrost lista oz. hitrost žaganja je 60–90 m/s.

Podmizni nihalni čelilnik ima gibanje krožnega žaginega lista po krožnici. Maksimalna širina žaganice je odvisna od njene debeline.

Zaradi prečnega istosmernega žaganja se velikokrat uporablja list z negativnim cepilnim kotom (γ).



Slika 197: Krožni žagin list za čeljenje z negativnim cepilnim kotom (γ)

5.9 Sekalnik

Sekalnik (sekirostroj) seka žagarske ostanke (krajniki, žamanje, očelki), ostanke dreves v gozdu in debla, ki niso primerna za žagarsko proizvodnjo. Sortimenti se podajajo v vzdolžni smeri. Sekanje je čelno (pravokotno na lesna vlakna) oz. pod določenim kotom (poševno) zaradi pomika sortimenta. Nastanejo manjši koščki lesa (sekanci). Sekance uporabljamo kot surovino za industrijo lesnih plošč, celuloze in papirja ter kot gorivo.

Glede na način delovanja obstajata:

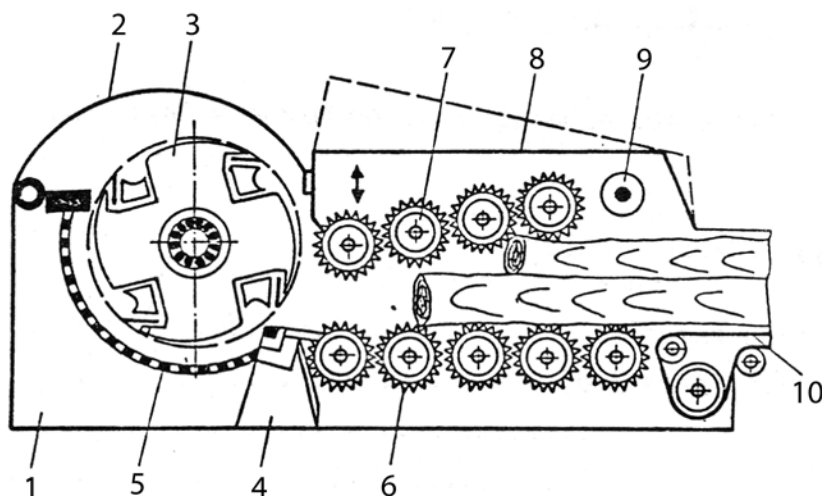
rotorski sekalnik in
sekalnik s krožno ploščo.

V obratovanju so sekalniki majhnih in zelo velikih kapacitet in moči motorja (največji 110 kW). Kapaciteta se navaja glede na vhodno surovino v prm/h.

Dolžina sekanca je pomembnejši podatek. Odvisen je od vrtilne hitrosti rotorja, števila nožev in podajalne hitrosti.

Rotorski sekalnik

Na sliki 198 je rotorski sekalnik, ki se pogosto uporablja.



- | | |
|--------------------|--|
| 1 – ohišje | 6 – spodnji podajalni valj |
| 2 – pokrov rotorja | 7 – zgornji podajalni valj |
| 3 – rotor z noži | 8 – nosilec zgornjih valjev |
| 4 – protinož | 9 – os nihanja nosilca zgornjih valjev |
| 5 – sito | 10 – tračni transporter |

Slika 198: Rotorski sekalnik – shema (4.: 42)

Rotorski (valjčni, bobnasti) sekalnik je zgrajen zelo robustno. Težko in močno jekleno ohišje (1) nosi rotor (3), ki je uležajen v sodčkaste nihalne ležaje, ženejo pa ga klinasti jermeni. Vanj so pritrjeni sekalni noži (od 2 do 6 nožev). Med vrtenjem rotorja nož najprej stisne les na protinož (4) in ga potem čelno odseka. Takšno delovanje povzroča značilne tresljaje in hrup sekalnika.

Noži so v rotor običajno pritrjeni z vijaki, uporablja pa se tudi hidravlična pritrditev (podobno kot pri skobeljni glavi).

Podajalni valji (6 in 7) so ozobljeni in uležajeni v ohišje. Valje v zgornji vrsti žene en, v spodnji vrsti pa drug elektromotor. Motorja sta električno vezana (električna gred) in imata vedno enako vrtilno hitrost ne glede na posamično obremenitev. Prenos vrtenja je iz valja na valj s posamezno verigo. Zgornji nosilec valjev se z enim koncem lahko dviga in spušča glede na debelino transportiranega materiala, hkrati pa pritiska na vhodni material s hidravličnimi valji.

Sekanci se sekajo, dokler ne padejo skozi sito (5), ki zagotavlja homogeno surovino. Od stroja se sekanci transportirajo s pnevmatičnim ali z mehaničnim transporterjem.

Sekalnik s ploščo (kolutni sekalnik)

Nože ima radialno vgrajene v okroglo ploščo večjega premera. Podajalna naprava potiska les na ploščo z noži tako, da se les čelno seka. So manj zmogljivi in primerni za proizvodnjo sekancev iz tanjšega lesa in za manjše količine. Proizvajajo večinoma sekance velikosti do 45 mm.

Mobilni sekalniki z dizelskim pogonom so pre-makljivi. Lahko jih postavimo npr. v gozd, kjer sekajo vse vrste gozdnih lesnih ostankov.



Slika 199: Sekalnik s ploščo (X)

5.10 Transportne naprave v žagalnici

Transport v žagalnici zavzema precej časa in prostora. Zagotoviti mora nemoteno oskrbovanje vseh strojev (delovnih mest), hkrati pa poskrbeti za odvoz proizvedenih izdelkov ali polizdelkov.

Transport mora biti prilagojen karakteristikam osnovnega stroja in velikosti žagalnice. Transportne naprave je potrebno skrbno izbrati, kot tudi načrtovati poti in operacije.

Osnovne transportne naprave v žagalnici so transporterji. Transporterji nepretrgano dobavljajo material, imajo veliko kapaciteto, porabijo malo energije in upravljanje je enostavno.

Razlikujemo:

- valjčni,
- verižni in
- tračni transporter.

Pri transporterjih so lahko pridruženi še iz-metalniki, zadrževalniki, obračalniki ...

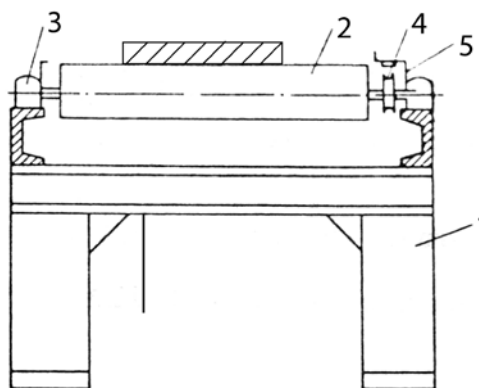
Pri manipulaciji žaganic se velikokrat uporabljajo:

- hidravlične dvizne mize in
- vakumske naprave.

5.10.1 Valjčni transporter

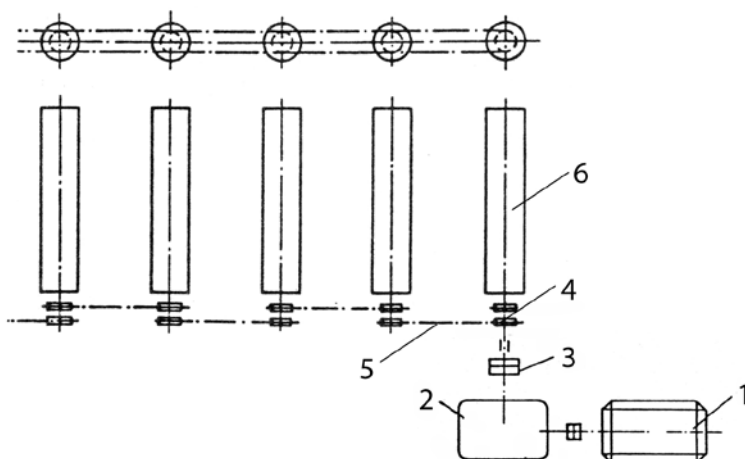
Valjčni transporter ima vse valje gnane. Transportni predmet se pomika s hitrostjo, ki jo imajo valji na obodu. V žagalnici se uporablja za vzdolžni transport desk oz. žagarskih sortimentov.

Zgradba transporterja je prikazana na sliki 200. Valje vrti členasta (Gallova) veriga. Prenos je s posameznimi verigami iz valja na valj (slika 201). Lahko pa je pogon z dolgo verigo, ki oklepa posamezne valje s pomočjo pomožnih zobnikov.



- 1 – stojalo
- 2 – valj
- 3 – ležaj
- 4 – verižni zobnik in veriga
- 5 – zaščitni pokrov

Slika 200: Valjčni transporter (stranski ris) (5.: 41)



- 1 – elektromotor
- 2 – reduktor
- 3 – sklopka
- 4 – verižni zobnik
- 5 – členasta veriga
- 6 – valj

Slika 201: Verižni prenos pri valjčnem transporterju (tloris) (5.: 41)

Sestavni del pogonskega sklopa je vedno reduktor (slika 201), saj imajo elektromotorji previsoko vrtilno hitrost.

Valji so lahko vijačno ožlebljeni. Vijačni valji potisnejo (pripeljejo) desko iz vzdolžne v prečno smer ali jo potisnejo ob prislon in tako pozicionirajo.

Primer 1:

Valji transporterja imajo premer 108 mm, vrtilno hitrost pa 120/min. Izračunajmo hitrost predmeta, ki ga transporter prenaša.

$$v_o = \pi \cdot d \cdot n$$

$$v_o = 3,14 \cdot 0,108 \text{ m} \cdot 120 / \text{min} = 40,7 \text{ m/min}$$

Primer 2:

Valjčni transporter vzdolžno pomika borove plohe debeline 50 mm, širine 24 cm in dolžine 4 m s hitrostjo 6 m/min. Razdalja med kosi je 50 cm. (Glejte sliko 144.)

Izračunajmo:

- a) strojno kosovno in
- b) prostorninsko zmogljivost.

$$K_N = \frac{v_p}{l} \quad l = l_1 + \Delta l = 4 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 4,5 \text{ m}$$

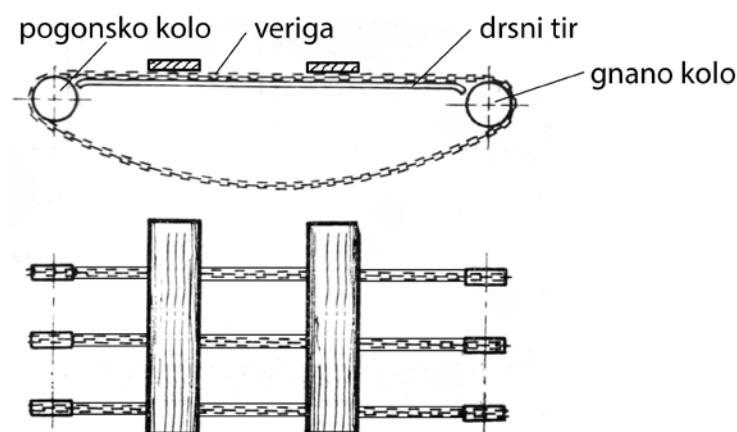
$$K_N = \frac{6 \text{ m}}{4,5 \text{ m min}} = 1,333 \text{ kos/min} \cdot 60 \text{ kos/h} = 80 \text{ kos/h}$$

$$V_1 = d_z \cdot b \cdot l_1 = 0,05 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 0,048 \text{ m}^3$$

$$K_v = K_N \cdot V_1 = 80 \text{ kos/h} \cdot 0,048 \text{ m}^3 = 3,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.10.2 Prečni verižni transporter

Prečni verižni transporter za deske je identičen transporterju za hlode (pogl. 4.1.4). Na sliki 202 je transporter, ki ima tri vzporedne verige. Če je transporter poševen, se na verigo vgradijo zadrževalni čepi.



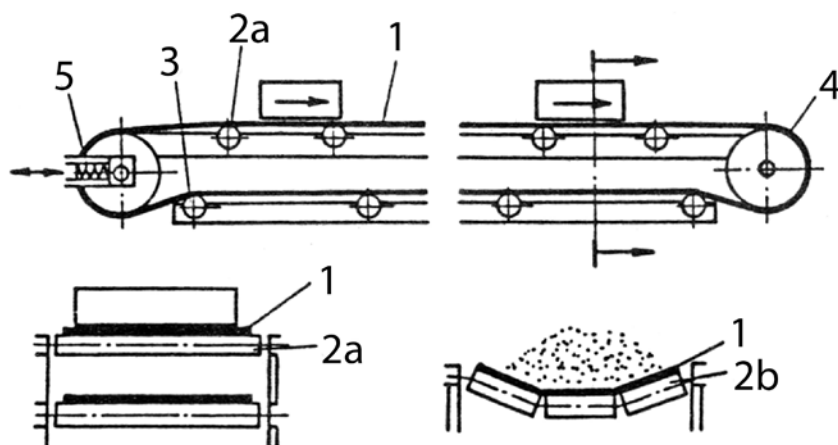
Slika 202: Prečni verižni transporter (tloris) (5.: 36)

5.10.3 Tračni transporter

Sestavljen je iz ogrodja, ki je zvarjen iz jeklenih profilov. Med pogonskim in napenjalnim bobnom je napet trak. Nosilni valji so prosto tekoči in preprečujejo preveliko povešanje traku. Podporni valji pri vračanju preprečujejo opletanje prostega traka.

Trak je običajno iz gumiranega platna. Mora biti ustrezno napet, saj se prenos vrtilnega gibanja prenaša s trenjem. Hitrost traku je lahko velika do 5 m/s in tudi več.

V žagalnicah se uporablja predvsem za transport vseh lesnih ostankov. Nosilni valji so lahko tridelni, da dobi trak koritast presek (slika 203).



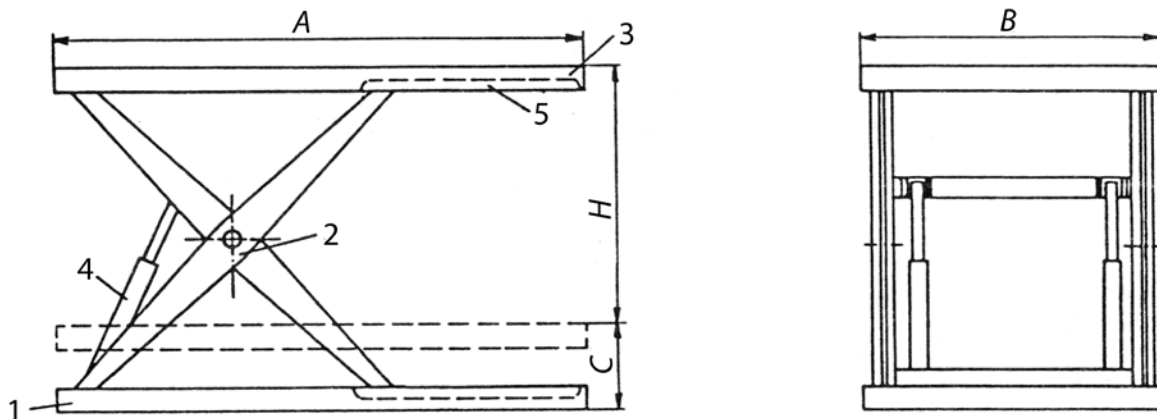
- 1 – gumijast trak
- 2a – enodelni nosilni valji ali
- 2b – tridelni nosilni valji
- 3 – podporni valj
- 4 – pogonski boben
- 5 – napenjalni boben

Slika 203: Tračni transporter (5.: 34)

5.10.4 Hidravlična dvizna miza

Uporablja se pri vseh načinih skladanja žaganic.

Hidravlična miza omogoči, da je pri sestavljanju vrste žaganic v zložaju plošča mize stalno na isti višini. (Pri ročnem skladanju je višina mize ergonomična.) Pred sestavljanjem naslednje vrste žaganic se miza spusti za debelino žaganice in letvice, če je zložaj letvičen. Zaradi višine zložaja (~ 1600 mm) se miza lahko vgradi v jamo.



- | | |
|--|------------------------------|
| 1 – podstavek | 4 – hidravlični delovni valj |
| 2 – nosilca – vrtljivo povezana v »škarje« | 5 – vodila škarij |
| 3 – plošča | |

Slika 204: Hidravlična dvizna miza (5.: 16)

Črpalka hidravličnega agregata pošilja olje v hidravlična delovna valja. Bat valja se izvleče, škarje se stiskajo in plošča se dvigne. Namesto plošče mize se lahko vgradijo negnani valji.

Krmiljenje mize je elektrohidravlično, lahko pa poteka ročno ali avtomatsko.

Tehnični podatki so: nosilnost (do 100 kN), dimenzije plošče, maksimalna višina dviga plošče (~ 1600 mm), minimalna višina (zložena miza), čas dviganja.

Osnovni podatek za nosilnost F_g izračunamo iz enačbe za silo delovnega valja:

$$F_b = \Delta p \cdot S_b \cdot \eta \quad S_b = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$F_g = N \cdot F_b$$

F_g (N).....nosilnost (celotna sila)

F_b (N).....sila delovnega (hidravličnega) valja

Δp (Pa, MPa).....nadtak komprimiranega zraka ali hidravličnega olja

S_b (m²).....površina bata delovnega valja

d (m).....premer delovnega valja

η (-).....izkoristek delovnega valja

N (-).....število hidravličnih valjev

Primer:

Hidravlična delovna miza ima dva valja premera 90 mm. Nadtak hidravličnega olja je 55 bar. Izgube pri delovanju mize so 8 %. Izračunajmo nosilnost.

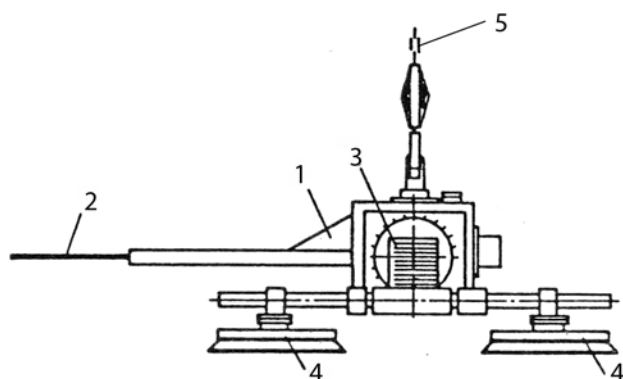
$$F_g = \Delta p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot N \cdot \eta$$

$$F_g = 55 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{3,14 \cdot (0,09 \text{ m})^2}{4} \cdot 2 \cdot 0,92 = 64348 \text{ N} \approx 64 \text{ kN}$$

5.10.5 Vakumska naprava

Manipulacijo oz. prestavljanje ali prenos žaganic se lahko opravlja z vakumsko napravo (slika 205). Vakumsko prijemalo (šoba, sesalo) je okrogle ali podolgovate oblike, zunanji rob je iz gume, da se prilagodi površini telesa in tesni. Iz prijemala se po cevi izsesa zrak z vakumsko črpalko, nastane razlika tlakov (zunanji zračni tlak je večji) in breme se lahko dviga ali prenaša.

Vakumska črpalka lahko ustvari podtlak do 92 kPa (0,92 bar).



- 1 – nosilec (ohišje)
 2 – ročaj s stikali za upravljanje
 3 – vakumska črpalka z elektromotorjem
 4 – prijemalo (šoba)
 5 – nosilna vrv

Slika 205: Snema vakumske naprave (5.: 10)

Sila dviganja (F_g) vakumske naprave se izračuna po znani enačbi za tlak, upoštevati pa moramo varnost in morebitno slabše tesnjenje šobe.

$$F_g = \Delta p \cdot S \cdot N \cdot \eta$$

F_g (N).....teža bremena

Δp (Pa).....podtlak

S (m²).....površina prijemala (šobe)

N (-).....število šob

η (-)izkoristek

Primer:

Vakumska naprava ima 4 šobe (prijemala) premera 100 mm. Črpalka ustvari podtlak 80 kPa. Predvidevamo izkoristek 60 %.

Izračunajmo težo bremena, ki ga lahko dvigujemo in prenašamo.

$$F_g = \Delta p \cdot S \cdot N \cdot \eta$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,1\text{ m})^2}{4} = 0,00785\text{ m}^2$$

$$F = 80 \cdot 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,00785\text{ m}^2 \cdot 4 \cdot 0,6 = 1507\text{ N}$$

5.11 Sortirane naprave in sortiranje žaganega lesa

Po razžagovanju sledi sortiranje žaganic (sortimentov žaganega lesa).

Žaganice sortiramo (razvrščamo) po: dimenzijah (debelini), drevesni vrsti, kakovosti in vlažnosti. Razvrščanje je opredeljeno s standardi.

Kriterij razvrščanja žaganega lesa in standardi so podani v pogl. 3.6.

Obstaja več načinov sortiranja (oz. sortirnih naprav), praviloma pa je prilagojeno določeni žagalnici glede na kapaciteto, vrsto lesa (iglavci, listavci) in vrsto žagarskih proizvodov ...

V današnjem času je sortiranje vsaj mehanizirano. Veliki in sodobni žagarski obrati imajo sortiranje povsem avtomatsko in elektronsko vodeno, kjer se žaganice po sortiranju zložijo v paket. Transportne naprave so zahtevne in obsežne, poleg transporterjev in boksov, vsebujejo tudi razne obračalnike, izmetala, zaustavljalne, zaporne dele ... Merilne in detekcijske naprave, računalniška ter programska oprema pri sortiranju so naj sodobnejše.

Osnovna delitev sortiranja je:

- vizualno in
- strojno (mehansko).

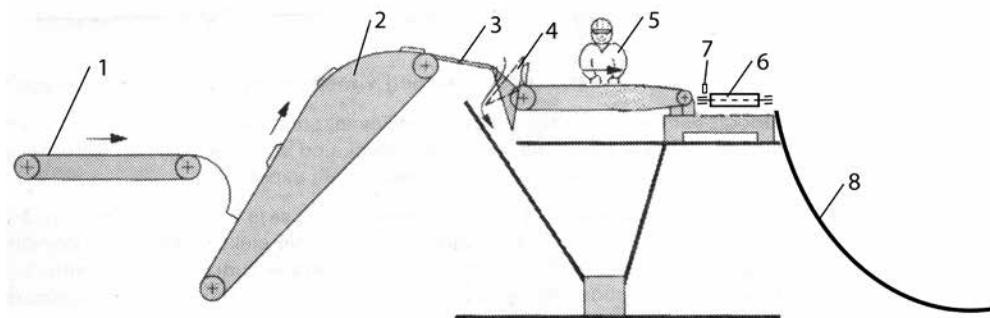
Razlikujemo tudi:

- vzdolžno sortiranje, žaganica se giblje v smeri svoje dolžine (osi);
- prečno sortiranje, žaganica se pomika pravokotno na svojo os.

5.11.1 Vizualno sortiranje (razvrščanje)

Vizualno razvrščanje temelji na osnovi zgradbe lesa in napak, ki so vidne s prostim očesom.

Žagan les v kvalitetni (sortirni) razred razporedi delavec (sortirec) (glejte pogl. 3.6.2).



- 1 – odlaganje nesortiranih žaganic (podstavek s prečnim verižnim transporterjem)
- 2 – osamitev žaganic (prečni verižni transporter z oporniki)
- 3 – zapora
- 4 – obračanje (obračalnik s trikotniki)
- 5 – ocenitev kvalitete (sortirec)
- 6 – vzdolžno sortiranje žaganic (vzdolžni valjni transporter)
- 7 – izmetalo žaganic
- 8 – sortirni boks (odlagalno mesto sortiranih žaganic)

Slika 206: Vizualno razvrščanje žaganic in vzdolžno sortiranje (S. K.)

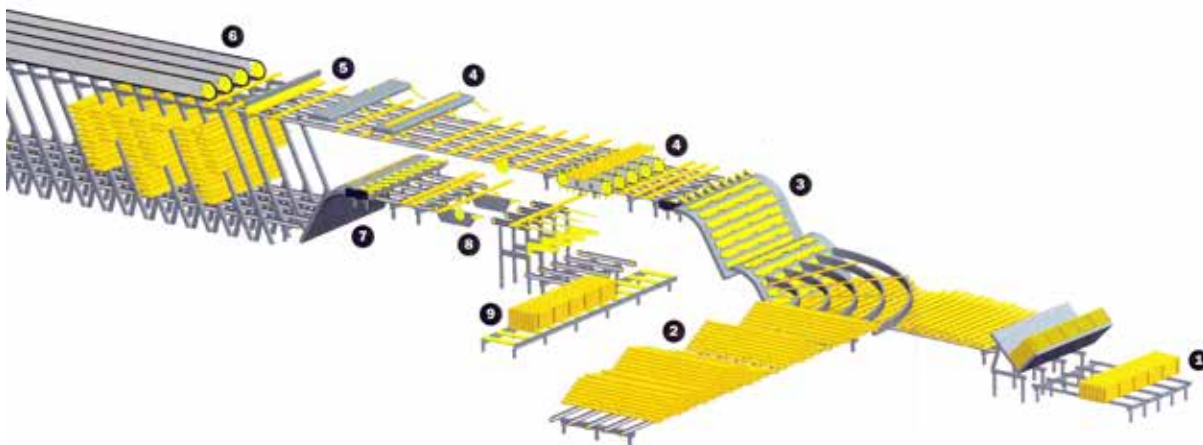
Žaganica se na prečnem verižnem transporterju z oporniki (slika 206) osami, nato jo trikotni obračalnik obrne, da so vidne vse ploskve. Sortirec tako vizualno oceni kakovost žaganice in jo pošlje v ustrezen sortirni boks. Žaganica se giblje po valjčnem transporterju v smeri svoje dolžine, izmetalo pa jo izvrže v boks (vzdolžna razvrstitev). V posameznem boksu se tako zberejo žaganice enake kakovosti in debeline. Sortirec ima lahko na ekranu tudi podatke o dimenzijah in podatke o optični zaznavi površin žaganic, vendar on odloča o sortirnem razredu, npr. C16.

Vzdolžno sortiranje zahteva dolgo valjčno progo posebej pri večjem številu sortirnih boksov. Zato se več uporablja prečno sortiranje, ki bo prikazano na naslednji sliki 207.

5.11.2 Strojno sortiranje

Strojno sortiranje se izvaja z različnimi napravami in različna je lahko stopnja avtomatizacije. Podamo samo začetek operacije, ki nato samodejno poteka skupaj s skladanjem v zložaj. Podatki za sortiranje so pridobljeni z merjenjem, skeniranjem ... Navedene podatke računalnik procesira in pošlje žaganico v ustrezen boks. Možna je tudi dodatna vizualna ocena značilnosti sortimenta.

Na sliki 207 je prikazana sodobna, povsem avtomatizirana linija za prečno sortiranje.



Slika 207: Strojno sortiranje in skladanje žaganic (X)

Pojasnilo slike 207:

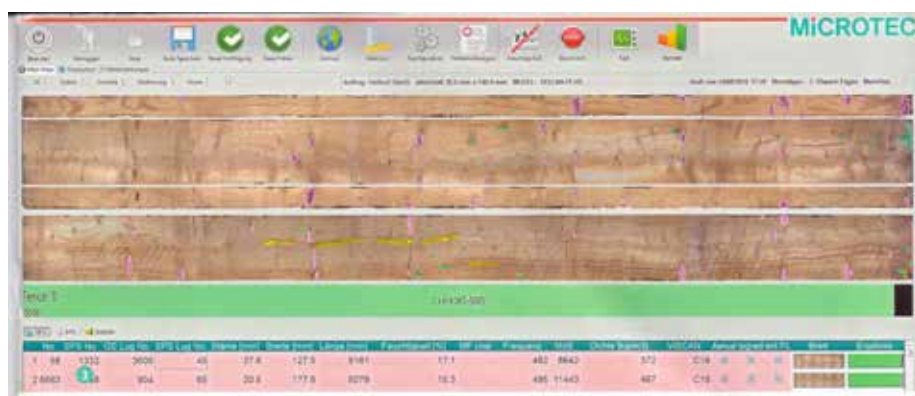
- 1 – zaradi nagiba letvičenega zložaja žaganice zdrsijo na prečni verižni transporter, pri čemer letvice padejo na spodnji transporter, ki jih odstrani
- 2 – vstop žaganic v linijo za sortiranje je lahko neposredno od žagalne linije (drugi način)
- 3 – osamitev – prečni verižni transporter z oporniki
- 4 – skeniranje dveh ali vseh štirih strani sortimenta; prepoznavna položaja in velikosti grč, razpok, smolnih kanalov ter drugih napak lesa
- 4 – merjenje elastičnega modula, gostote za določanje trdnosti konstrukcijskega lesa
- 5 – lasersko merjenje dimenzij in merjenje vlažnosti lesa
- 6 – razporejanje žaganic v ustrezne prečne poševne bokse
- 7 – transport iz boksa in razporeditev žaganic
- 8 – pretočni dvostranski čelilnik
- 9 – naprava za skladanje v zložaj (letvičen ali neletvičen)

Na sliki 208a lahko razpoznamo obračanje desk in skeniranje dveh ali štirih površin v obravnavani strojni liniji za sortiranje. Slika 208b predstavlja grafični prikaz skeniranih površin. Napake so barvno označene. Vsaka žaganica je označena s kodo in vsi podatki so evidentirani ter služijo za pravilno sortiranje.

Linija je primerna v velikih žagalnicah in za gradbeni les (iglavci). Les pridobi oznako CE, ki potrjuje, da je žagan les skladen s tehnično specifikacijo, ki je predpisana na ravni Evropske unije.



a) obračanje in skeniranje sortimentov



b) prikaz skenirane površine (štiri ploskve) in podatkov na zaslonu – napake so obarvane

Slika 208: Določanje napak pri strojnem sortiranju (15.: 14–15)

5.12 Skladanje žaganega lesa v zložaj

Po sortiranju sledi zlaganje žaganega lesa v zložaje (skladanje). Zložaji so:

- letvičeni ali
- neletvičeni.

Letvičeni zložaji so namenjeni sušenju lesa. Pri transportu z viličarjem ali žerjavom so žaganice zložene v zložaje, ki so nižji od višine skladovalnice. Skladovalnica pa je sestavljena iz dveh ali treh zložajev. (Glejte sliko 215.)

Neletvičene zložaje (pakete) povežemo s trakom zaradi lažje manipulacije in transporta.

Praviloma so žaganice pri neletvičenih zložajih osušene na 20 % vlažnost. Standard namreč predpisuje dimenzije žaganemu lesu pri vlažnosti 20 % in les je pri tej vlažnosti že zaščiten proti glivam.

Paketni čelilnik

Povezani paketi so praviloma očeljeni na točno dolžino s čelilnikom za paket žaganega lesa. Na sliki 209 je prikazan mobilni čelilnik z verižno žago.



a) mobilni verižni čelilnik

Slika 209: Paketni čelilnik (X)



b) čeljenje

Zložaj desk prevažamo s čelnim ali z bočnim viličarjem.

Skladanje žaganic je lahko:

- ročno, pri čemer je v pomoč hidravlična dvizna miza;
- mehanizirano z vakumsko napravo in s hidravlično dvizno mizo;
- strojno, kjer je skladanje žaganic povsem mehanizirano in avtomatizirano.

Mehanizirano skladanje je prikazano na sliki 210. Vidimo dve ločeni vakumski napravi za prenašanje, sortiranje in skladanje težkih in daljših sortimentov.

Vakumska naprava se z žerjavom giblje v treh smereh (vzdolžno, prečno in po višini) ter tudi obrača (4 D). Pri ročnem upravljanju s stikali je krmiljenje daljinsko. Krmiljenje je lahko programirano in naprava deluje kot industrijski robot.



Slika 210: Vakumski napravi (X)

Skladalnik za strojno skladanje žaganic lahko deluje samostojno. Velikokrat pa je vključen na konec linije za sortiranje (slika 207 in tudi slika 223). Podali bomo njegov kratek opis delovanja. (Obstajajo različni skladalniki, vendar je osnovno delovanje enako, npr. prečno zlaganje, spuščanje hidravlične mize ...)

Zložaj se sestavi na hidravlični dvizni mizi, ki ima namesto plošče vilice. Pomik žaganic v zložaj je v prečni smeri.

Posamične deske potujejo po prečnem verižnem transporterju, na koncu transporterja se pomaknejo na podložne vilice, kjer se ustavijo. Tako se formira ena vrsta desk širine zložaja. Vilice se vodoravno pomaknejo nad zložaj in pri gibu nazaj stresejo deske in tako po širini nastane nova vrsta. Hidravlična miza se spusti za debelino žaganice.

V primeru letvičenega zložaja se nad vrsto žaganic postavi vakumska naprava, ki nosi letvice v predvidenem razmiku. Po prekinitvi vakumska se letvice spustijo na površino zložaja, vakumska naprava pa se umakne in iz šaržerja sprejme nove letvice. Delovanje se ponavlja, dokler zložaj ne doseže predvidene višine. Zložaj se umakne z viličarjem ali valjčnim transporterjem.

5.13 Modernizacija žagarske proizvodnje

Sodobni procesi v žagarski proizvodnji so avtomatizirani, robotizirani in povezani z naprednimi računalniškimi programi za vodenje in nadzor nad potekom proizvodnje. Avtomatizirana je lahko celotna proizvodnja ali pa samo del proizvodnega procesa.

Avtomatizacija in informatizacija procesov prispeva k skrajševanju časa izdelave, večanju zmogljivosti in s tem k zniževanju proizvodnih stroškov. Vse to bo pripomoglo k razbremenitvi težkega dela in povečani kakovosti proizvodnje.

Metode in stopnje avtomatizacije so različne in odvisne od več dejavnikov, vsekakor pa je velikost žagarskega obrata eden od pomembnejših podatkov.

Delovni proces torej poteka avtomatsko oz. samodejno: hlode in sortimente merimo s stabilno elektronsko napravo, razžaganje pa krmilimo

numerično. Merimo lahko tudi mehanske lastnosti in vlažnost lesa ... Na osnovi maksimalnega izkoristka žaganja lesa, ki ga izračuna in določi računalnik z ustrezno programsko opremo, se hlod razžaga. Tudi razvrščanje žaganic, njihovo letvičenje v skladovnice ali vezanje v pakete je strojno in avtomatizirano (napake se zaznajo s skeniranjem in z drugimi metodami). Proces obsega tudi skladiščenje in odpremo žagarskih sortimentov. Vrstni red operacij obdelave se določi tako, da se optimizira čas obdelave in transporta.

Kljub popolni avtomatizaciji poteka proizvodnje upravljaivec nadzira način žaganja hlodovine, tehnološke parametre obdelave in tudi dokončno določanje kvalitete oz. kakovosti sortimentov.

Takšna žagalnica je upravičena pri večji zmogljivosti predelane hlodovine.

Digitalizacija

Nadaljnjo razvojno stopnjo predstavlja digitalizacija, ki obsega celotno poslovanje podjetja, torej tudi povezavo z zunanjimi partnerji (nabava surovin in materiala, prodaja izdelkov ...). Vsi podatki morajo biti v digitalni obliki. Digitalizacija zahteva kompatibilnost programske in strojne opreme v celotni verigi, kar je zahtevna in obsežna naloga. Digitalne rešitve doprinesejo večjo učinkovitost na vseh področjih: hitrejšo uvajanje novih izdelkov in inovacij, večjo prilagodljivost (fleksibilnost) v proizvodnji in poslovanju, boljše izkoriščenje svojih zmogljivosti in pocenitev poslovanja, razširitev na zahtevnejše trge ...

Ne glede na navedeno, moramo skrbeti za brezhibno rezalno orodje in ustrezne procesne parametre (rezalna in podajalna hitrost, globina odrezovanja ...). Upoštevati moramo vrsto lesa (gostoto), vlažnost, napake v lesu ...

Vsi ostanki lesa pri žaganju se lahko uporabijo koristno.

Vprašanja in naloge

1. Opišite in razložite podajalni mehanizem tračnega stroja za cepljenje.

2. Tračni žagalni stroj za cepljenje ima premer koluta 1100 mm in vrtilno hitrost 520/min.

Želimo kvalitetno površino desk, zato določimo razmik rezov 0,7 mm. Delitev zob žaginega lista je 45 mm.

Izračunajte hitrost žaganja in podajalno hitrost.

Rezultat: $v_o = 30 \text{ m/s}$; $v_p = 28 \text{ m/min}$.

3. Podrobneje razložite tehnične podatke pri dvostranskem večlistnem robilniku. Zakaj je pomemben prikaz linije žaganja z laserskimi senzorji?

4. Pojasnite žaganje pri podmiznem nihalnem čelilniku. Utemeljite uporabo žaginega lista z negativnim cepilnim kotom.

5. Navedite sestavne dele sekalnika in pojasnite značilen hrup sekalnika.

6. Pojasnite in utemeljite pomen ustreznega sortiranja žaganega lesa.

7. Oglejte si videoposnetek:

<https://www.youtube.com/watch?v=et2Wt-FQymAA>

(ali posnetek, ki ga sami najdete) in zapišite potek sortiranja in zlaganja žaganega lesa.

8. Hidravlična delovna miza ima nosilnost 60 kN. Ima dva valja premera 70 mm. Izgube pri delovanju mize so 7 %.

Izračunajte nadtlak hidravličnega olja.

Rezultat: $\Delta_p = 8,4 \text{ MPa}$.

9. Vakumska naprava ima štiri prijemala premera 100 mm. Na vakummetru odčitamo podtlak 0,82 bar. Upoštevati bomo 65 % izkoristek.

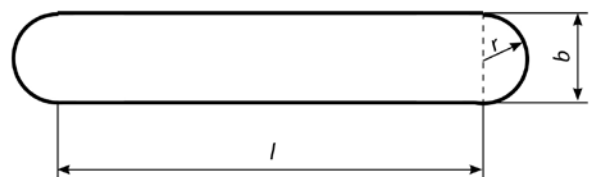
Kolikšna je lahko teža deske?

Rezultat: $F_g = 1674 \text{ N}$, $m = 167,4 \text{ kg}$.

10. Slika 210 kaže dve vakumski napravi. Ena naprava lahko nosi breme mase 750 kg. Predpostavimo, da je vakumsko prijemalo široko 120 mm, ustvarjen podtlak je 0,88 bar, izkoristek (predimenzioniranje) pa bomo predvideli 70 %.

Izračunajmo dolžino (l) prijemala (slika 211).

Rezultat: $l = 0,41 \text{ m}$.



Slika 211: Vakumsko prijemalo – naloga 10 (X)

6. SKLADIŠČE ŽAGANEGA LESA

Skladišče je površina, na katero se zlagajo proizvedeni sortimenti žaganega lesa. Ne služi samo za skladiščenje do odpreme, ampak tudi za sušenje lesa na prostem (naravno sušenje).

Hlode žagamo z višjo vlažnostjo (običajno več kot 40 %). Nastale žaganice moramo osušiti vsaj na vlažnost 20 %, da so zaščitene pred glivami. Vlažnost lesa 20 % je tudi referenčna vlažnost, kar pomeni, da so dimenzije sortimentov predpisane pri tej vlažnosti.

Sušenje na prostem traja dalj časa, zato je za skladišče potrebna velika površina in v žagarske sortimente so vložena precejšnja finančna sredstva.

S tehničnim sušenjem bistveno skrajšamo čas sušenja. Obstajajo računske metode, kdaj se izplača naravno in kdaj tehniško sušenje.

Vsekakor imajo veliki in sodobni obrati sušenje lesa v sušilnicah (kanalih), skladiščenje žaganic v paketih pa v halah.

Skladišče žaganega lesa na prostem

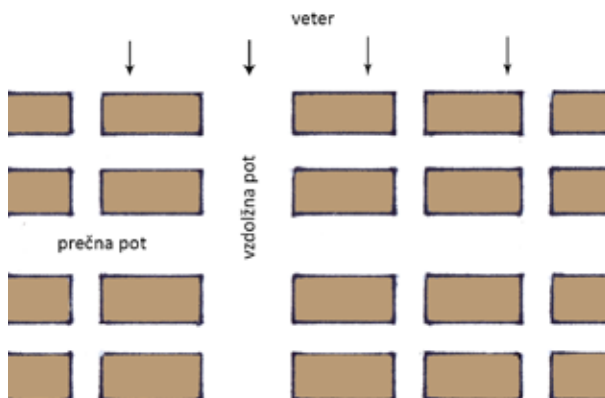
Skladišče na prostem služi za nemoteno manipulacijo z lesom in za naravno sušenje lesa.

Biti mora ravno, suho, utrjeno, brez trave in tako postavljeno, da ni ovirano naravno gibanje zraka. Plevel, trava, ostanki lubja in delcev lesa so leglo gliv in insektov. Površina naj bo ravna, da lahko meteorna voda odteka po odvodnjavnih kanalih. Če ni dovolj suho, mora biti drenažirano. Posuto naj bo z gramozom ali ugaski, najbolje pa je asfaltirano ali betonirano.

Skladovnice postavimo pravokotno na smer stalnega vetra. Med njimi mora biti primeren razmik, da je gibanje zraka nemoteno.

Skladišče je razdeljeno na polja z vzdolžnimi in s prečnimi potmi zaradi možnosti transporta posameznih skladovnic, zaradi boljšega gibanja

zraka in tudi zaradi protipožarne varnosti. Širina poti je odvisna od načina transporta.



Slika 212: Tloris dela skladišča – omogočen je dostop do vsake skladovnice (3.: 261)

6.1 Skladovnica

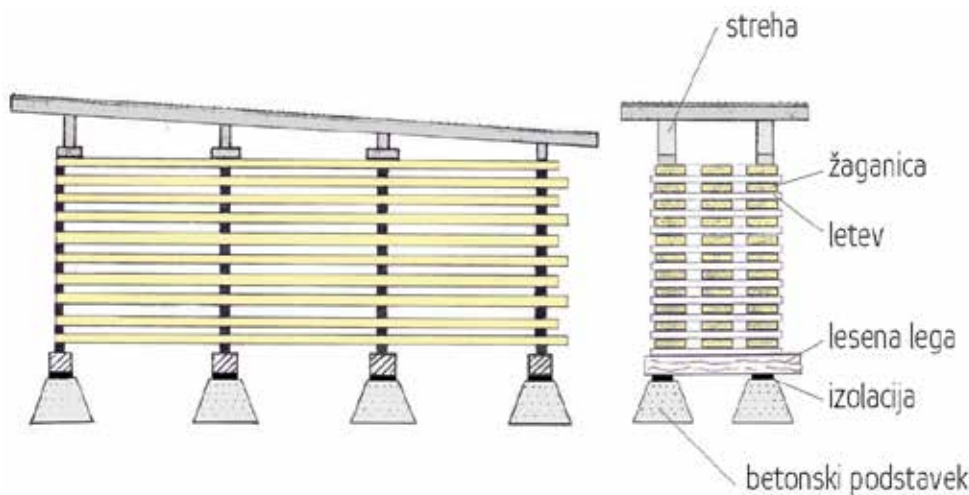
Skladovnico sestavljajo žaganice (deske, plohi), zložene ena poleg druge v vrsto, ki so med seboj ločene z letvicami. Letvice so postavljene prečno na žaganice in omogočajo gibanje zraka skozi skladovnico v prečni smeri. Skladovnica naj bo usmerjena tako, da jo stalni veter prepiha. Ima obliko kvadra, dimenzije so odvisne od dimenzij lesa, transporta in tudi dimenzij sušilnice. Položimo jo na jekleno ali leseno lego, ki leži na betonskih podstavkih, ki so visoki 40–50 cm, da se zrak lahko odstrani oz. zamenja. Lese na lega naj bo izolirana od betonskega podstavka, da se ne vlaži. Priporoča se nagib leg in s tem skladovnice (2–3 cm na 1 meter), da deževnica po deskah lahko odteka. Skladovnica naj bo pokrita s prenosno streho, da je les zaščiten pred padavinami in direktnimi sončnimi žarki. Strehe so različnih izvedb: enostavna je valovita pločevina, deske so pokrite s folijo ali pločevino, valovite kritine iz umetnih mas ... Streha

mora biti dvignjena vsaj za 10 cm od žaganic, da je zagotovljen prost dostop zraka. Postavljena pa mora biti pod zadostnim naklonom, da meteorna voda odteče. Zaradi pogoste menjave mora biti pritrditev strehe enostavna.

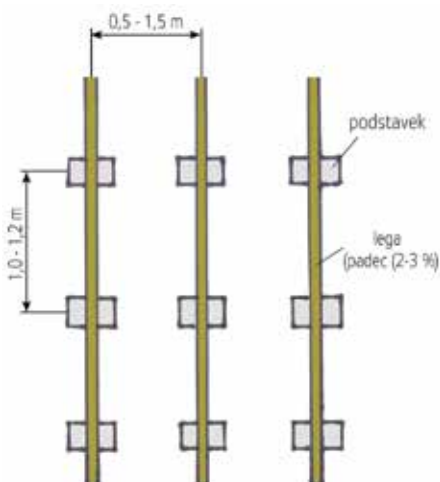
Pri naravnem sušenju se priporoča, da so deske v vodoravni vrsti skladovnice razmaknjene med seboj (do ~ 5 cm), da se lahko zrak giblje vertikalno med njimi.

Še enkrat poudarimo, da mora biti okoli skladovnice prosto gibanje zraka, da se zrak lahko zamenja, da v zložaj pride sveži zrak, saj se samo tako sušenje lesa nadaljuje.

Izpostavimo, da tudi pri ročnem letvičenju uporabimo hidravlično dvizno mizo in skladamo na pokritem prostoru. Skladovnico pa z viličarjem prepeljemo na skladišče.

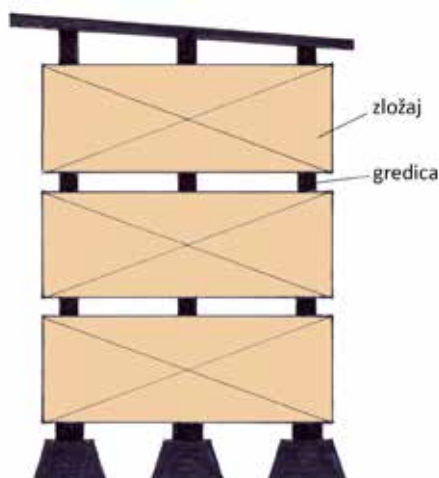


Slika 213: Skladovnica (3.: 261)



Slika 214: Podnožje (tloris) – skladovnica leži prečno (3.: 261)

Pri transportu z viličarjem skladajo deske v letvičene zložaje, ki so nižji od višine skladovnice. Tako je skladovnica sestavljena iz dveh ali treh zložajev, ki ležijo drug nad drugim in so med seboj ločeni z gredicami, da je med njimi prostor za vilice viličarja. Običajno so skladovnice visoke 4–6 m.



Slika 215: Skladovnica, sestavljena iz zložajev (3.: 262)

Sodobno skladiščenje žaganega lesa je tudi na konzolnih regalih s streho (slika 216). Odpade nameščanje strehe nad vsako skladovnico, obenem so zložaji enostavno dostopni.



Slika 216: Konzolni regali s streho (X)

6.1.1 Letvičenje

Zlaganje žaganic v skladovnico imenujemo letvičenje, ki je ročno ali strojno. Moramo pa paziti, da so:

- letve zložene natančno druga nad drugo, da se žaganice zaradi teže ne zvijajo in so
- čela žaganic poravnana (vsaj na eni strani skladovnice) in vertikalna.

Letve za letvičenje (distančne letve) so običajno iz smrekovine ali jelovine, ki ne povzročajo obarvanja drugih vrst lesa. Njihova vlažnost naj bo 8–10 %.

Letvice so lahko kvadratnega ali pravokotnega prereza. Pomembna je debelina, ki je odvisna od debeline žaganic.

Preglednica 24: Dimenzije letev

Debelina žaganic (mm)	Debelina letev (mm)		Razmik med letvami (mm)
	Listavci	Iglavci	
15–20	18	15	400–700
20–30	22	18	600–800
30–40	25	20	800–1000
40–60	30	25	1000–1200
60–80	35	30	1200–1400
80–120	40	35	1300–1600

6.2 Lope

Priporočeno je skladiščenje in naravno sušenje v pokritih lopah z odprtim prostorom ob straneh. Les je tako na suhem in zaščiten pred vremenskimi ujmami. Posledično se hitreje suši, manj je podvržen napakam, manipulacija z njim je lažja in delavcem bolj prijazna.

Posebej občutljiv les (javor, hrast, jesen, bukev, bor, lipa) bi morali sušiti v lopah.

Lope so lahko tudi zaprte, vendar z možnostjo odpiranja sten za temeljito menjavo zraka. Za prepihovanje skladovnic se lahko uporabljajo aksialni ventilatorji (pospešeno naravno sušenje).

V lope skladiščimo tudi naravno posušen les. Skladovnico lahko razletvičimo in žaganice zložimo v paket brez letvic, vendar mora vlažnost (ravnovesna) lesa približno ustrezati klimi okolnega zraka, da se les ponovno ne navlaži.

6.3 Transport žaganic na skladišču

Za transport žaganic se uporabljajo:

- čelni in
- bočni viličar ter
- portalni žerjav s previsom.

Širina poti je odvisna od transportne naprave. Najozžje poti so pri portalnem žerjavu. Portalni žerjav smo že omenili za transport po hlodišču. Žerjav je draga in zahtevna naprava (varnost). Primeren je za največje kapacitete, kjer je na razpolago malo skladiščne površine. Na skladišču žaganega lesa se uporablja redko.

Eugene Bradley Clark je v ZDA leta 1917 predstavil prvi dvižni voz z motorjem z notranjim izgoranjem. Po raznih izboljšavah so po drugi svetovni vojni viličarje začeli serijsko proizvajati in množično uporabljati. Uvedbo viličarja je spremljala paletizacija, ki je največja prelomnica v načinu transporta. Danes je v cestnem prometu približno 95 % kamionskih in okoli 75 % vagonskih pošilk paletiziranih.

6.3.1 Viličar

Z viličarjem breme dvigamo, prevažamo in spuščamo. Njegova značilnost je hitro sprejemanje (nakladanje) in oddajanje (razkladanje) bremena. Tudi pri manipulaciji z bremenom je hiter in okreten, saj ni omenjen na določen prostor kot žerjav. Primeren je za vse vrste bremena, ki se lahko zloži na paleto. Transportiramo tudi večja kosovna bremena (npr. žagan les), ki morajo biti zložena na posebnih legah, da pridejo vilice pod breme.

Za transport z viličarjem potrebujemo dobro utrjeno cesto, ki zavzame precejšen del skladiščne površine.

Osnovna delitev viličarjev je po legi vilic:

- čelni in
- bočni viličar.

Delitev viličarjev po pogonski energiji je:

- viličar z motorjem na notranje izgorevanje in
- viličar z elektromotorjem in akumulatorjem.

Motor na notranje izgorevanje je na dizelsko gorivo ali plin. Zaradi strupenih izpušnih plinov (ogljikov monoksid) se sme tak viličar uporabljati samo na prostem. V prostoru mora biti opremljen s specialnim filtrom za čiščenje izpušnih plinov in z dušilcem hrupa motorja.

Enosmerni električni motor dobi električno energijo iz akumulatorja, ki je nameščen na vozilu. Največ se uporabljajo svinčeni akumulatorji.

Enostaven je viličar s tremi kolesi, saj elektromotor poganja samo zadnje kolo.

Zaradi razvoja električnih vozil in vse strožjih predpisov o varovanju okolja bo v prihodnosti pogon vozil temeljil na elektriki. Električna energija ne sme biti proizvedena s fosilnimi gorivi, ampak iz obnovljivih virov.

Posebno viličarji z **litij-ionsko baterijo** porabijo manj energije, baterije se hitreje polnijo in vzdržijo dalj časa kot klasične svinčeno-kislin-

ske baterije. Litij-ionske baterije so lahke in pri polnjenju ni nevarnosti vžiga nastajajočih plinov, so pa precej drage.

Iščejo tudi nove rešitve. Obetaven je pogon težjih vozil na **gorivne celice**, ki je v fazi uveljavljanja in preizkušanja. Gorivna celica pretvarja kemijsko energijo vodika in kisika (zrak) neposredno v električno energijo, ki poganja elektromotor vozila. Pri tem procesu ni izpuščanja nobenih škodljivih snovi in tudi ne ogljikovega dioksida. Delovanje gorivne celice je podobno galvanskemu členu (akumulator, baterija), s tem da celico polnimo z vodikom in zrakom, kar povzroči nastanek električne napetosti. Gorivne celice vsebuje drage elemente (tudi platino). Vodik se lahko pridobi iz metana, vode, biomase ..., vendar je cena precej višja od elektrike. Vodik je zelo eksploziven plin, zato sta skladiščenje in transport zahtevna. Npr. avtomobili se polnijo z utekočinjenim vodikom pod tlakom od 350 pa do 700 bar.

Utekočinjen vodik se samostojno uporablja tudi za pogon motorja z notranjim izgorevanjem predvsem pri večjih vozilih in ne onesnažuje okolja.

Glede na uporabo razlikujemo:

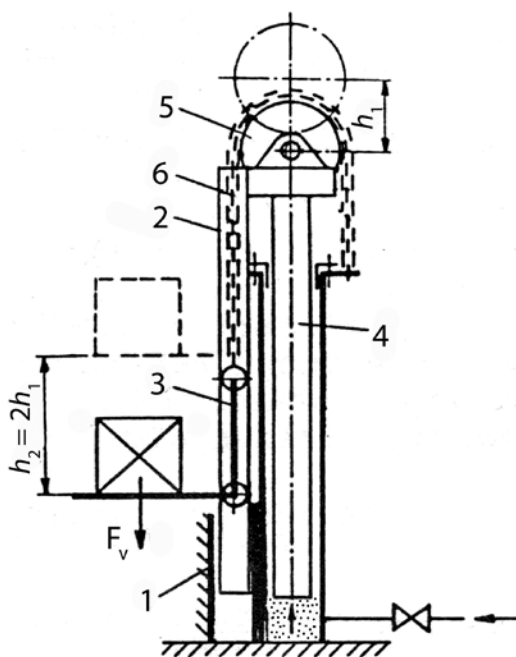
- viličarja za transport v halah, ki mora ustrezati strožjim varnostnim predpisom in
- viličarja za transport zunaj hal, ki je bolj robustne izvedbe.

Poznamo še **univerzalni ali štirismerni viličar**, ki se lahko giblje v vseh smereh, ker lahko vsa štiri kolesa obrača za 90°. Zelo dobro izkoristi površino, saj za manipulacijo potrebuje manj prostora. Uporablja se predvsem v halah, saj zahteva gladko in ravno cesto zaradi manjših koles. Ima elektropogon.

6.3.1.1 Zgradba viličarja

Viličar je zgrajen kot transportno cestno vozilo. Obravnavali bomo posebnost: dvigalno napravo.

Dviganje bremena je hidravlično. Hidravlični agregat ustvari olje s tlakom, ki po cevovodu vodi v hidravlični valj dvigalne naprave. Batnica valja je pritrjena na sredini pomičnega okvira in ga dviga po vodilih fiksnega okvira. Vodila so kotalna z večjimi kolesi. Po pomičnem okvirju se istočasno dvigajo tudi vilice, ki so pritrjene na dveh verigah. Tako pride do dvojne hitrosti in dvojnega dviga vilic glede na hidravlični valj (slika 217).



- 1 – fiksni okvir z vodili
- 2 – pomični okvir z vilicami
- 3 – vilice
- 4 – hidravlični valj
- 5 – verižno kolo
- 6 – veriga

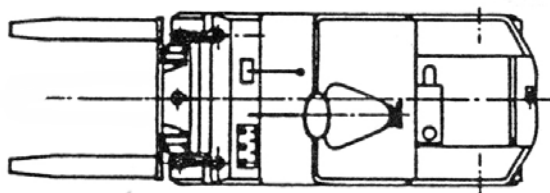
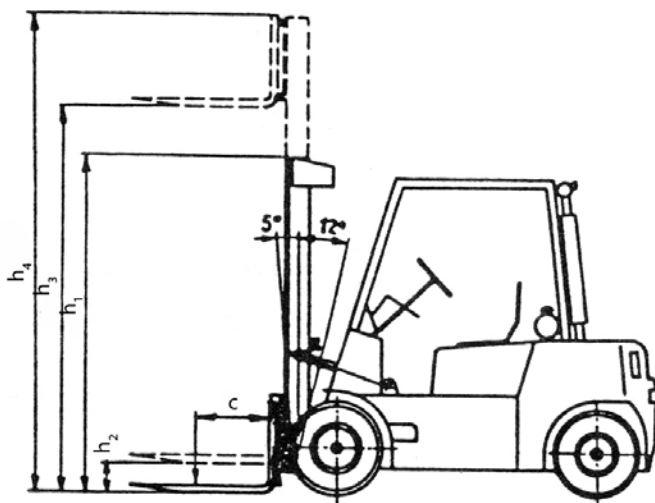
Slika 217: Shema dvigalne naprave (6.: 22)

Dvigalna naprava pri čelnem viličarju se z drugim hidravličnim valjem nagne malo naprej, da se breme lažje naloži, in nato nazaj, da je breme bolj stabilno.

Dvigalna naprava pri bočnem viličarju se po močnih vodilih premakne navzven iz viličarja in nazaj v vodoravni smeri zaradi sprejemanja bremena. Pomik se ustvari z dvema posebnima hidravličnima valjema.

6.3.1.2 Čelni viličar

Čelni viličar ima dvigalno napravo spredaj. Pri nakladanju se z vilicami zapelje pod breme in ga dvigne. Zložaj na vilicah leži prečno, zato je širina ceste odvisna od najdaljših žaganic. Dolgo breme na vilicah ni stabilno. Na urejenem skladišču žaganega lesa, kot kaže slika 212, se mora viličar obrniti za 90° iz smeri vožnje, kar zahteva še več prostora za manipulacijo.



Slika 218: Čelni viličar (6.: 24)

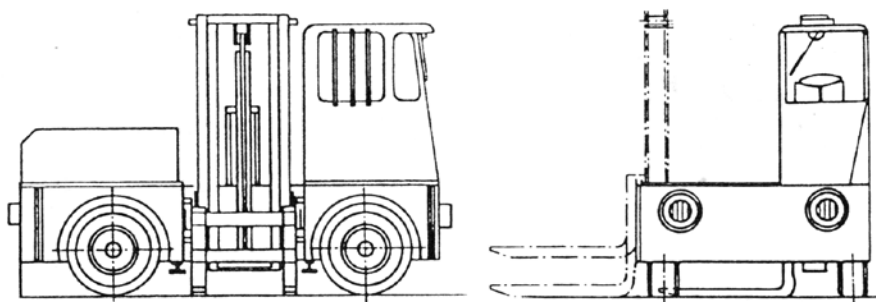


Slika 219: Čelni viličar pri transportu bulsov

6.3.1.3 Bočni viličar

Bočni viličar ima dvigalno napravo ob strani (boku). Viličar naklada breme v smeri vožnje in pri tem miruje. Dvigalna naprava se pomakne navzven pod breme, ki ga dvigne in nato potegne na plato, kjer breme med vožnjo leži. Zaradi stabilnosti ima pri nakladanju sproženi dve oporni hidravlični nogi.

Breme je med vožnjo stabilno, zato je primeren za transport daljših kosov (žaganice, trami). Širina ceste je odvisna samo od širine viličarja. Za manipulacijo potrebuje manj prostora, vendar več časa kot čelni viličar. Površina skladišča se precej bolje izkoristi.



Slika 220: Bočni viličar – dvigalna naprava je v položaju za sprejem bremena (6.: 25)

6.3.1.4 Tehnični podatki

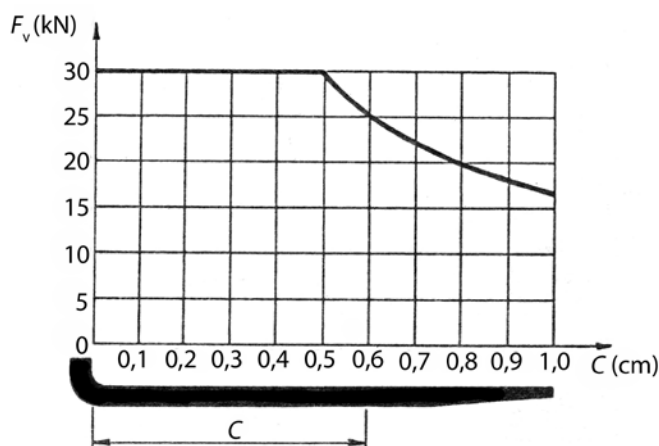
Osnovna podatka viličarja sta nosilnost in višina dviga bremena.

Nosilnost

Nosilnost (F_v) pove, kako težak tovor lahko nosi viličar. Giblje se od 4 do 250 kN. Nazivna nosilnost čelnega viličarja je odvisna od težišča bremena na vilicah. Viličarist določi nosilnost z diagramom, ki je na armaturni plošči.

Primer:

Nazivna nosilnost viličarja je 30 kN in velja do razdalje $C = 0,5$ m (slika 221). Določimo dejansko nosilnost, če je breme daljše in je težišče bremena na razdalji od začetka vilic 600 mm.



Slika 221: Diagram nosilnosti viličarja (6.: 23)

Odčitamo: Zmanjšana nosilnost je 25 kN.

Višina dviga

Razlikujemo naslednje višine (glejte sliko 218):

h_1 – višina viličarja – zunanja mera;

h_2 – prosti dvig – je dvig vilic brez povečanja višine viličarja, na tej višini čelni viličar vozi breme – dvig je največ do 30 cm od tal;

h_3 – maksimalna višina dviga bremena (do 4 m);

h_4 – višina viličarja pri maksimalni višini dviga – npr. pove nujno višino prostora.

Za večje višine dviganja (do 6,5 m) ima viličar dvigalno napravo s teleskopskim hidravličnim valjem in pomičnimi okvirji, ki se izvlečejo. Nosilnost viličarja se pri teh višinah zmanjša.

Viličar ima lahko različno dolge vilice in medsebojni razmik vilic se lahko spremeni. Tako se vilice prilagodijo širini in dolžini bremena (čelni viličar). Namesto vilic ima lahko tudi razna prijemala, ki se prilagodijo bremenu, da se ta lahko prime in transportira.

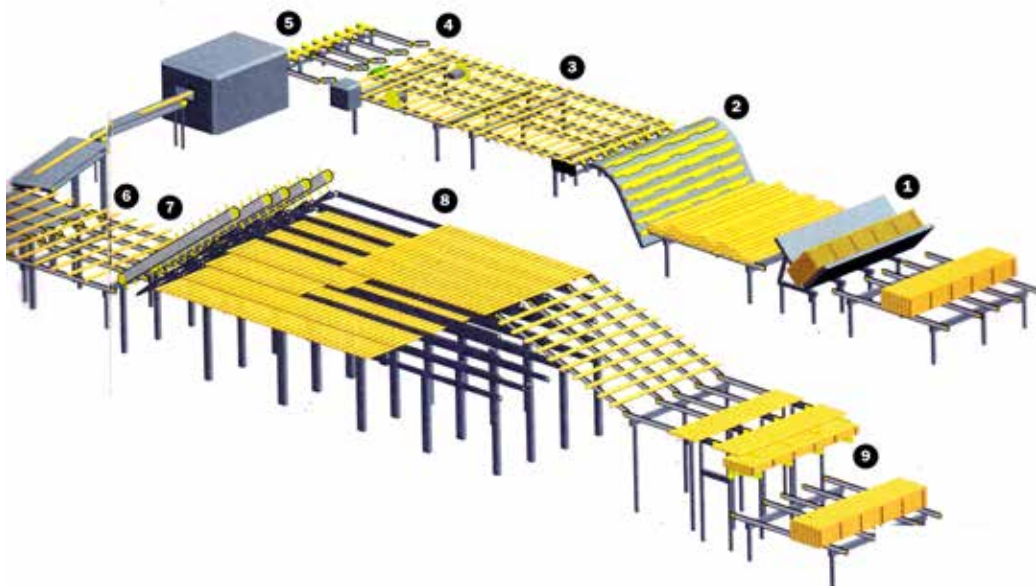
Podatki so še:

- vrsta pogona,
- vse ostale dimenzije viličarja (gabariti) in npr. pri bočnem širina in višina platforme, na kateri leži breme,
- trikolesni ali štirikolesni,
- moč motorja,
- dimenzije vilic,
- radij obračanja,
- hitrost vožnje z bremenom in brez njega,
- premagovanje vzpona.

7. OBRAT ZA SKOBLJANJE (SKOBLJARNA)

Žagarska proizvodnja se lahko razširi in proizvaja se polizdelke: skobljane deske in plohi, opažni les, razni krojeni elementi (surovci), lepljeni nosilci, masivne lesene plošče, križno lepljene lesene plošče, kotne in profilne letve ... Žagarski obrati vršijo tudi sušenje in parjenje lesa.

Proizvodnja polproizvodov se začne s skobljanjem. Shematsko bomo prikazali mehanizirano in avtomatizirano proizvodnjo skobljanih elementov (slika 222). Osnovni transport desk poteka s prečnimi verižnimi transporterji. Linija je fleksibilna glede na vrsto skobljanih polproizvodov in tudi velikosti obrata. Vodenje celotne linije je iz enega mesta, vse podatke spremljamo na ekranu.



- 1 – oddaja paketa desk
- 2 – izvlačanje posamičnih desk – prečni verižni transporter z oporniki
- 3 – razporeditev desk
- 4 – dovod skobljanju, obračanje desk in merjenje vlažnosti
- 5 – skobeljni stroj (lahko štiristranski skobeljni in rezkalni stroj)
- 6 – osamitev desk – razporeditev
- 7 – ocenitev kvalitete
- 8 – sortiranje desk v vrsti in po etažah
- 9 – naprava za skladanje

Slika 222: Strojna linija za skobljanje (X)

7.1 Skobljani polizdelki

Polizdelek lahko uporabimo kot izdelek ali služi za izdelavo končnega izdelka (npr. skobljana deska).

Samo z vzdolžnim skobljanjem in rezkanjem izdelamo:

- skobljane deske in
- skobljane deske z utorom in s peresom (opaž ali obloge).

Skobljane deske se uporabljajo v različne namene. Lahko so skobljane po obeh širših ploskvah (dvostransko) ali pa tudi po ožjih (štiristransko). Izdelujemo jih različnih dimenzij. Štiristransko skobljane deske velikokrat služijo za deščeni pod, imenujemo jih podnice. Podnice so v bivalnih prostorih sestavljene na topih spahih ter posušene na ravnovesno vlažnost lesa. V pokritih prostorih mora biti med podnicami razmik zaradi delovanja lesa, same podnice pa imajo posnete vzdolžne robove.

Skobljane deske z utorom in s peresom se uporabljajo za deščeno oblogo, ki se namesti oz. pritrdi na določeno steno, strop ... za zaščito in oplešanje. Sinonim (sopomenka) za oblogo je pojem **opaž**. (*Opaž je tudi priprava iz desk, po kateri se oblikuje, vanjo dana, vlita snov – najpogosteje beton*).

Stare nemške norme sicer predpisujejo dimenzije skobljanim polizdelkom, vendar je na trgu velika količina izdelkov z merami, ki ustrezajo porabnikom. Podali bomo kotirane risbe in dimenzije po normah DIN 68122:1977 – ker ponazorijo pravilno izdelavo.

Dimenzije so merjene pri vlažnosti 17 ± 2 % (razen nekaj izjem).

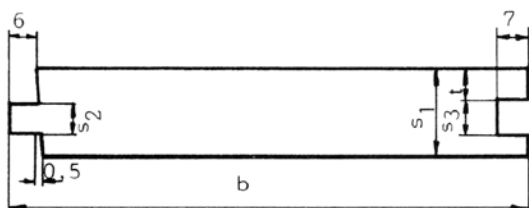
Zgornja površina skobljanih polizdelkov mora biti fino skobljana, utorni in peresni robovi pa malo zaokroženi. Deske z utorom in s peresom so izdelane iz lesa iglavcev. Razporeditev (sortiranje) po kvaliteti predpisujejo norme EN 14519:2005.

Pri uporabi v notranjih prostorih je treba zgornjo (vidno) površino deščenih oblog kljub finemu skobljanju obrusiti.

Običajne dolžine deščenih oblog: 1500–4500 mm (napredovaje dolž. po 250 mm); 4500–6000 mm (napredovaje dolž. po 500 mm); (toleranca $^{+50}_{-25}$).

Dimenzije napišemo takole: debelina (s_1) x širina (b) x dolžina (L) v mm; primer $\rightarrow 19 \times 116 \times 4000$.

• Ladijski pod



a) oblika in oznake mer (10.: 296)



b) sestava s peresom in z utorom (X)

Slika 223: Ladijski pod

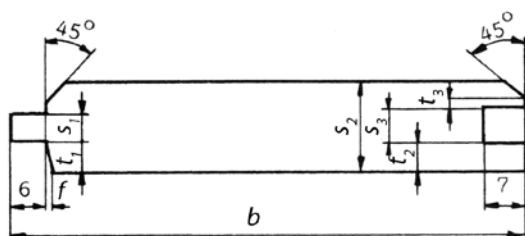
Deske z utorom in s peresom, ki služijo kot podnice, imenujemo ladijski pod.

Na sliki 223b imajo deske spodaj tri uture, ki preprečujejo ali zmanjšajo morebitno koritavost.

Primer (mm):

s_1 — debelina poda	$19,5^{+0,5}_{-0,5}$
b — širina deske s peresom	$115^{+1,5}_{-1,5}$
s_2 — debelina peresa	6,0
s_3 — širina utora	6,5 (7)
t — debelina nad utorom in peresom.....	8,0

• Opaž s posnetimi robovi



a) oblika in oznake mer (10.: 296)



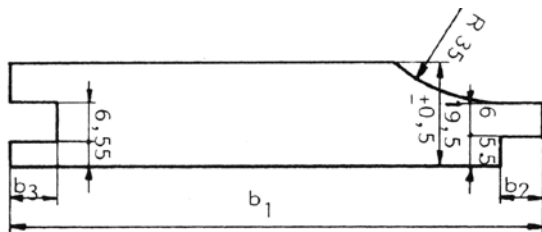
b) sestavljen (X)

Slika 224: Opaž s posnetimi robovi

Primer (mm):

s_1 — debelina deske.....	$15,5^{+0,5}_{-0,5}$
b — širina deske s peresom	$95^{+1,5}_{-1,5}$
s_2 — debelina peresa	6,0
s_3 — širina utora	6,5 (7)
t_1 — debelina pod peresom	5,5
t_2 — debelina pod utorom	5,0
t_3 — debelina zgornje plasti	2,0
f — spodnja fuga (presledek)	0,5

• Opaž z vbočenim robom



a) oblika in oznake mer (10.: 296)

Slika 225: Opaž z vbočenim robom

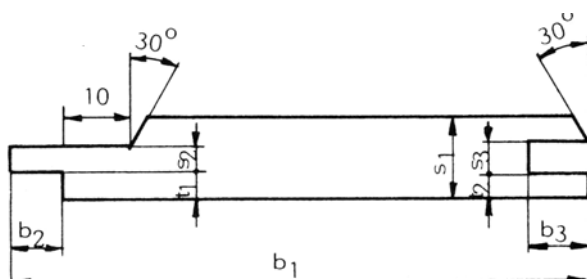


b) izgled (X)

Primer:

$s_1 = s_2 = 19,5^{+0,5}_{-0,5}$ (19); $b_1 = 115$; $b_2 = 8$; $b_3 = 8,5$ v mm

- Opaž z nakazanim peresom



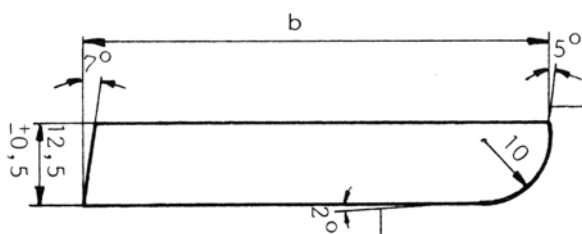
a) oblika in oznake mer (10.: 296)

Slika 226: Opaž z nakazanim peresom

Primer: $b_1 = 135^{+2}_{-2}$; $b_2 = 10$; $b_3 = 10,5$ v mm

b) sestavljen (X)

- Kotna letev



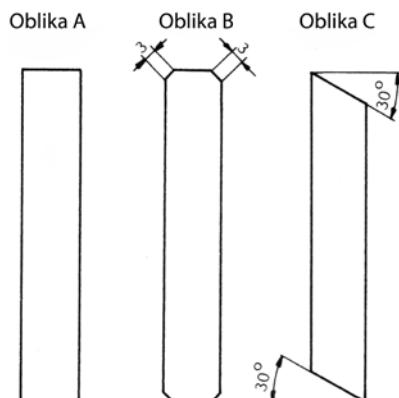
a) oblika in oznake mer (10.: 296)

Slika 227: Kotna letev

Primer: 15 x 73 x 3000

b) kotna letev z izdolbino (X)

- Balkonske deske (štiristransko skobljane)



a) tipi desk (10.: 296)

Slika 228: Balkonske deske

Primer: 27 x 143 x 3000

b) deske s posnetim robom (X)

Vprašanja in naloge:

1. Kako mora biti na skladišču žaganega lesa skladovnica in njena okolica urejena, da gibanje zraka ni ovirano?
2. Kaj vse moramo upoštevati pri letvičenju lesa v skladovnico?
3. Primerjajte čelni in bočni viličar. Kaj doprinese elektropogon viličarja?
4. Viličar transportira paket smrekovih robljenih desk, dolžine 4 m, širine 1,3 m in višine 1,4 m. Deske so debeline 24 mm in v vrsti zložaja zložene ena do druge. Debelina letvic je 20 mm. Deske so sveže, zato je njihova gostota lesa 680 kg/m^3 .
Izračunajte težo paketa (težo letvic zanemarimo) in potrebno nosilnost viličarja, če ga zaradi slabih poti predimenzioniramo za 40 %.
Rezultat: $F_{\text{pak.}} = 27200 \text{ N}$ in $F_v = 38080 \text{ N}$.
5. Dolžina paketa desk, ki jih transportiramo na skladišču, je 5 m. Paket desk prevažamo s čelnim ali z bočnim viličarjem. Za širino ceste vzamemo, da je 0,75 m širša na vsako stran, kot je potrebno glede na zadane mere. Dolžina vseh poti je 1,8 km.
Bočni viličar je širok 2,2 m.
Izračunajte kvadraturu poti za oba viličarja in ju primerjajte.
Rezultat: za 43 % potrebujemo manjšo površino cest pri bočnem viličarju.
6. Navedite polizdelke žagarskega obrata. Ovrednotite proizvodnjo. Kaj se pridobi?

PRILOGA I.: Zgodovinski pregled – preteklost – sedanjost – prihodnost

Gozd na Slovenskem

Naši predniki so bili z gozdom in lesom tesno povezani skozi stoletja. Z gozdom smo vseskozi skrbno gospodarili. Ponašali smo se z razvito predelavo lesa in izdelavo raznoterih izdelkov. Gozd in les sta globoko vtkana v našo identiteto in sta odločilno vplivala na naš gospodarski in družbeni razvoj.

Nastanek gozdov

Pred približno 7000 leti (prazgodovina) so gozdovi preživeli ledeno dobo, zaključili svoj razvoj in dobili današnjo obliko. Gozd je pokrival 95 % slovenskega ozemlja.

Krčenje gozdov

V srednjem veku (do leta 1500) je človek za svoje preživetje potreboval polja, zato je krčil in požigal gozdove. Začel je v nižinah in ravninah, nadaljeval pa v višje ležečih predelih, da je pridobil površine za obdelavo.

V 13. stoletju je segala poselitev že čez 1000 metrov nad morjem. Vendar samo poljedelstvo in poraba lesa za gradnjo bivališč (stavb), za pohištvo, delovnih pripomočkov ... ne bi odločilno prispevala zmanjševanju površine gozdov, če les ne bi postal glavni energetski vir. Začela se je namreč proizvodnja železa (fužine) in stekla (gozdne glažute). Glažute so poleg proizvodne energije potrebovale les za pridobivanje pepelike (kalijevega karbonata). Grozila je nevarnost pomanjkanja drv in drugega lesa.

Prvi zgodovinski zapis o gozdovih na našem ozemlju je bila darilna listina nemškega cesarja Henrika II., ki je leta 1004 blejsko posest podaril briksenški škofiji, in s tem obširna gozdna posestva.



Slika 229: Glažuta na Pohorju (X)

Začetek gospodarjenja z gozdovi

Terezijanski gozdni red za Kranjsko iz leta 1771 je zapovedal ustrezno ravnanje z gozdovi. Opredeljene so bile prepovedi pri ravnanju z gozdom, omejitve pri izkoriščanju gozdov in uvedeni načini za pravilno gospodarjenje z gozdom.

Leta 1795 so avstro-ogrske oblasti ukazale uporabo premoga za proizvodnjo železa, malo kasneje pa tudi uporabo v opekarnah, tovarnah in kurjenje v javnih stavbah in za razvijajočo se industrijsko proizvodnjo. Tako je bil gozd obvarovan pred pretirano sečnjo.

Slovenska kmetija pridobi gozd

Leto 1848 (marčna revolucija, pomlad narodov) pomeni konec fevdalne dobe. Oblasti so uveljavile zemljiško odvezo.

Obdelovalna zemlja je prišla v last kmetov in s tem tudi gozd. Njegova površina je bila določena glede na njihove lastne potrebe po lesu za kurjavo, vzdrževanju poslopij ...

Novi kmetje so morali pridobljeno zemljo odplačevati, vrstile so se gospodarske krize. Kmetje so reševali svoj položaj s pretirano sečnjo gozdov.

Leta 1875 je gozd pokrival samo še 35 % slovenske dežele. Kras je bil skoraj brez drevja.

Povečala se je nevarnost erozije zemlje, povodenj in razdiraln moči hudournikov. Cesar Franc Jožef je izdal »Postavo glede naredb v neškodljivo odvajanje gorskih voda«, ki pomeni začetek urejanja številnih hudournikov pri nas. Premog se začne množično uporabljati, proizvodnja stekla se je posodobila in za pepeliko se les ni več uporabljal.

Drevesna zgradba gozdov se je spremenila predvsem z vnosom smreke (Pohorje, Jelovica, Pokljuka, Zgornja Savinjska dolina in drugod). Pretežno listnati gozdovi so postali pretežno smrekovi gozdovi. Začne se načrtno pogozdovanje krasa s črnim borom.



Slika 230: Svarilo pri poseku (X)

Risbo je v starih arhivih našel gozdarski zgodovinar Boštjan Anko. Lahko pomeni svarilo pred nevarnostjo (nesreče) pri poseku ali pa pred pretirano sečnjo.

Obdobje med obema svetovnima vojnama

Po prvi svetovni vojni se začne pretirano izkoriščanje gozdov vse do svetovne gospodarske krize leta 1929. Kmetje so se kot vedno zatekli v svoje gozdove. Z lesom so plačali svoje obveznosti in si izboljšali svoj položaj. Gozdnatost v Sloveniji je še vedno 35 %.

Obdobje po drugi svetovni vojni

Po vojni z gozdovi gospodari država. Večji privatni gozdovi so bili podržavljeni. Ustanovljena so bila državna Gozdna gospodarstva (GG). Opravljala so vsa dela v gozdu, svetovalno delo, nego gozdov ... in tudi sečnjo, spravilo ter trgovino z lesom. Proste trgovine z lesom ni bilo. Gozdnih gospodarstev je bilo štirinajst, pokrila so celotno Slovenijo.

Obnova in industrializacija Federativne ljudske republike Jugoslavije je zahtevala prekomerno izrabo gozdov.

Relativno hitro je oblast spoznala pomen gozda za varstvo narave. Leta 1947 je bil ustanovljen gozdarski inštitut, dve leti pozneje oddelek za gozdarstvo in tudi šola za gozdarske tehnike.

Gozdarski strokovnjaki so se znali povezati z operativno in uveljaviti strokovno delo.

Leta 1948 je bila v Sloveniji prepovedana sečnja na golo. Leta 1951 je bila zapovedana uskladitev sečnje s prirastkom, kar je ustavilo pretirano sečnjo in obvarovalo gozdove.

Kmetje (privatni lastniki gozdov) so lahko v svojih gozdovih sekali les samo za svoje potrebe. Privatne žage so lahko žagale les samo za potrebe kmetov in ne za državo. Ves les se je moral prodati preko gozdnih gospodarstev.

Ustanovljen je bil sklad za obnovo gozdov, začelo se je obsežno pogozdovanje, odpiranje gozdov s cestami ...

Pomemben je zakon iz leta 1964, ki uveljavi enotno gospodarjenje z gozdovi ne glede na lastništvo.

Kmečko prebivalstvo se je selilo v mesta. Tako se je opuščala raba kmetijskih zemljišč. Gozd se

širi na kmetijske površine in leta 1986 je gozdnatost 50 %.

Zaradi pravilnega ravnanja z gozdovi in finančnih vlaganj se je močno izboljšala kakovost gozdnega drevja. Lesna zaloga na hektar se povečuje. Upoštevana je bila večnamenska raba gozdov, z njimi gospodarimo sonaravno – gozdovi se sami pomlajujejo ali se obnavljajo z naravnim pomladkom. Tako se uspešno združuje proizvodnja lesa in varstvo narave.

Sonaravno gospodarjenje z gozdom je uzakonjeno samo pri nas in v Švici. V drugih državah so običajni goloseki. Golosek je posek dreves na veliki površini, temu pa sledi sajenje ene drevesne vrste.

Prof. dr. Dušan Mlinšek, svetovno znani in uveljavljeni gozdarski strokovnjak, ima velike zasluge za sonaravno ravnanje z gozdovi pri nas in v Evropi.

Gozd v samostojni Sloveniji

V državi Sloveniji je bil leta 1992 sprejet zakon o gozdovih, ki je gospodarjenje z gozdovi prenesel na lastnika.

Zaradi ekološke in socialne funkcije gozdov so ti namenjeni vsem prebivalcem (gozdovi so dostopni vsakomur, dokler se ne povzroča škode). Za vzdrževanje teh funkcij država lastnikom tudi finančno pomaga. Prost dostop v gozdove je še v skandinavskih državah, v drugih evropskih državah pa se sme vstopati le v gozdove, kjer lastniki to dovolijo (npr. gozdovi v lasti mest).

Gozd pokriva približno 60 % površine Slovenije. Iz gozdnih gospodarstev pred osamosvojitvijo Slovenije so nastali:

- javna gozdarska služba (Zavod za gozdove) in
- izvajalska podjetja, ki vršijo predvsem sečnjo dreves, spravilo in prodajo lesa iz državnih gozdov.

Ustanovitev državnih gozdov v RS

Po letu 2016 je Republika Slovenije gozdove podržavila in ustanovila Družbo Slovenski državni gozdovi d.o.o. (SiDG) – glejte pogl. 1.1.

Predvsem po letu 2014 so naši gozdovi poškodovani z ujмами (žled, veter) in s podlubniki. Podlubniki napadajo smreko, katere obstoj je ogrožen. Napad škodljivcev je tudi na druge drevesne vrste in je povezan z globalnim dvigom temperature oz. podnebnimi spremembami. Obstaja nevarnost krčenja gozdov. Potrebno je ohraniti trajnostno gospodarjenje in zdrave gozdove. Nujno je dosledno kontroliranje ravnanja lastnikov gozdov in ukrepanje Inšpekcije za gozdarstvo, ko ravnanje z gozdovi ni ustrezno, saj gozd potrebuje redno in trajno skrb.

Z gozdom bo/je potrebno gospodariti tako, da se zmanjšajo negativni vplivi spremenjenega okolja. Prizadete gozdove je potrebno obnavljati – pogozdovati in omejiti divjad, ki dela škodo mlademu drevju. V današnjem času pogozdujemo predvsem z bukvi, ki je avtohtona (domača) vrsta. Izpad smreke bo potrebno nadomestiti z vrsto, ki ima slične (konstrukcijske) lastnosti.

Ugotovljeno je, da so za podnebne spremembe najodpornější mešani gozdovi z drevesi različnih starosti.

Poudarja se tudi pomen gozda kot shranjevalca ogljikovega dioksida. V EU se plačujejo okoljske dajatve za onesnaževanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida, ki prehaja v zrak pri zgorevanju goriv. Cilj EU-ja je tudi, da se do leta 2050 doseže ničelna stopnja neto emisij toplogrednih plinov. Z našimi obsežnimi gozdnimi površinami in seveda zdravimi gozdovi je ta cilj precej lažje dosegljiv.

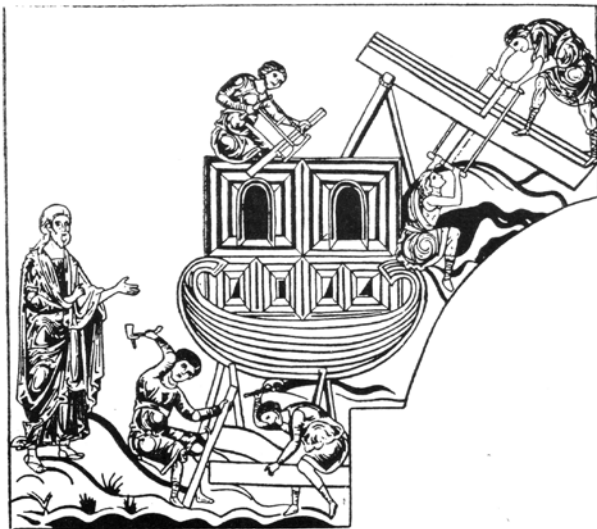
Nakazali smo usmeritev ravnanja z gozdovi. V ospredje stopata ekološka in socialna funkcija gozdov. Proizvodna funkcija gozda (pridobivanje lesa) pa izgublja odločilen pomen.

Žagarstvo na Slovenskem

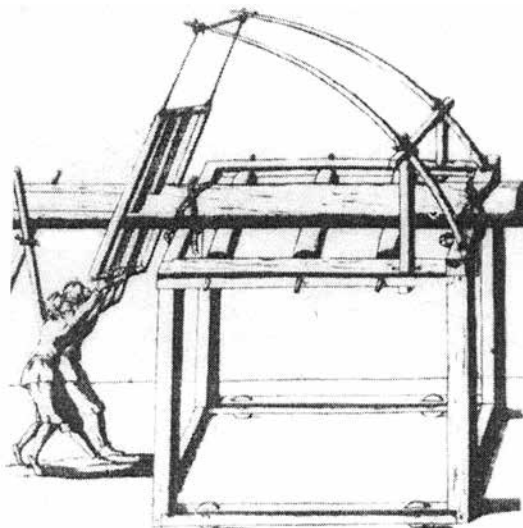
Odrniške žage – prazgodovina in stari vek (~ 4000 pr. n. št.– 476 n. št.)

Žaganje hlodov je že v pradavnini potekalo tako, da so žagin list (bakren, jeklen), vpet v lesen okvir, ročno premikali gor in dol. Hlod je bil postavljen na oder, na katerem je stal tudi delavec, ki je žago prosto potegnil navzgor, na drugi strani navzdol – ko je žaga rezala, jo je vlekel drugi delavec, ki je stal na tleh. Navzdol sta lahko žago vlekla dva delavca. Zaradi odra žago imenujemo odrniška žaga, po domače pa "grušterica" (nemško: Gerüst – oder).

Na sliki 231 je prikazana risba antičnih izdelovalcev ladij, ki prikazuje obdelavo lesa z ročnim orodjem, ki se ni dosti spremenilo vse do današnjega časa. Desno zgoraj je vidna odrniška žaga, ki se je v odročnih krajih uporabljala še po drugi svetovni vojni.



Slika 231: Antični izdelovalci ladij (X)



Slika 232: Izpopolnjena odrniška žaga (X)

Žage na vodni pogon – srednji vek (476–1492)

V 13. stoletju so grušterico delno nadomestile vodne žage, ki spadajo v jarмениške žage z enim ali dvema žaginima listoma. Jarmeniki imajo ime po jarmu – okvirju, v katerega so vpeti listi. Iz leta 1235 obstaja skica prve znane vodne žage Francoza Villarda de Honnecourta, ki je stala v Vogezih.

Na ozemlju današnje Slovenije je prva znana vodna žaga, ki je zapisana v listinah, v današnji Podvelki na Koroškem iz leta 1408. (Domneva se, da je vodna žaga v Žički kartuziji obstajala že precej prej.) V 15. stoletju imamo v Sloveniji evidentiranih okoli 30 vodnih žag, delovale so večinoma skupaj z mlinom (ena zaježitev).

V 16. stoletju beležimo razmah vodnih žag. Prevladale so žage, ki so prišle iz zaledja Benetk, zato vsem žagam na vodni pogon še danes pravimo venecijanke. Žagarski obrati so nastajali ob primernih vodotokih za pogon. Kjer pa jih ni bilo, se je ohranilo ročno žaganje hlodov.

Dokaz za pomembnost vodnih žag v 15. stoletju je tudi rekonstrukcija žage na vodni pogon Leonarda da Vincija, ki se nahaja v Nacionalnem muzeju znanosti in tehnologije Leonardo da Vinci v Milanu.



Slika 233: Maketa vodne žage – Leonardo da Vinci (X)

V okviru Tehniškega muzeja Slovenije je ob potoku Bistra ohranjena vodna žaga, ki stoji že od leta 1658, žagala pa je do leta 1904.



Slika 234: Venecijanka v Bistri (U. G.)

Izum, ki je spremenil svet – novi vek (1492–1918)

Vodna energija je prevladovala vse do izuma parnega batnega stroja sredi druge polovice 18. stoletja. Parni stroj je pomenil novo pogonska moč, ki jo je bilo mogoče uporabiti kjerkoli.

Uporaba parnega batnega stroja je povzročila in omogočila hiter razvoj industrije, najprej v Angliji, kmalu pa tudi v drugih evropskih deželah in Severni Ameriki. Povzročila je prvo industrijsko revolucijo (okoli leta 1785) in prinesla velike družbene spremembe.

Parni batni stroj je povzročil revolucijo tudi v žagarstvu. Prvi jarmenik s parnim pogonom se je pojavil takoj na začetku 19. stoletja v Angliji, imel pa je še leseno konstrukcijo. Nadaljnji razvoj je prinesel železno konstrukcijo in v jarmu več vpetih žaginih listov ter hitrejše podajanje hloda. Okoli leta 1855 je zabeležen prvi jarmenik (Topham, Anglija), ki je imel žagine liste razporejene po celi širini jarma tako, da je razžagal hlod v enem prehodu in ga zato imenujemo polnojarmenik.

Leta 1777 je bila v Angliji patentirana krožna žaga na vetrni pogon. Krožno žago so poznali že prej, problem pa je bil z neustreznim pogonom.

Tračno žago je leta 1808 patentiral Anglež William Newberry, vendar se v praksi ni uveljavila. Prvo tračno žago, ki so jo praktično uporabljali, je patentirala Francozinja Perin. Leta 1855 je bila predstavljena na prvi svetovni razstavi v Parizu, kjer je bila prava atrakcija.

Žagarska industrija se je začela na prostem v gozdu, čim bližje poseku dreves. Vsi stroji so bili prestavljivi. Na sliki je žagalnica v okolici Dunaia, ki je delovala na prelomu 19. stoletja.

Najprej vidimo dve lokomobili. Lokomobila ima parni kotel s kuriščem za les. Para iz kotla je potrebna za pogon parnega batnega stroja, ki je nameščen na kotlu. Batni stroj preko jarmenskega gonila (transmisije) poganja stroje za žaganje lesa (polnojarmenik, krožni žagalni stroj).



Slika 235: Žagalnica na prostem (X)

V Sloveniji je postavljena prva parna žaga leta 1844 v Kočevju, v Ljubljani pa leta 1858.

Veleposestniki (lastniki gozdov) so začeli graditi parne in vodne žage zlasti po letu 1857, ko je bila dograjena južna železnica Dunaj–Trst.

Preglednica 25: Število žagarskih obratov na Slovenskem v obdobju od leta 1885 do 1910

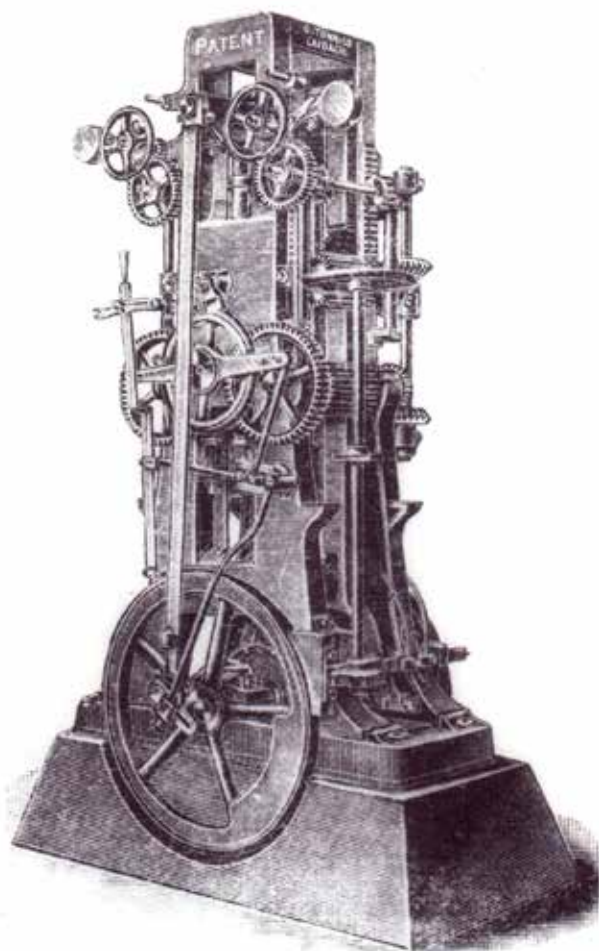
Leto	1885	1890	1895	1900	1905	1910
Parne žage	11	16	26	27	46	102
Vodne žage	1540	1778	1855	1962	1980	2138

Največji žagarski obrat pri nas je bila Žaga na Rogu v osrčju kočevskih gozdov, ki so jo zgradili plemiči in veleposestniki Auerspergi (Turjaški) leta 1894. Žaga je imela v najboljših letih 13 jar-menikov, od teh 6 polnojarmenikov in 17 krožnih žag. Stroje je poganjal parni stroj z močjo 250 KS prek 63 metrov dolge transmisijske gredi. Za potrebe žage so postopoma zgradili mrežo prog gozdne železnice. Njihova dolžina je ob koncu gradnje znašala 35 kilometrov. Delovala je do leta 1932.

Hiter razvoj žagarstva na Slovenskem je omogočila tudi gradnja lesnoobdelovalnih strojev.

V Ljubljani je v drugi polovici 19. stoletja industrialec Gustav Tönnies, poleg svoje parne žage, mizarske in parketne delavnice, postavil še železolivarno, tovarno lesnoobdelovalnih strojev in tudi vodnih turbin. Izdelovali so odlične polnojarmenike in celotno strojno opremo za velike žagarske obrate in mizarske delavnice. Na sliki je prikazan polnojarmenik, ki je bil nov in patentiran izum.

Kriza po prvi svetovni vojni je tovarno G. Tönnies preusmerila v združitev v družbo Strojne tovarne in livarne (STIL). Po drugi svetovni vojni je tradicijo nadaljeval Litostroj, ki je izdelal deset polnojarmenikov, nato pa je proizvodnjo opustil.



Slika 236: Polnojarmenik tovarne Tönnies (X)

Druga industrijska revolucija

Na prelomu iz 19. v 20. stoletje nastopi v industriji velika sprememba, ki jo je povzročilo uvajanje elektrike kot pogonske energije. Parni batni stroj poganja električni generator, ki proizvaja elektriko, ta pa žene elektromotor stroja. Batni stroj je kmalu zamenjala parna turbina. Pogon obdelovalnih strojev je tako posamičen, kar je omogočilo veliko prilagodljivost pri razporedu strojev, odpadle so dolge transmisije, s tem pa se je povečala tudi varnost pri delu ...

Transport hlodov je potekal s tirnimi vozički in pozneje z vzdolžnim verižnim transporterjem, nakladanjem, premeščanjem ... pa ročno z raznimi pripomočki (gozdarski cepin, klešče za hlode, lege ...).

Korak naprej je bila splošna elektrifikacija mest in naselij, vendar so lesarski obrati ohranili svoj parni pogon, saj so kot energijski vir imeli lesne ostanke, ki so jih tako koristno uporabili. Lastna proizvodnja elektrike in toplote (soproizvodnja ali kogeneracija) ima še danes precejšnje prednosti in se s pridom uporablja v lesarskih obratih.

Najstarejša (prva) tehnična šola v Sloveniji ima rojstni datum leta 1888, delovala pa je z nazivom Strokovna šola za lesno industrijo. Izraz lesna industrija je pomenil žagarstvo in je dokaz o tedanjem pomenu žagarstva pri nas. Šola deluje neprekinjeno vse do danes z imenom ŠC Ljubljana, Srednja lesarska šola, Ljubljana.

Najnovejša doba (1918–naprej)

Polnojarmenike so uporabljali predvsem v Evropi, hlodovne tračne žage pa v Severni Ameriki in za žaganje tropskega lesa (hlodi večjega premera). Za hlode manjšega premera so uporabljali tudi krožne žage. Tračni hlodovni stroj se je v Evropi uveljavil šele v drugi polovici 20. stoletja.

Po prvi svetovni vojni smo Slovenci zaživel v novi državi in odprli so se južni trgi. Industrija žaganega lesa se je ugodno razvijala vse do velike gospodarske krize (leta 1929). Med gospodarsko krizo se je cena žaganega lesa znižala na polovico in posledično se je zmanjšalo število žagarskih obratov (preglednica 26).

Preglednica 26: Število žagarskih obratov na Slovenskem v obdobju od leta 1930 do 1945

Leto	1930	1940	1945
Žagarski obrati	2800	2313	2029

Po drugi svetovni vojni je razvoj potekal v smeri večje mehanizacije transporta hlodov in žaganic. Žagarsko opremo so izpopolnjevali, postala je zmogljivejša, razvili so krmiljenje oz. avtomatizacijo delovanja. Poudarek je tudi na kvalitetnem žaganju s čim boljšim izkoristkom lesa. Za žaganje hlodov se uporabljajo polnojarmeniki, tračni, krožni žagalni stroji in vse pogosteje profilni iverilni stroji.

Sodobni žagarski obrati uporabljajo napredno tehnologijo – avtomatizacija, povezava strojev, robotizacija (industrija 4.0). Žagalnice imajo zmogljivost 100000 m³ predelanih hlodov na leto in več.

Leta po drugi svetovni vojni na Slovenskem

Leta 1946 je bila z Zakonom o nacionalizaciji podržavljena vsa (tudi žagarska) industrija.

Takoj po vojni so lahko obratovali le zasebne obrtniške žage (venecijanke), pozneje pa so jim pravico do žaganja omejevali oz. so jih prevzele kmetijske zadruge.

Med letoma 1960 in 1970 se je žagarska industrija mehanizirala in povečala svojo zmogljivost, ki je zadoščala za razvijajočo se finalno lesno industrijo. Gozdarji in lesarji so se povezali in ustanovili skupna skladišča hlodovine, poimenovana MELES (mehanizirano lesno skladišče), kar je doprineslo k pravilnemu ravnanju (skladiščenje, krojenju debel) s posekanimi drevesi.

Žagalnice so bile opremljene s sodobnimi stroji. Polnojarmeniki so bili predvsem nemške proizvodnje (Esterer, Linck), hlodovne tračne žage pa je izdelovala zagrebška tovarna Bratstvo. Zmogljivost obrata je bila določena glede na zmogljivost gozdne proizvodnje tistega območja, s katerega je obrat dobival hlodovino. Obrati so razžagali okoli 25 000 m³ hlodovine na leto, nekateri tudi več.

Leta 1984 je bilo v Sloveniji 88 industrijskih žagarskih obratov, 198 obrtniških žagarskih obratov in 70 družbenih enot z žagarsko proizvodnjo. Po ocenah so imeli sami lastniki gozdov okoli 4000 žagalnih strojev.

Po osamosvojitvi je slovenska žagarska industrija popolnoma spremenila svojo strukturo tako glede števila žagarskih obratov kakor tudi njihove velikosti. V Sloveniji imamo kar 80 % malih žagarskih obratov, ki na leto razžagajo le do 5000 m³ lesa.

Potrebovali bi večji sodobni žagarski obrat z dodatno dejavnostjo, na primer: proizvodnjo križnih lesenih plošč (CLT, KLH ...), ki so glavni polproizvodi za gradnjo lesenih zgradb.

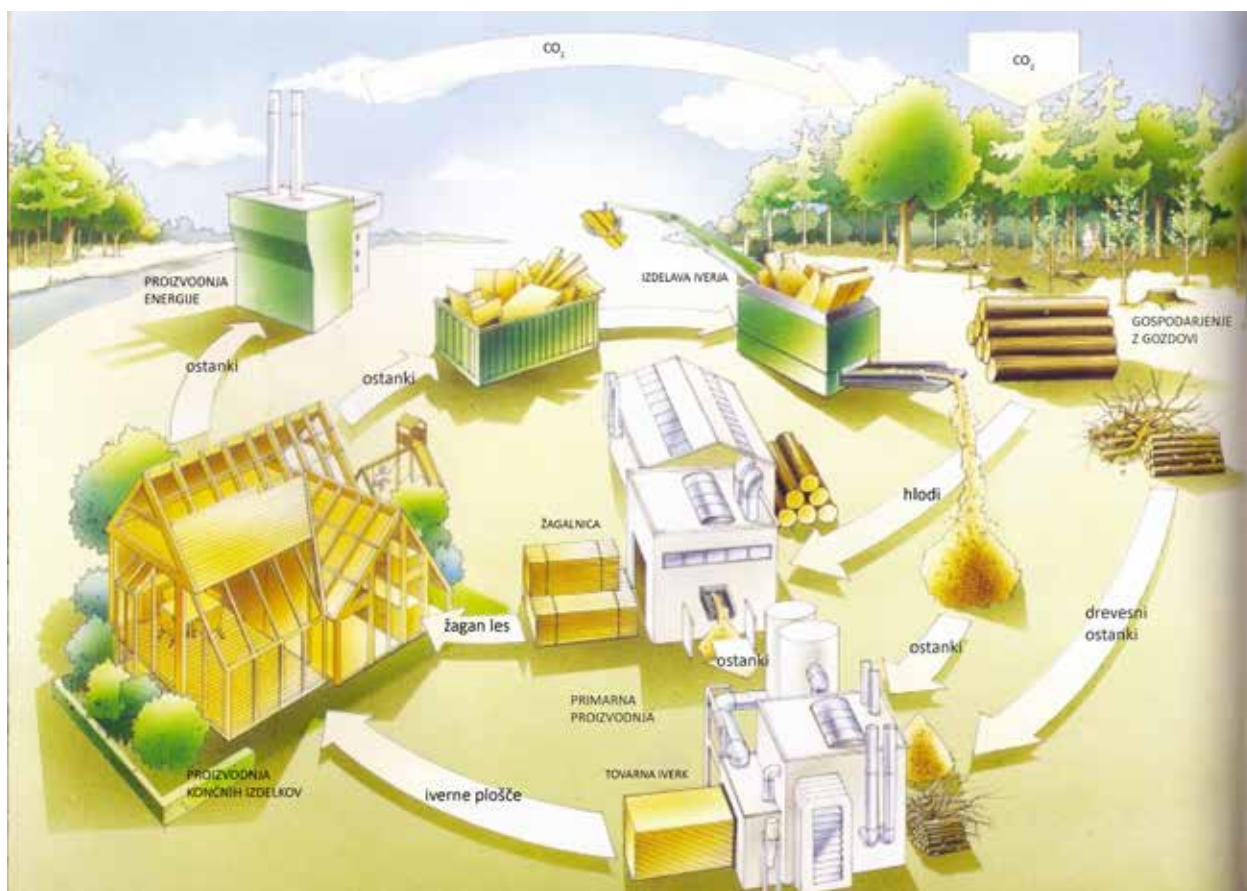
Od gozda do končnega izdelka

Gozdno-lesna veriga

Z namenom, da bi povečali rabo in še posebej predelavo lesa v končne izdelke z višjo dodano vrednostjo, sta Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo izdelala akcijski načrt – Gozdno-lesna veriga – za izkoriščanje lesne surovine v celoti.

Gozdarji gospodarijo z gozdovi, posekajo drevesa in jih spravijo do skladišča hlodovine ob žagalnici, ki je na tem območju. Lesarji, glede na zahteve proizvodnje končnega izdelka, hlode optimalno krojijo (prižagajo na dolžino) in jih pripravijo za primarno predelavo – razžagovanje hlodov. Žagarski sortimenti (deska, tram ...), iverna plošča so polizdelki, ki jih prodajo ali uporabijo za izdelavo končnih izdelkov.

Pri poseku drevesa in predelavi lesa nastanejo ostanki lesa. Najvrednejše uporabimo za proizvodnjo ivernih, vlaknenih plošč, manj vredne pa kot lesno biomaso za proizvodnjo energije.



Slika 237: Gozdno-lesna veriga za gradnjo objektov (3.: 22)

Prikazano je tudi kroženje ogljikovega dioksida (CO₂). Pri zgorevanju lesnih ostankov (biomase) je količina emitiranega CO₂ v ozračje enaka količini porabljenega CO₂ za fotosintezo – nevtralna emisija CO₂ pri izgorevanju lesa.

PRILOGA II: DREVESNE VRSTE

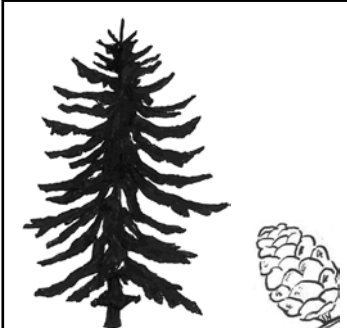
Domači iglavci

BOR		Rod: Pinus Družina: Pinaceae (borovke)	
Pri nas rastejo: 1. rdeči bor (<i>Pinus sylvestris</i>). Zraste do okoli 40 m višine in 100 cm premera, živi pa 600 let. 2. črni bor (<i>Pinus nigra</i>). Tipična pionirska drevesna vrsta; z njim je konec 19. stoletja izvedeno pogozdovanje našega Kraja. 3. cemprin (<i>Pinus cembra</i>), ki raste v Alpah. 4. alepski bor (<i>Pinus halepensis</i>), uspeva v Sredozemlju. 5. pinija (<i>Pinus pinea</i>), raste v severnem in vzhodnem Sredozemlju in ima značilno dežnikasto krošnjo in okusne pinjole. 6. ameriški zeleni bor (<i>Pinus strobus</i>) srečamo v parkih, vrtovih in gozdovih. Borovina (ne glede na vrsto) se ne razlikuje med sabo in ni bistvenih razlik od opisanega lesa rdečega bora. (Les črnega bora je malo gostejši od rdečega.)			
BOR, rdeči (<i>Pinus sylvestris</i>) Uspeva v pretežnem delu Evrope in v Severni Aziji. V Sloveniji je precej pogost.			
Opis borovine		Lastnosti	Uporaba
Les rdečega bora ima široko svetlorumeno beljavo, jedrovina je rdečkastorjava. V izraziti braniki je oster prehod svetlega ranega lesa v temen kasni les. Smolni kanali so številni in dobro vidni na prečnem in vzdolžnem prerezu.		Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 510 \text{ kg/m}^3$); srednja trdota, zmerno krčenje srednja trdnost, ni elastičen. Les črnjave je trajen, beljava se dobro impregnira. Dobro se obdeluje in lahko cepi. Suši se hitro, paziti je treba na morebitno pokanje.	Gradbene konstrukcije, obloge, podi, stavbno in bivalno pohištvo, rolete, furnir, jamski les ... Pri uporabi v naravi priporočamo impregnacijo borovine. Šele impregnirana je primerna za gradnjo mostov, stebrov, tlakov ...
Zanimivost: V vzhodni mitologiji je bor simbol nesmrtnosti in odločnosti. Japonci ga uporabljajo za gradnjo šintoističnih templjev. Na Zahodu je simbol izpričane resnice, življenjske moči in miru. V Prekmurju se bor pojavlja v pustnem običaju: borovo gostüvanje (poroka z borom).			
Silhueta, storž	Lubje	Iglica	Tekstura
			

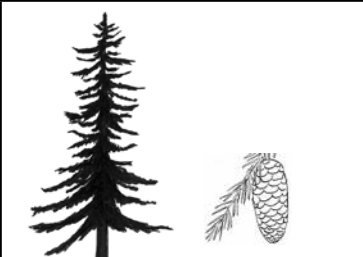
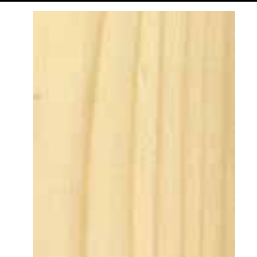
JELKA (<i>Abies alba</i>)		Družina: Pinaceae (borovke)
Hoja, bela ali navadna jelka uspeva v srednji in južni Evropi. Pri nas raste strnjeno v mešanih jelovo-bukovih dinarskih gozdovih, ki se raztezajo od Trnovskega gozda čez Javornike in Snežnik vse do Gorskega Kotarja na Hrvaškem. Do 40 m visoko drevo je premera lahko do 3 m, živi pa 500–800 let.		
Opis jelovine	Lastnosti	Uporaba
Les z neobarvano jedrovino je rumenkasto bele barve brez leska, je pa bolj blede kot smreka. Homogena tekstura z vidnimi branikami in ostrejšim prehodom ranega lesa v kasni. Trakovi so nevidni; les nima smolnih kanalov (ti so v skorji).	Nizka gostota ($\rho_{12-15} = 450 \text{ kg/m}^3$); mehka, manjše krčenje, srednja tlačna trdnost in upogibna trdnost, manj elastična. Velja za srednje trajno, hitro pa jo napadejo glive modrivke. Dobro se obdeluje in hitro suši.	Najpogosteje kot gradbeni les, za izdelavo ostrejša, stavbnih konstrukcij, opažev, oblog, embalaže, lesnih in opažnih plošč in tudi za stavbno ter bivalno pohištvo.
Zanimivost: Jelka je klasično božično drevo, morda zato ker simbolizira nesmrtnost. Morebiti pa je odgovor v slovenskih rekih: vitek kot jelka, raven kot jelka, pokončen kot jelka. Še mnenje: »jelka najlepše drevo v deželi je tej«.		

Silhueta, storž	Lubje	Iglica	Tekstura
			

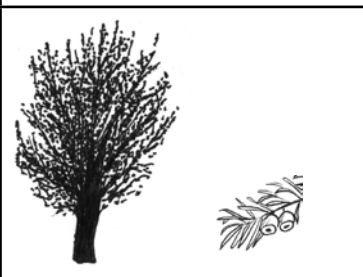
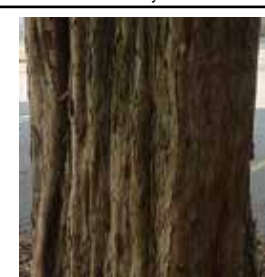
MACESEN (<i>Larix decidua</i>)		Družina: Pinaceae (borovke)
Navadni macesen uspeva v gorovjih srednje Evrope, v Alpah, Karpatih in na severu Poljske. Iglice v jeseni odpadejo. Do 30 m visoko drevo je premera do 1 m, živi lahko 600 let.		
Opis macesnovine	Lastnosti	Uporaba
Ima ozko beljavo rumenkasto bele barve, črnjava je močno rdečarjava. Letnice so izrazite, branike so široke, kasni les je temnejši in se jasno loči od ranega lesa. Smolni kanali so drobni.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 590 \text{ kg/m}^3$); precej trda, srednje/večje krčenje, srednja trdnost in elastičnost. Les črnjave je trajen (odporen na vse dejavnike), beljava pa se težko impregnira. Obdeluje se kar dobro, kot tudi suši. Zaradi kislin v smoli lahko povzroča dermatitis.	Za gradbene konstrukcije, obloge, pode, stavbno in bivalno pohištvo, furnir, skodle, jamski les. Za konstrukcije v stiku z zemljo ali z vodo (mostove), za jaške, stebre ...
Zanimivost: Macesnu pravimo tudi viharnik, saj samotni na gori kljubuje viharjem in strelam. Morebiti je zato simbol nesmrtnosti ali pa zaradi svoje smole, ki je zdravilna in nepokvarljiva. Macesnov gozd je svetel, po mehkih iglicah pa se sprehajajo človeku prijazne gozdne vile.		

Silhueta, storž	Lubje	Iglica	Tekstura
			

SMREKA (<i>Picea abies</i>)		Družina: Pinaceae (borovke)
Samoniklo uspeva predvsem v hribovitih predelih od Skandinavije do Alp in Balkanskega polotoka. Storži z vej visijo navzdol in odpadejo celi, pri jelki pa so pokončni in ostanejo na drevesu. Zraste do okoli 50 ali 60 m višine in 200 cm premera, živi do 150 let.		
Opis smrekovine	Lastnosti	Uporaba
Ima neobarvano jedrovino. Les je rdečkasto bele barve, z leskom. Branike so izrazite, prehod iz rane-ga v izraziti kasni les je postopen. Les smreke je finejši in boljši, če je branika ožja. Trakov ne vidimo, na prečnem prerezu pa vidimo smolne kanale kot svetle pike.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 470 \text{ kg/m}^3$); nizka trdota, zmerno krčenje, srednja trdnost, precej elastična. Lahko se obdeluje in hitro suši. Je srednje odporna proti vremenskim vplivom in neodporna proti glivam in insektom.	Smrekovina je najpogosteje uporab-ljen les. Prevladuje v gradbeništvu, za vse konstrukcije, ostrešja, za opaž in obloge, ograje. Odlična za stavb-no in bivalno pohištvo, furnir, lesne plošče, embalaža in za plovila. Iz lesa resonančne smreke je zvočna deska (pokrov) na godalih in dnu klavirja.
Zanimivost: Smreka se je pri nas razširila v drugi polovici 19. stoletja. Intenzivno so jo sadili zaradi hitre rasti in kvalitet-nega lesa. Najvišja smreka v srednji Evropi je Sgermova smreka s Pohorja. Visoka je 62 m, njen premer pa je 113 cm.		

Silhueta, storž	Lubje	Iglica	Tekstura
			

TISA (<i>Taxus baccata</i>)		Družina: Taxaceae (tisovke)
Navadna tisa je razširjena v Evropi, severozahodni Afriki in zahodni Aziji. Zraste do 15 m visoko in doseže 100 cm premera, živi pa 1000 let. V Sloveniji živi največja tisa nad Solčavo, visoka je 9 m, premera debla okoli 80 cm, starost ocenjujejo med 500 in 700 leti. Tisa je zaščitena po celi Evropi, v Sloveniji od leta 1976.		
Opis tisovine	Lastnosti	Uporaba
Vrsta z obarvano jedrovino, beljava je zelo ozka in rumeno bela, črnjava pa rdečerjava, lahko z vijoličnim odtenkom. Branike so izrazite, prehod iz ranega v kasni les je postopen, nima smolnih kanalov. Tekstura je fina.	Srednje do visoka gostota ($\rho_{12-15} = 670 \text{ kg/m}^3$); visoka trdota, malo krčenje, visoka do srednja trdnost, zelo elastična. Dobro se suši in obdeluje, lahko se obarva na črno. Odporna proti vsem škodljivcem, zelo trajna. Nevarnost povzročitve dermatitisa in vnetja sluznice.	Umetniški izdelki in pohištvo, okras, furnir, za rezbarstvo, glasbila ... nekaj za orožje (lok, kopje, ščit). Tisa se je precej uporabljala že v bronasti dobi. Tisini pragozdovi v srednji Evropi so bili posekani zaradi pretirane uporabe že v rimskem času.
Zanimivost: Najstarejši leseni artefakt (orodje, orožje iz pred-/prazgodovinske dobe) na svetu je iz lesa tise – kopje najdeno v bližini mesta Clacton-on-Sea, južna Anglija, staro pa je 150 000 let. Lok, narejen iz tisovine, najden na Ljubljanskem barju je star 5600 let.		

Silhueta, storž	Lubje	Iglica	Tekstura
			

Domači listavci

BREST		Rod: Ulmus Družina: Ulmaceae (brestovke)		
Razširjen je v severnem zmernem pasu in tropskem gorskem pasu. Brestov je precej vrst; v Sloveniji uspevajo tri: 1. gorski ali goli brest (<i>Ulmus glabra</i>), 2. poljski brest (<i>Ulmus carpinifolia</i>) in 3. dolgopecljati brest ali vez (<i>Ulmus laevis</i>). Brest zraste do okoli 30 m višine in 200 cm premera, živi pa 500 let. Ob koncu 20. in v začetku 21. stoletja je breste močno zdesetkala holandska glivična bolezen brestov, zato raste v gozdovih Evrope posamično. Les navedenih brestov se ne razlikuje med sabo – predstavljen pa je gorski brest. (Listi vseh vrst bresta so pri dnu listne ploskve nesimetrični.)				
BREST, gorski (<i>Ulmus glabra</i>)				
Opis brestovine		Lastnosti	Uporaba	
Venčasto porozna vrsta z obarvano jedrovino. Les beljave je rumen-kastobel, črnjava pa je rjavkasta. Branike so opazne, rani les se jasno loči od kasnega lesa, vidne so pore ranega lesa. Trakovi so manjši in vidni.		Srednje do visoka gostota ($\rho_{12-15} = 680 \text{ kg/m}^3$); trda, zmerno krčenje, srednja trdnost, elastičnost pa je manjša. Črnjava je trajna. Dobro se obdeluje, sušimo jo počasi in previdno, rada veže in poka in možna je potemnitev barve lesa.	Za izdelavo bivalnega pohištva vseh vrst, parketa, opaža, ročajev orodja, pa tudi kot konstrukcijski les za vodne in predvsem zunanje objekte. Veliko jo predelajo v plemeniti furnir.	
Zanimivost: Brest je priljubljeno drevo, saj je starodavni simbol prijateljstva, družine in tradicionalnih vrednot. Znamenito mesto <i>Ulm</i> v Nemčiji ima ime po brestu (<i>Ulmus</i>). Na vzhodnem in srednjem delu ZDA bi s težavo našli mesto brez <i>Ulice brestov</i>, kar dokazuje tudi znana grozljivka <i>Mora</i> v ulici brestov.				
Silhueta, plod		Lubje	List	Tekstura
				

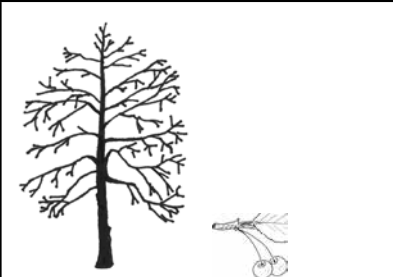
BREZA, navadna (<i>Betula pendula</i>)		Družina: Betulaceae (brezovke)
Uspeva po Evropi in Aziji – v gozdovih, parkih, vrtovih ... Razširjena je po celi Sloveniji, najpogostejše v Beli Krajini. Zraste do okoli 28 m visoko in 60 cm premera, živi 100 let.		
Opis brezovine	Lastnosti	Uporaba
Spada v raztreseno porodne vrste. Vrsta brez jedrovine, les je blede rumenkast, pojavijo se lahko temne strženske pege. Anatomiški elementi so fini in neopazni. Pojavi se tudi diskoloriran les rjave barve.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 650 \text{ kg/m}^3$); manj trda, srednje krčenje, srednja trdnost, bolj žilava in elastična. Težko se cepi, dobro pa se obdeluje. Neodporna proti vremenskim vplivom, glivam in insektom. Suši se počasi, obstaja nevarnost veženja in razpok ter barvnih lis. Lahko povzroči dermatitis.	Za notranje pohištvo, slepi furnir (vezan les) in plemeniti furnir. Primerna je tudi za obloge, parket, cokle, za vse stružene in rezbarske izdelke in za kolarstvo. Zaradi vsebnosti eteričnih olj je odlična za kurjavo v kaminih.
Zanimivost: Breza je na Finskem nacionalno drevo, v Sibiriji pa sveto drevo. Po vseh verovanjih je simbol življenja in smrti ali spomladi in rastoče ljubezni. V Rusiji simbolizira pomlad in dekleta.		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

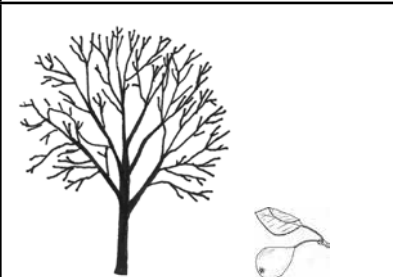
BUKEV (<i>Fagus sylvatica</i>)		Družina: Fagaceae (bukovke)
Uspeva v gozdovih Evrope. Pri nas in tudi v Srednji Evropi je najpogostejši listavec. Bukev doseže višino do okoli 40 m in premer 140 cm, starost pa 300 let. Izključno evropsko drevo vsaj tri milijone let, kar dokazuje fosilni list (<i>Fagus pliocenica</i> Saporta, 1873) najden v Franciji.		
Opis bukovine	Lastnosti	Uporaba
Raztreseno porozna, brez obarvane jedrovine, rumenkasto do svetlo rjave barve. Branike so razločne, kasni les je temnejši. Trakovi so številni na radialnem prerezu vidne “bleščice”, na tangencialnem pa kot temne kratke črte (vejice). Homogena in fine strukture V starosti se pojavi “rdeče srce”.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 720 \text{ kg/m}^3$); zelo trda, veliko krčenje, visoka trdnost. Les je žilav, elastičen in odporen proti obrabi. Dobro se cepi, obdeluje in odlično krivi. Počasneje se suši, nevarnost razpok in obarvanja. Neodporna proti vremenskim vplivom, glivam in insektom. Lahko povzroči dermatitis, izpuščaje in astmo.	Za bivalno pohištvo: stole, mize, krivljeno pohištvo, parket, drobne izdelke (galanterijo), igrače, moznike, ročaje za orodja, furnir – predvsem luščen, lesne plošče (vezane), lameliran les, stisnjen les ... V prejšnjem času so bukev veliko uporabljali za kurjavo; za pohištvo pa samo parjeno.
Zanimivost: Michael Thonet je razvil novo tehniko krivljenja lesa in pohištvo, izdelano iz krivljenih bukovih palic. Leta 1859 je Thonet ustvaril čudoviti stol št. 14, ki je bil do danes prodan v več kot sto (100) milijonov kosov.		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

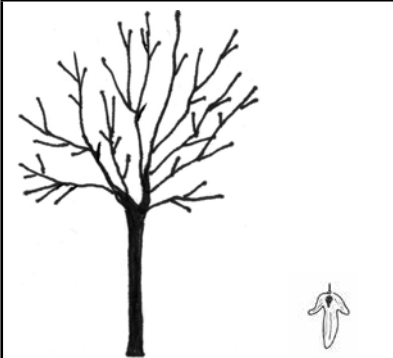
ČEŠNJA (<i>Prunus avium</i>)		Družina: Rosacea (rožnice)
Divja češnja, prvotno je razširjena po vsej Evropi, razen v severovzhodni in nekaterih obalnih območjih Sredozemlja. Raste tudi na Bližnjem vzhodu in v severni Afriki (Maroko, Tunizija). Je izhodiščna vrsta za številne sorte, ki jih gojijo v sadovnjakih. Zraste do 30 m visoko in s premerom debla do 150 cm, lahko pa preseže starost 100 let.		
Opis češnjavine	Lastnosti	Uporaba
Polvenčasto porozna vrsta z obarvano jedrovino. Beljava je ozka, rumenkaste barve, črnjava pa bledorožnata do rjavordeča, lahko ima zelene proge. Površina se svetlika. Branike so kar izrazite in homogene. Traheje so manjše in težko vidne, trakovi so vidni, čeprav so ozki.	Ima srednjo gostoto ($\rho_{12-15} = 630 \text{ kg/m}^3$); precej trda, zmerno krčenje, srednja trdnost. Je zmerno elastična in žilava. Ne uvrščamo je v trajne vrste, čeprav ima črnjavo. Suši se dobro, obstaja nevarnost veženja in razpok, obdeluje se dobro, težje pa se cepi.	Češnjavina je les za vrednejše bivalno pohištvo, rezan (plemeniti) furnir, stružene predmete, rezbarije, glasbila, umetniške predmete, parket ...
Zanimivost: Simbolizira čustvenost in ljubezen, je čudovit in dišeč simbol krhkosti in življenja. Cvetenje češnje in sam cvet je na Japonskem eden od njihovih najbolj izrazitih simbolov poln pomenov; simbolizira tudi idealno smrt, ker veter hitro odnese cvetove.		

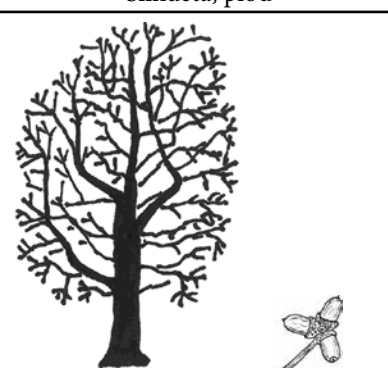
Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

HRUŠKA (<i>Pyrus communis</i>)		Družina: Rosacea (rožnice)
Navadna hruška je doma v srednji in vzhodni Evropi ter jugozahodni Aziji; pojavlja se v listnatih gozdovih po vsej Sloveniji. Je izvirno drevo za številne vzgojene, netrnate, žlahtne hruške. Zraste do 20 m visoko in doseže do 60 cm premera.		
Opis hruškovine	Lastnosti	Uporaba
Raztreseno porozna vrsta z neobarvano jedrovino. Les je svetlo rdečjav, fin in gost. Na pogled topel in prijeten. Anatomski elementi niso vidni, slabše pa razločimo letnice. Možna je plamenasta tekstura.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 740 \text{ kg/m}^3$), visoka trdota, srednje krčenje, srednja trdnost, manj elastična. Slabo odporna proti škodljivcem in vremenskim vplivom. Dobro se obdeluje, težje se cepi. Suši se počasi, pozorni moramo biti na veženje. Dobro se obarva na črno.	Dragoceno bivalno pohištvo, rezan furnir, umetniški predmeti, glasbila, struženi in rezbarski izdelki, okviri za slike. Nekdaj za ravnila in dele za razne inštrumente.
Zanimivost: »Švicarska hruška« je trgovsko ime, v nemško govorečem področju, za tri vrste: hruško, brek in skorš, ker imajo podobno teksturo, lastnosti in barvo. Na trgu sta njihov les in furnir zelo iskana in veljajo za najdražje vrste. Če so parjeni, se obarvajo rumenordeče.		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

GABER			Rod: <i>Carpinus</i>	Družina: <i>Carpinaceae</i> (gabrovke)
V Sloveniji raste: 1. Beli gaber (<i>Carpinus betulus</i>). Zraste do okoli 20 m višine in 50 cm premera, živi pa 100 let. 2. Črni gaber (<i>Ostrya carpinifolia</i>) je razširjen v južni Evropi, Mali Aziji; pri nas ga je največ na Krasu oziroma na jugu. Les ima gostejši in trši od belega gabra. Vse druge lastnosti, barva, trajnost in trdnost so podobni belemu gabru, enako tudi uporaba.				
BELI GABER (<i>Carpinus betulus</i>) Uspeva v zmernem pasu severne poloble od Evrope do vzhodne Azije, v Severni in Srednji Ameriki.				
Opis gabrovine		Lastnosti		Uporaba
Raztreseno porozna vrsta, z neobarvano jedrovino in belim do sivobelim lesom. Priložnostno lahko nastane diskoloriran les (»rjavo srce«). Zgradba je enovita, fina, branike so na prečnem prerezu valovite, zaradi žlebatega debla, letnice niso oziroma so slabo vidne. Trakovi so večji in razločni na radialnem prerezu pa se bleščijo.		Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 830 \text{ kg/m}^3$); visoka trdota, veliko krčenje, visoka trdnost, elastična, težko se suši in rada poka. Dobro se cepi (vlažna) in odlično struži, se pa težje mehansko obdeluje. Ni trajna. Lahko draži kožo in povzroči vnetje.		V kolarstvu (pesta koles) in strugarstvu, podplati pri skobljčih, ročaji za orodja, kladiva, zobi za grablje, deli nekaterih glasbil, krogle za kegljanje, kopita za čevlje ... nekdanje za dele strojev (zobniki, drsniki, klini). Je najboljši les za kurjavo in oglje, gori počasi in ima žerjavico, ki traja dlje.
Zanimivost: Črni gaber ima natančno botanično ime <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop. Okrajšava Scop pomeni Joannes Antonius Scopoli, ki je deloval v Idriji kot zdravnik in botanik. Leta 1760 je izdal knjigo <i>Flora carniolica</i> , prvo znanstveno delo o naravi pri nas, v kateri je opisal okoli 1100 rastlinskih vrst s severozahodnega dela Slovenije.				

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

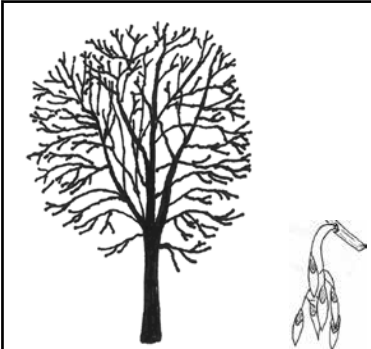
HRAST		Rod: Quercus	Družina: Fagaceae (bukovke)
Pri nas raste šest različnih vrst hrastov: 1. dob (<i>Quercus robur</i>), 2. graden (<i>Quercus petrea</i>), 3. puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>), 4. cer (<i>Quercus cerris</i>), 5. črničevje, črnika, adraš (<i>Quercus ilex</i>) in 6. oplutnik (<i>Quercus crenata</i>). Gospodarsko sta pomembna: dob in graden ter manj cer. Pojem hrastovina označuje les doba ali gradna, saj v zgradbi in lastnostih lesa med njima ni pomembnejših razlik. Dob in graden zrasteta do okoli 40 m višine in 300 cm premera. V naravi ju najlaže razlikujemo po peclju lista. Pri dobu je pecelj kratek (do 7 mm), pri gradnu pa je dolg (do 25 mm). Doživi starost 400–500 let, izjemoma pa do 1000 let.			
DOB (<i>Quercus robur</i>) Dob je razširjen po celi Evropi, razen na njenem skrajnem severu in južnem delu. Najraje raste na ravninah, na vlažnih tleh, v Sloveniji je to predel v spodnjem Posavju (Krakovski gozd, Dobrava).			
Opis hrastovine		Lastnosti	Uporaba
Venčasto porozna vrsta z izrazito črnjavo. Beljava je ozka in rumenkasto bela, črnjava pa rumenkasto rjava. Branike so izrazite, v njej so vidne traheje ranega lesa (pore). Večji tra-kovi so pogosti in vidni. Čim širše so branike bolj je les gost, trd in trdnjši. To pa zaradi večjega deleža kasnega lesa v braniki, težje se obdeluje.		Hrastovina ima visoko gostoto ($\rho_{12-15} = 690 \text{ kg/m}^3$), visoko trdoto in trdnost, precejšnje krčenje in elastičnost; odporna je proti obrabi, cepljiva. Trajna, obstojna zunaj in v vodi. Težko in zelo počasi se suši, zelo je nagnjena k vsem napakam sušenja. Lahko povzroči dermatitis in astmatične tegobe.	Za izdelavo vseh vrst bivalnega pohištva, za rezbarije, parketa, oblog, podbojev in vrat, plemenitega furnirja, stopnic, sodov. Za vse konstrukcije, ki so izpostavljene vremenskim vplivom (mostovi ...), za železniške pragove in v ladjedel-ništvu.
Zanimivost: V starih religijah, mitih in sagah je hrast sveto drevo, povezano z bogovi (Zevsov hrast v Dodoni, Donarjev hrast pri Germanih, Perunov hrast pri Slovanih). Imel je vrednost svetišča in povezave med nebom in zemljo (Abraham je pod hrastom sprejel Jahvejevo razodetje).			
Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

JAVOR			Rod: Acer	Družina: Aceraceae (javorovke)
Rod obsega več kot 40 različnih vrst s številnimi različicami. Raste po vsej severni polobli. V Evropi in pri nas uspeva nekaj vrst, pomembne pa so tri: 1. gorski javor (<i>Acer pseudoplatanus</i>), 2. ostrolistni javor (<i>Acer platanoides</i>) in 3. poljski javor (maklen) (<i>Acer campestre</i>). Kot parkovno drevo pogosto srečamo ameriški javor (<i>Acer negundo</i>). Na splošno se naši javorji dendrološko med seboj malo razlikujejo, z vidika zgradbe lesa, lastnosti in uporabe pa ni bistvenih razlik.				
GORSKI JAVOR (<i>Acer pseudoplatanus</i>) Uspeva v bolj gorskih predelih skupaj z bukvijo in je najbolj razširjen javor. Lubje je tanko in se lušči v tankih, velikih luskah – podobno kot pri platani. Zraste do 40 m visoko, premera do 100 cm, živi pa preko 500 let.				
Opis javorovine		Lastnosti	Uporaba	
Spada v raztreseno porodne vrste in brez jedrovine. Barva je bela do rumenkasto bela s svilnatim leskom. Les je homogen, branike so razločne. Anatomiški elementi so drobni in neopazni, razen trakov. Trakovi so tanki, višji in vidni kot bleščice.		Javorovina je srednje do visoke gostote ($\rho_{12-15} = 630 \text{ kg/m}^3$) kot tudi trdote. Krčenje je zmerno. Trdnost ima srednje veliko in manjšo elastičnost. Trajnost lesa je majhna, ni odporna proti obrabi; zelo dobro se obdeluje pa tudi suši, čeprav je možna sprememba barve in nastanek razpok.	Bivalno pohištvo, plemeniti furnir, drobni struženi predmeti, parket, cikle. V rezbarstvu in veliko za dele glasbil (dno violine). Posebna je dekorativna tekstura (javor “rebraš” in javor “ptičjih oči”), ki je izredno cenjena in služi za dragoceni furnir.	
Zanimivost: Slavni trojanski konj je pripomogel k padcu Troje. Kakšen les so izbrali Grki za svoj pretkani načrt, kateremu lesu so zaupali, da bo uspešno prestal preizkušnjo in v trupu konja dobro skrili njihove najboljše vojščake? Izbrali so javor, simbol čarobnosti in skrivnostnosti.				

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

JELŠA			Rod: (Alnus)	Družina: Betulaceae (brezovke)
Jelše rastejo na severni polobli na vlažnih tleh. V Sloveniji uspevata dve vrsti jelš: 1. črna jelša (<i>Alnus glutinosa</i>), 2. siva jelša (<i>Alnus incana</i>). Jelševina obeh vrst je praktično brez razlik. (V naravi se razlikujeta, da ima črna jelša popke in liste lepljive, siva pa ne.) Drevo je visoko do 30 m, premera 50 cm, doseže starost do 100 let.				
ČRNA JELŠA (<i>Alnus glutinosa</i>) Uspeva po celi Sloveniji, je najbolj tipično drevo, ki raste ob vodah in močvirjih.				
Opis lesa	Lastnosti	Uporaba		
Raztreseno porozna vrsta in brez jedrovine. Barve je rdečkasto bele do rdečkasto rjave. Lahko se pojavi rdečkasto srce. Ima značilne rjavskaste strženove pege, ki so neenakomerno razporejene. Les je homogen in fin. Branike niso izrazite. Trakovi so drobni; če se združijo, postanejo visoki in opazni (bleščice).	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 550 \text{ kg/m}^3$), mehka, zmerno krčenje, srednja trdnost, ni elastična. Trajnost je majhna, pod vodo pa je trajna. Dobro se obdeluje, suši se hitro – brez posebnih težav. Jelševina pri obdelavi lahko povzroča dermatitis in srbež.	Za notranje pohištvo, za slepi furnir (vezan les) in plemeniti furnir. Služi tudi za okvire, igrače, cokle, svinčnike, modele, stružene izdelke, pipe za sode, cigaretne škatle, pa tudi za stružene in rezbarske izdelke.		
Zanimivost: Jelševe korenine imajo posebne izrastke (mešičke – velike kot pest), v katerih se nahajajo dušikove bakterije, ki iz zraka vežejo dušik in omogočijo drevesu, da ga uporabi. V zameno pa drevo bakterije oskrbuje z asimilati (simbioza).				

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

JESEN		Rod: Fraxinus	Družina: Oleaceae (oljkovke)
V Evropi in pri nas uspevajo: 1. veliki jesen (<i>Fraxinus excelsior</i>), 2. mali jesen (<i>Fraxinus ornus</i>) in 3. poljski jesen (<i>Fraxinus angustifolia</i>). Pomembnejšo vlogo ima le veliki jesen. Dendrološko so med njimi manjše razlike, les pa se praktično ne razlikuje. Zraste do višine 40 m in premera debla lahko prek 100 cm, dočaka pa starost okoli 300 let.			
VELIKI JESEN (<i>Fraxinus excelsior</i>) V nordijski mitologiji je jesen simbol nesmrtnosti, imenujejo ga Yggdrasil – drevo sveta. Je velikan in bog plodnosti, germanski bogovi se shajajo pod njim in razsojajo. Stari Grki so imeli jesen za simbol trdnosti.			
Opis jesenovine	Lastnosti	Uporaba	
Venčasto porozna vrsta. Les je brez jedrovine in belkastorumene barve. Pri debelejših drevesih se pojavi diskoloriran les rjave ali olivne barve (olivni jesen). Branike so širše in dobro vidne, tako kot traheje ranega lesa (pore).Trakov je malo, so drobni in niso vidni.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 690 \text{ kg/m}^3$) in trdota, zmerno krčenje, visoka trdnost, elastična. Dobro se obdeluje, težje cepi, suši se bolj počasi. Žilava in plastična, zato se lahko krivi. Manj trajna vrsta, neodporna proti glivam in insektom. Lastnosti so precej variabilne, odvisno od rastišča.	Bivalno pohištvo, plemeniti furnir, parket, stopnice, v kolarstvu, vse vrste športnega orodja (smuči, sani, vesla, gimnastične naprave), ročaji za orodja, karoserije, včasih kopja, osti.	
Zanimivost: V nordijski mitologiji je jesen simbol nesmrtnosti, imenujejo ga Yggdrasil – drevo sveta. Je velikan in bog plodnosti, germanski bogovi se shajajo pod njim in razsojajo. Stari Grki so imeli jesen za simbol trdnosti.			
Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

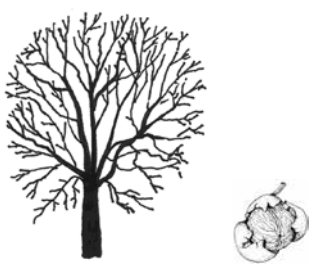
KOSTANJ, PRAVI (<i>Castanea sativa</i>)		Družina: Fagaceae (bukovke)
Pravi (domači) kostanj uspeva v južni in srednji Evropi, Mali Aziji in severni Afriki. Raztreseno raste po vsej Sloveniji, karakterizirajo ga plodovi. Doseže višino do 30 m, starejša drevesa (100 let) imajo premer prek 100 cm.		
Opis kostanjevine	Lastnosti	Uporaba
Venčasto porozna vrsta z obarvano jedrovino. Beljava je ozka in sivo bela, črnjava pa sivkastorumena do temnosiva. Branike so izrazite, vidne so traheje ranega lesa (pore). Trakovi so drobni ter nerazločni.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 590 - 620 \text{ kg/m}^3$) in trdota. Malo se krči, srednja trdnost, ni elastična. Slabo odporna proti insektom, dobro pa proti glivam in vremenskim vplivom. Dobro se obdeluje in cepi, sušiti jo moramo previdno, nagnjena je h kolapsu. Les povzroča dermatitis in srbenje.	Za izdelavo gradbenega lesa, ki je lahko v vodi, pragove, stebre, pilote, doge, pa tudi za bivalno pohištvo, furnir, stopnice in parket ... Iz kostanjevine pridobivajo tanin.
Zanimivost: <i>Kostanj je sadno drevo, ki raste v gozdu! Plod kostanja je polnovredno živilo, primerljivo s krompirjem. Že v antiki (Grki, Rimljani) so iz njega pridobivali moko in kruh ali pecivo. Kostanjevo moko v Mediteranu še vedno mešajo z moko žitaric.</i>		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

LIPA		Rod: Tilia	Družina: Tiliaceae (lipovke)
Lipe rastejo po Evropi in zahodni Aziji. V Sloveniji uspevata dve vrsti lip: 1. velikolistna (navadna) lipa (<i>Tilia platyphillos</i>) in 2. malolistna lipa ali lipovec (<i>Tilia cordata</i>). Rasteta v gozdovih po vsej Sloveniji, seveda pa ima vsak kraj posajene svoje lipe. Med njima ni bistvenih razlik. Lipa zraste do okoli 25 m višine in 400 cm premera.			
VELIKOLISTNA LIPA (<i>Tilia platyphillos</i>) Navadna lipa je mogočno drevo, običajno debelo do 200 cm, doseže pa starost 500–1000 let in več. Dišeči cvetovi lipe imajo številne zdravilne lastnosti.			
Opis lipovine	Lastnosti	Uporaba	
Raztreseno porozni listavec, ki nima jedrovine. Lipovina je belo rumenkasta do rdečkasta s svilnatim leskom. Branike so neizrazite, traheje in trakovi se ne vidijo.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 530 \text{ kg/m}^3$); mehka, precejšnje krčenje, srednja trdnost, ni elastična. Delno odporna proti vremenu, napadejo jo glive in insekti. Obdeluje se zelo dobro, težje cepi, suši se počasi – poslane lahko lisasta.	Za izdelavo embalaže, igrač, svinčnikov, škatel, raznih modelov in kalupov, risalne deske, okvirje za slike, furnir, lesno volno ... Primerna je za rezbarjenje, kiparjenje, intarzije in struženje.	
Zanimivost: Lipa je simbol prijateljstva, pravičništva, veselja, nežne zvestobe. Ima poseben, kulturni pomen za Slovence, izbrali smo jo za svoj simbol, verjetno zato, ker je skozi vso našo zgodovino najbolj opevano drevo.			

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

OREH (<i>Juglans regia</i>)		Družina: Junglandaceae (orehovke)
Navadni oreh izvira iz srednje Azije (rast na visečih babilonskih vrtovih), v južno in srednjo Evropo so ga prinesli Rimljani. Obsežna družina orehovk je razširjena po južni, srednji in zahodni Evropi, prek Male Azije vse do Kitajske ter v Južni in Severni Ameriki. Navadni oreh pri nas raste večinoma posamezno. Gojijo ga zaradi plodov in tudi lesa. Zraste do okoli 30 m višine in do 200 cm premera, živi do 400 let.		
Opis orehovine	Lastnosti	Uporaba
Polvenčasto porozna z obarvano jedrovino. Beljava je sivkasto bela do rumenosive, barva črnjave pa niha od sivorjave do črnorjave, pogosto s temnimi progami. Branike so široke in razločne. Traheje so dobro vidne in z bleščečimi tilami. Trakovi niso opazni.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 680 \text{ kg/m}^3$) in trdota. Zmerno krčenje, visoka trdnost, precej elastična in žilava. Odporna je proti glivam in insektom, manj proti vremenskim vplivom. Dobro se obdeluje, težje cepi, suši se počasi in brez posebnosti.	Vse vrste cenjenega bivalnega pohištva, plemenit furnir, umetniški predmeti, puškinakopita, glasbila (orgle, klavir), oprema avtomobilov in plovil. Odlična za rezbarije in stružene predmete.
Zanimivost: » <i>Orehova korenina</i> « je del drevesa, kjer korenina prehaja v deblo in ima zato nepravilno teksturo ter izjemno barvo. Z njo dosežemo posebne estetske učinke. Večinoma se uporabi za pridobitev plemenitega furnirja, ki služi za izdelavo dragocenega pohištva in za intarzije.		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

ROBINIJA (<i>Robinia pseudoacacia</i>)		Družina: Fabaceae (metuljnice)
Pogovorno ji rečemo tudi neprava akacija; doma je v Severni Ameriki. Že v prvi polovici 17. stoletja so jo prinesli v Evropo kot okrasno drevo. Iz parkov je sčasoma pobegnila v naravo in raste vsepovsod ter je povsem udomačena. Zraste do okoli 25 m višine in do 100 cm premera, živi pa 100 let.		
Opis lesa	Lastnosti	Uporaba
Les je venčasto porozen, beljava je ozka in rumenkasta, črnjava pa rumenzelenkasta do rdečkaste barve. Letnice so dobro vidne, kot tudi pore, trakov pa ne vidimo.	Zelo gosta ($\rho_{12-15} = 770 \text{ kg/m}^3$); zelo trda, zmerno krčenje, visoka trdnost, srednje elastična. Dobro se obdeluje, suši se počasi. Zelo odporna proti glivam in insektom ter vremenskim vplivom. Povzroča vnetja in dermatitis, slabost.	Parket, furnir, stavbno pohištvo, lesene konstrukcije, predvsem tiste, ki so v vodi ali zemlji, plovila, železniški pragovi, jamski les, vinogradniški koli. Primerna je za ročaje orodja in sode.
Zanimivost: Vsi deli robinije so strupeni, razen cvetov, ki so užitni. Predvsem skorja in semena vsebujejo različne kemične snovi, ki povzročajo vnetje kože, sluznic, slabost ... Izvleček iz črnjave uporabljajo za zaščito lesa pred glivami.		

Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

TOPOL		Rod: Populus	Družina: Salicaceae (vrbovke))
Topoli so doma so v Severni Ameriki, Evropi in Aziji. V Sloveniji uspevajo tri avtohtone vrste: 1. črni topol (<i>Populus nigra</i>), 2. beli topol (<i>Populus alba</i>) in 3. trepetlika (<i>Populus tremula</i>). Rastejo ob bregovih rek in gozdovih, sadijo pa jih tudi v parkih, ob cestah, ulicah. Križance med ameriškimi in evropskimi vrstami pa zaradi svoje hitre rasti gojijo v plantažnih nasadih – zaradi pridobivanja lesa, papirja in energije. Najbolj znana križanca sta sivi topol (<i>Populus × canescens</i>) in kanadski topol (<i>Populus × canadensis</i>). Po parkih, ob cestah in po ravninski pokrajini srečamo hibrid jagned (<i>Populus italica</i>), ki mu veje rastejo ob deblu navzgor – skoraj navpično in tvorijo značilno piramidasto krošnjo.			
ČRNI TOPOL (<i>Populus nigra</i>) Les topolov se v lastnostih in uporabnosti le malo razlikuje med seboj. Črni (in beli) topol zraste do 35 m visoko, premera pa lahko do okoli 200 (300) cm, živi pa 300 let.			
Opis topolovine	Lastnosti	Uporaba	
Raztreseno porozna vrsta in brez jedrovine. Barve je belkasto sive, tudi rdečkasto do rjavkasto bele. Les je homogen, letnice, rani in kasni les so komaj vidni, branike široke. Številni trakovi so nevidni. Pogosto ima diskoloriran les – vlažno rjavo srce.	Nizka gostota ($\rho_{12-15} = 450 \text{ kg/m}^3$); nizka trdota, srednje krčenje, nizka trdnost in elastičnost. Trajnost lesa je majhna. Obdelava z ostrimi rezili zaradi preprečitve vlaknate površine. Suši se dobro in hitro, če ima rjavo srce pa znatno težje.	Luščen furnir in vezan les, manj pomembni ter skriti deli (ogrodje tapeciranega pohištva), embalaža (nima vonja), vžigalice, cokle, proteze, krste, risalne deske, lesna volna, slikarska podlaga. Furnir z ikrasto teksturo pa za dragoceno pohištvo.	
Zanimivost: Topol je pogrebno drevo, povezan s peklom, in simbolizira bolečino in solze. Severno ameriška trepetlika razvije obsežen koreninski sistem. Iz njihovih korenin na površje poganjajo nova drevesa; nastane skupina povezanih dreves – največja: ~ 47 000 dreves s skupnim koreninskim sistemom se nahaja v državi Utah, ZDA.			
Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

VRBA		Rod: <i>Salix</i>	Družina: <i>Salicaceae</i> (vrbovke)
Vrbe spadajo med najstarejše cvetnice na Zemlji, saj so po njihovem pelodu in ostankih listov dokazali, da so bile na Zemlji že pred več kot 130 milijoni let, danes pa so razširjene predvsem v Evropi, osrednji Aziji in severni Afriki. V Sloveniji uspeva 23 vrst vrb, najpomembnejši pa sta: 1. bela vrba (<i>Salix alba</i>) in 2. siva vrba (<i>Salix eleagnos</i>). Na začetku prejšnjega stoletja so bili pogosti nasadi vrbe beka (<i>Salix viminalis</i>) in njenih klonov zaradi uporabe v pletarstvu (koši, košare ..., pleteno pohištvo). Pogoste so še vrbe: iva (<i>Salix caprea</i>), krhlica ali krhka vrba (<i>Salix fragilis</i>), volčinasta vrba (<i>Salix daphnoides</i>), rakita (<i>Salix aurita</i>), vrba žalujka (<i>Salix babylonica</i>), rdeča vrba (<i>Salix purpurea</i>) ... Vrbe rastejo ob gozdnih robovih, na obrežjih rek in močvirnih travnikih. Les vseh vrb se med sabo zelo malo razlikuje.			
Bela vrba (<i>Salix alba</i>) Najpomembnejša vrba pri nas ima tudi gospodarski pomen. Gojijo jo tudi na plantažah. Zraste do 24 m visoko, premera do okoli 100 cm, živi pa do 100 let.			
Opis vrbovine	Lastnosti	Uporaba	
Raztreseno porozna vrsta. Les je belkast do rjavkast. Jedrovina se po barvi skoraj ne razlikuje od beljave. Anatomiški elementi niso vidni, letnice so opazne. Lahko jo zmotno prepoznamo kot topolovino.	Nizka gostota ($\rho_{12-15} = 350 \text{ kg/m}^3$); nizka trdota, manjše krčenje, nizka trdnost in elastičnost. Neodporna proti vsem dejavnikom. Dobro se obdeluje in suši.	Največ za luščen furnir in vezan les. Razni zaboji, cikle, vžigalice, lesna volna, risalne deske, proteze in pri gradnji čolnov. Iz oblancev vrbe se izdelujejo razni okrasni izdelki.	
Zanimivost: Vrba simbolizira žalost, melanholijo, neuslišano ljubezen in vdovstvo. Podarila je ime številnim krajem po Sloveniji, zagotovo pa je najznamenitejša Vrba na Gorenjskem, rojstna vas pesnika Franceta Prešerna in dveh znamenitih ljubljanskih nadškofov, Janeza Zlatoustu Pogačarja in Antona Vovka.			
Silhueta, plod	Lubje	List	Tekstura
			

Tuji iglavci:

DUGLAZIJA (*Pseudotsuga menziesii*)

Porašča velike gozdove Severne Amerike (največ v državama Oregon in Washington), vse do Kanade, dobro pa uspeva tako v nižinah kot v višjih legah, raste hitro. Po Evropi se goji na plantažah. Zraste do 100 m visoko, deblo je ravno in okroglo. Mehke iglice (podobne jelki) so dolge do 3 cm in imajo vonj po smoli.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Beljava je ožja svetlorumena, les črnjave pa je rumenkasto do rdečkasto rjave barve. Branike so dobro vidne, rani les je precej širši od kasnega. Ima smolne kanale.	Srednja gostota lesa $\rho_{12-15} = 510 \text{ kg/m}^3$. Srednja trdota in trdnost, krčenje je zmerno. Les se obdeluje dobro, kot tudi suši, možno je iztekanje smole. Črnjava je kar odporna proti glivam in insektom ter vremenskim vplivom.	Vse vrste gradbenih konstrukcij, furnir, vezan les, pohištvo, okna, vrata, podi, opaži, vozila ... Priljubljen les za jambore.	

AMERIŠKI KLEK (TUJA) (*Thuja occidentalis*)

Raste v severovzhodnih priobalnih delih Severne Amerike. Ameriški klek je manjše in proti mrazu odpornejše drevo, kot je orjaški klek (*Thuja plicata*), ki pa mu je precej podoben. Pri nas in v Evropi ameriški klek gojijo predvsem v parkih, za žive meje in na pokopališčih. Ameriški klek zraste do 15 m visoko, deblo se lahko razdeli na dva ali tri vrhove. Iglice, ki ne odpadejo, so luskaste in se prekrivajo, zgoraj so temnozeleni, spodaj pa rumenkasto zeleni.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Ima ozko rumenkasto belo beljavo, črnjava pa je rdečkasto rjava, letnice so razločne. Les je brez smole.	Nizka gostota ($\rho_{12-15} = 350 \text{ kg/m}^3$), mala trdota in trdnost ter elastičnost. Trajnost je precejšnja. Lahko se obdeluje in suši.	Stavbno pohištvo, opaži, skodle, plovila, zunanje obloge hiš ...	

SEKVOJA (*Sequoia sempervirens*)

Sekvoja ali obalna sekvoja raste v narodnem parku Redwood v Kaliforniji. So najvišja drevesa na svetu; po podatkih Wikipedije je najvišja izmerjena višina sekvoje preko 115 m, opaziti je tudi podatek o višini 126 m.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Beljava je belkaste do rumenkaste sive barve, jedrovina pa svetlo do rjavordeča, letnice so razločne, brez smolnih kanalov.	Nižja gostota ($\rho_{12-15} = 450 \text{ kg/m}^3$); mehak les, malo krčenje, srednja do nižja trdnost, nizek modul elastičnosti. Dokaj je odporna proti vsem škodljivcem lesa. Dobro se obdeluje in suši.	Za luščen in rezan furnir, pohištvo, obloge, okna, vrata, pode, konstrukcije, embalažo, stružene izdelke, plovila ...	

Tuji listavci:

AFRORMOZIJA (*Afrormosia elata*)

Afrormozija (kokrodua) prihaja iz tropske Afrike (Slonokoščena obala, Kongo ...).

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Beljava je ozka in belkasta, jedrovina je olivno ali temno rjava, pogosto črtasta (izmenično zavita rast) in se motno sveti. Letnice so prepoznavne.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} \approx 700-860 \text{ kg/m}^3$); ni trda, malo krčenje, visoka trdnost, precej elastična. Odporna na vremenske vplive, glive in insekte. Dobro se obdeluje. Les lahko povzroči pordelost kože, ohromelost, želodčno koliko.	Gradbeni les (zunanja in notranja raba), vse vrste pohištva, plemeniti furnir, za parket, plovila ... Zamenjava za tikovino.	

BALZA (*Ochroma lagopus*)

Drevo tropskega dela Južne Amerike (največji izvoznik balze je Ekvador). Najlažji les, ki je tehnično uporaben.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Brez obarvane jedrovine, belkaste barve, letnice niso prepoznavne, traki pa so vidni. V lesu balze je osnega parenhima do 74 %, ki ima celične stene močno olesenele.	Izjemno nizka gostota ($\rho_{12-15} 70-260 \text{ kg/m}^3$), zelo mehak, malo krčenje, zelo nizka trdnost, nizka elastičnost. Glede na nizko gostoto ima les kar dobre mehanske lastnosti. Balza je neodporna proti škodljivcem. Dobro se obdeluje in suši.	Najpogosteje uporabljen les v modelarstvu, posebej za izdelavo letal. Rešilni splavi in čolni, igrače. Služi tudi kot toplotna in zvočna izolacija, na primer sten ter vrat.	

IROKO (*Chlorophora excelsa*)

Iroko (kambala) mogočni listavec raste v tropski Afriki, ima značilno deblo, ki je valjasto in čisto (brez napak in vej) preko višine 20 m. Iroko imenujejo tudi afriški teak ali afriški hrast.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Vrsta z obarvano jedrovino kavno rjave barve (spominja na tik), često s programi in z zlatim leskom na vzdolžnem prerezu. Pore so vidne.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 690 \text{ kg/m}^3$) in trdota. Srednje krčenje, visoka trdnost, elastičen. Zelo odporen proti škodljivcem in vremenskim vplivom. Dobro se obdeluje. Odrezovanje z rezili iz karbidne trdine ali diamanta. Lahko draži kožo, povzroča dermatitis in bronhialno astmo.	Za pohištvo, gradbene konstrukcije, stopnice, plovila, zabojnike, talne obloge, železniške pragove ...	

LIMBA (*Terminalia superba*)

Limba (afara, frake) visoko drevo (listavec) v zahodni in srednji Afriki.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Raztreseno porozna vrsta, les s črnjavo rumenkasto rjave barve z zelenim odtenkom. Podoben je hrastu po barvi in vidnih porah.	Je srednje gostote ($\rho_{12-15} \approx 550 \text{ kg/m}^3$), srednje trd in trden ter tudi srednje trajnosti, obdeluje se dobro.	Predvsem za stavbno in bivalno pohištvo ter plemeniti furnir.	

MAHAGONI, pravi

(*Swietenia mahagoni*) listavec, ki raste na otokih v Karibskem morju; *Swietenia macrophylla* pa v Centralni (tropski) Ameriki. Samo vrste iz rodu *Swietenia* so mahagoni, zaradi ločitve od vrst, ki so nadomestki, pa ga imenujemo pravi mahagoni. Drevo je visoko več kot 30 (40) m, deblo je ravno, vitko, premera pa okoli 1,5 m.

Pravi mahagoni se od leta 1500 naprej uporablja za dragoceno pohištvo, najbolj je zaslovel v času baroka, posebej v Angliji – slog chippendale. Les je spadal med najbolj iskane vrste in ga praktično ni več. Nadomestili so ga z afriškimi vrstami, ki so bolj ali manj podobne pravemu mahagoniju. Predstavnik iz rodu *Khaya* (*Khaya ivorensis*) imenujejo afriški mahagoni; iz roda *Entandophrana* pa so vrste nepravega mahagonija: sipo, sapelli, tiama in kosipo.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Raztreseno porozna vrsta z jedrovino, ki je čudovito rjavordeče barve, beljava je rumenkasta, branike so vidne. Na radialnem prerezu ima značilno progasto teksturo zaradi menjaje zavite rasti in je svilnatega sijaja.	Gostota je srednja ($\rho_{12-15} \approx 600 \text{ kg/m}^3$), trdnost srednja, dimenzijsko je stabilen, suši se odlično in je dokaj odporen proti lesnim škodljivcem, brez vonja. Dobro in lahko se mehansko obdeluje, kot tudi lepi in lakira.	Za izdelavo rezanege furnirja, cenjeno bivalno pohištvo, za rezbarske izdelke, parket, opremo vozil in plovil, ladjedelništvo.	

MAKORE (*Tieghemella heckelii*)

Mogočni listavec zahodne in srednje Afrike od Siera Leone do Gabona.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Ozka beljava je svetlo rjave barve ali rumenkasta, črnjava pa je rdečkasto rjave do temno rdeče barve in se lesketa, zelo dekorativna.	Srednja gostota ($\rho_{12-15} = 640 \text{ kg/m}^3$) in trdota. Zmerno krčenje; srednja trdnost; zmerno elastičen. Odporen proti glivam in insektom ter termitom, dobro se obdeluje. Posebej brusni prah lahko povzroča vnetje sluznice, draži oči in dermatitis.	Plemeniti furnir, pohištvo, parket, stružene izdelke, vezan les, za gradnjo čolnov in ladij.	

MERANTI, temnordeči

Pod imenom temnordeči meranti sta na trgu dve vrsti, ki sta po barvi in tudi lastnostih praktično enaki. Najpogostejši je *Shorea pauciflora*, ki raste v jugovzhodni Aziji, sledi pa *Shorea negrosensis*, ki je iz Filipinov, imenujejo ga tudi luan.

Rod *Shorea* obsega prek 200 vrst, najbolj znane so: *Shorea leprosula* – svetlordeči meranti, *Shorea faguetiana* – rumeni meranti, *Shorea bractrolata* – beli meranti. Ime pove barvo črnjave.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Ožja beljava se loči od temno rdeče črnjave. Tekstura je bolj groba, slikovita.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 710 \text{ kg/m}^3$) in trdota; večje krčenje; visoka trdnost, elastičen in žilav. Dobro se obdeluje in suši. Razmeroma je odporen proti vremenskim vplivom, manj proti glivam in insektom.	Stavbno in notranje pohištvo, vezan les, plemeniti in slepi furnir, notranje in zunanje konstrukcije, plovila. Odličen les za okna.	

OKUME (*Aucoumea klaineana*)

Raste v zahodni Afriki, Kongu in posebej v Gabonu, kjer je najpomembnejša drevesna vrsta (gabonski mahagoni).

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Les je brez obarvane jedrovine, svetlordeče do rožnato sive barve z grobo teksturo in nekoliko zavito rastjo. Ima prijeten vonj.	Nizka gostota ($\rho_{12-15} = 440 \text{ kg/m}^3$) in trdota. Manjše krčenje, srednja trdnost, slabo elastična. Delno odporna na glive in insekte. Dobro se obdeluje, vendar z rezili iz karbidnih trdin.	Največ za luščen furnir in vezane plošče. Pohištvo (deli), oprema plovil, škatlice za cigare.	

PADUK (*Pterocarpus*)

Tropski listavci, ki rastejo v zahodni Afriki, južni Aziji, Malajskem arhipelagu. Poznamo afriški, burmanski, andamanski (Andaman – otoki v Bengalskem zalivu), manilski paduk ... Les padukov se malo razlikuje, navedeni podatki veljajo za:

AFRIŠKI PADUK (*Pterocarpus soyauxii*)

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Les je bolj grobe strukture. Beljava lesa je sivo rožnata, jedrovina pa svetlo rožnata, vendar potemni do zlato rjave in temno rdeče barve, ki je izredno dekorativna in lepa – tudi zaradi zavitosti vlaken.	Zelo gost ($\rho_{12-15} = 700 \text{ kg/m}^3$), srednje trd, malo krčenje, visoka trdnost, elastičen. Obdeluje se dobro. Odporen proti glivam, insektom in vremenskim vplivom.	Pohištvo, parket, vozila, furnir, razne zunanje konstrukcije, glasbila, intarzije in tudi na primer za biljardne mize. Les je odporen proti obrabi in drsenju, zato je primeren za zunanje lesene tlake.	

RIO PALISANDER (*Dalbergia nigra*)

Rio palisander izvira iz jugovzhodne Brazilije, od koder ga izvažajo že preko 300 let, in je zaradi pretiranega poseka redkejša in zaščiten vrsta.

Obstaja več vrst palisandrov, poleg rio palisandra je najbolj uveljavljen vzhodnoindijski palisander (*Dalbergia latifolia*). Les vseh palisandrov ima podobne lastnosti.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Raztreseno porozna vrsta, pore so vidne. Beljava je belorumenkasta, jedrovina pa rdeče rjava do črno progasta; motno se sveti, izredno je dekorativna in ima aromatičen vonj.	Visoka gostota ($\rho_{12-15} = 850 \text{ kg/m}^3$); zelo visoka trdota; manjše krčenje, visoka trdnost, zmerno elastičen. Dobro se obdeluje, vendar samo z rezili iz karbidnih trdin. Dokaj je odporen proti glivam, insektom in odlično proti vremenskim vplivom.	Plemeniti furnir, dragoceno pohištvo, glasbeni inštrumenti, struženi deli. Za opremo dražjih vozil in bark. Rezbarije, umetniški predmeti.	

RAMIN (*Gonystylus bancanus*)

Večji listavec v južno vzhodni Aziji (Brunej, Indonezija, Malezija).

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Les je rumene do svetlorjave barve, s tem da se beljava in črnjava komajda ločita. Lahko se obarva modročrno.	Srednje gost ($\rho_{12-15} = 600\text{--}670 \text{ kg/m}^3$); mehak, zmerno krčenje, srednja trdnost, precej elastičen. Neodporen na glive, insekte in vremenske vplive. Dobro se obdeluje.	Pohištvo – tudi kot nadomestek za hrast; za plemeniti in luščen furnir (vezane plošče), za razne profilne, zaključne letve, stružene izdelke, obloge.	

TIK (*Tectona grandis*)

Tik (teak) raste v tropskih gozdovih jugovzhodne Azije (Mjanmar, Tajska, Laos in Indija). Tikov les je znan že dolgo in je zelo cenjen zaradi odličnih lastnosti in dekorativnosti.

Opis lesa	Lastnosti	Uporaba	Tekstura
Venčasto/polvenčasto porozen, pore vidimo, kot tudi letnice. Jedrovina je zlatorumena do rumenorjava, beljava pa ozka in rumenosiva. Črnjava na zraku potemni, pogosto je obarvana s temnimi (črnimi) progami. Vsebuje precej ekstraktivnih snovi.	Srednje do visoke gostote ($\rho_{12-15} = 660 \text{ kg/m}^3$); trd, malo krčenje, srednja trdnost, precejšna elastičnost. Obdelava z rezili iz karbidne trdine ali diamanta. Pri površinski obdelavi je potrebno upoštevati ekstraktivne snovi. Suši se brez težav. Zelo odporen proti glivam, insektom, vremenskim vplivom in morskim organizmom. Pri obdelavi lahko povzroča dermatitis, ekscem in astmo.	Veliko za izdelavo plemenitega furnirja, stavbno, bivalno in vrtno pohištvo, parket, obloge, struženi in rezbarski izdelki. Različne vodo-gradnje, ladjedelnštvo.	

ABECEDNO KAZALO POJMOV

V slovenščini so stroji moškega spola (rezkalnik, vrtalnik, sesalnik ...). Ženska oblika je nepravilno povzeta iz nemščine (die Maschine) in je dovoljena samo za uveljavljene izraze, kot je stružnica, lokomotiva ... Npr: hlodarka, cepilka, brusilka ... so nepravilni izrazi.

Podajanje je izraz, ki se izključno rabi za pomikanje obdelovanca pri obdelavi (tehnološkem procesu).

Pojem žaga je ustrezen za rezalno orodje (žagin list), žagarski obrat in žagarski stroj.

Legenda:

pojem

n: nemško /sopomenka/

a: angleško /sopomenka/

→ navzkrižna referenca

A

afrrormozija 208

n: Afrormosia /Kokrodua/

a: afrormosia /kokrodua/

avtomatsko krmiljenje 137

n: automatische Regelung

a: automatic control

B

balza 208

n: Balsa

a: balsa

bager (s kleščami) 83

n: Bagger

a: excavator /digger/

biomasa 72, 191

n: Biomasse

a: biomass

bleščica 48, 114

n: Kernbrett /Spiegelholz/ /Riftbrett/

a: quarter sawn /core plank/ /heart plank/

bočnica 49

n: Seitenbrett /Fladerschnitt/

a: plain saw

bor, rdeči 192

n: Waldkiefer /Waldföhre/ /Gemeine Kiefer/

a: Scots pine

bočni viličar 176

n: Seitenhubstapler /Seitengabelstapler/

a: side fork lift truck

brešt 195

n: Ulme /Rüster/

a: elm

breza, navadna 196

n: Weissbirke /Hängebirke/Birke/

a: common birch /silver birch/

bukev 196

n: Buche /Rotbuche/

a: European beech /common beech/

buli 50

n: Blockstapel /Blockware/

a: block stacks

C

CE-oznaka 71

(Conformite European)

n: CE-Kennzeichnung

a: CE-marking

centrirna naprava 146

n: Blockzentrierungseinrichtung

a: centering device

cepanica 73

n: Holzscheit /Scheitholz/

a: log

cepilni tračni žagalni stroj 151,152

n: Trennbandsägemaschinen

a: band resawing machine /resaw band-saw/

certifikacija gozdov 17

n: Waldzertifizierung

a: forest certification

Č

četrtnsko žaganje (kartje) 114

n: Kantholzschnitt /Quartierschnitt/

a: quartersawing

čelilnik (čelilni stroj) za žagan les

n: Kappsäge →podmizni čelilnik

a: cross-cut saw /compound mitre saw/

čelilnik za hlode (okrogli les) 89,90

n: Rundholz Kappsäge

a: round timber chop saw

- krožni čelilnik za hlode

a: Rundholz Kappsäge mit Kreissäge

n: round timber chop saw with circular saw

- verižni čelilnik za hlode

n: Rundholz Kappsäge mit Kettsäge

a: round timber chop saw with chain-saw

čelilnik za paket žaganega lesa 166,167

n: Bretterpaketsäge /Paketkappsäge/

a: board package crosscut saw

čeljenje lesa 89

n: Kappen /Absäumen/

a: cross-cutting

čelni viličar 175, 176

n: Frontstapler

a: front loader

D

deblo 18, 23

n: Stamm /Schaft/

a: stem /trunk/

delilna naprava 96, 103

n: Spaltkeil /Leitbleche/

a: splitting wedge

deska 47, 69

n: Brett

a: board

detekcija kovin 89

n: Metall-detektor

a: metal detector

digitalizacija 168

n: Digitalisierung

a: digitize /digitized/

diskoloriran les (neprava črnjava) 30

n: Falschkerne

a: black heart

dob 199

n: Stieleiche /Sommereiche/

a: common oak /English oak/

drevesne vrste 192

n: Holzarten

a: type of wood /tree species/

duglazija 207

n: Douglasie

a: Douglas fir

dvojna beljava 30

n: eingeschlossenes Splintholz /Mon-dring/

a: moon ring

dvojno srce 26

n: Zwieselung /Doppelkern/

a: double heart /double pith/

dvostranski večlistni robilnik 152-154

n: Doppelbesämsäge

a: twin edger /double edger/

E**ekscentričnost hloda 26**

n: Extentrisches Wuchs
a: excentric heart

enkratno žaganje 113

n: Einfachschnitt /Scharfschnitt/
a: live sawing

F**funkcije gozda 13,14**

n: Funktionen des Waldes
a: the function of forests

furnirski polnojarmenik 94

n: Furniergattersäge
a: veneer frame saw

G**gaber, beli 198**

n: Weißbuche /Hainbuche/ Hagebuche/
a: common hornbeam

gaber, črni 198

n: Hopfenbuche /gemeine Hopfenbuche/
a: european hop-hornbeam

gater

→jarmenik →polnojarmenik →veneci-
janka

glive 31, 32

n: Pilz /Schwamm/
a: fungi

gorski javor 200

n: Bergahorn
a: sycamore maple)

gozd 11-17

n: Wald
a: forest

gozdno-lesna veriga 191

n: Wald-Holz-Ketten
a: forestry-wood production chain

graden 199

n: Traubeneiche /Wintereiche/
a: sessile oak /durmast oak/

grča 55-58

n: Ast /Knorren/Astloch/
a: knot /gnarl/

- bočna grča

n: Kantenflächeast
a: edge knot

- izpadna grča

n: loser Ast
a: loose knot

- krilasta grča

n: Flügelast
a: large knot

- nezrasla grča

n: nicht verwachsener Ast
a: dead knot

-okrogla grča

n: runder Ast
a: round knot

- ovalna grča

n: ovaler Ast
a: oval knot

- ploskovna grča

n: Seitenast
a: face knot

- prebojna grča

n: durchgehender Ast
a: continuous knot

- robna grča

n: Kantenast
a: arris Knot

- slepica

n: Beule
a: slope of grain

- skupina grč

n: Gruppen Ast
a: knot cluster

- trhla (gnila) grča

n: fauler Ast; a: rotten knot

- zdrava grča

n: gesunder Ast
a: Live/sound or tight-knot

- zrasla grča

n: verwachsener Ast
a: tigh knot /ingrown knot/

grčavost 56

n: Astigkeit
a: knottiness

gred 46

→tram

H**hidravlična dvizna miza 161, 162, 167**

n: Trepel hubtisch /Hebebühne/
a: lifting platform

hidravlični agregat 102, 104

n: hydraulisches Aggregat
a: hydraulic aggregate

hlod (krlj) 18

n: Stamm /Block/ /Klotz/
a: log /stem/ /trunk /

hlodišče 82

n: Rundholzplatz /Blochlager/
a: log storage platze, /mill yard/

hlodovina 18-32

n: Rundholz
a: round timber

horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj 142-144

n: Horizontalblockbandsägemaschine
a: horizontal log band sawing machine

hrast 199

→cer →dob →graden →puhasti hrast
n: Eiche
a: oak

I**iglavci (storžnjaki) 192, 207**

n: Nadelbaum /Konifere/
a: conifer

insekti 32, 62

n: Insekt /Imago/
a: imago

iroko 208

n: Iroko /Kambala/
a: African teak

iskalnik (detektor) kovin 89

n: Mettalsucher /Metallsuchgerät/
a: metal detector

izkoristek 74-79

n: Ausbeute
a: log yield

iverilna glava 146

n: Zerspaner Kopf
a: chipper head

izmetalo hloda 87

n: Blockauswerfer
a: log-kicker arms

J**javor 200**

→gorski javor →ostrolistni javor →poljski
javor (maklen)
n: Ahorn
a: maple

jelka 193

n: Tanne /Weißtanne/
a: silver fir

jelša 201

n: Erle
a: alder

jesen, veliki 202

n: gemeine Esche
a: european ash

jarem 96, 98, 108

n: Rahmen
a: frame

jarmeniški voziček 96, 102, 103

n: Gatterspannwagen
a: gate wagon

jarmenik 187

n: Gatter /Gattersäge/
a: frame sawing machine /log frame saw/
→polnojarmenik

jarmeniški žagin list 104-106

n: Gattersäge
a: gang saw /frame-saw/

K**kapaciteta (zmogljivost) 115, 116**

n: Kapazität
a: capacity

klek, ameriški 207

n: Abendländische Lebensbaum /Abend-
ländische Thuja/
a: Northern white-cedar

klešče za hlode 83, 84

n: Rundholzgreifer
a: round timber gripper

klupa (premerka) 19

n: Kluppe
a: clothespin /clothes peg/

kolesivost 28

n: Ringschale
a: ring shake

kolut 129-131

n: Rolle /Sägescheiben/
a: saw discs /roll/

koničnost debila 23

n: Abholzigkeit
a: log (stem) taper

konstrukcijski les 66-71

n: konstruktiver Holz
a: construction wood

koreničnik 16

n: Wurzelstock
a: root stock

koritavost 61

n: Querkrümmung
a: cup /cupping/

kotna letev 181

n: Fußleiste /eckige Latten/
a: angular battens

kostanj, pravi 203

n: Edelkastanie
a: sweet chestnut

krajnik 72

n: Schwarte
a: slab

krivost debila 23

n: Krummschäftigkeit
a: crooked trunk

krmiljenje 137

n: Steuerung
a: control

krojenje debila 16

n: Rundholzeinteilung /Ausformung/
a: log scaling

krožni hlodovni žagalni stroj (enoosni) 144, 145

n: Kreissäge für Rundholz
a: circular saw for logs

- dvoosni krožni hlodovni žagalni stroj
n: Vielblattsägen in Doppelwellenausführung
a: multi-blade saws in double shaft design

krožni žagin list 144

n: Kreissägeblatt /Kreissäge/
a: circular saw blade

L**ladijski pod 180**

n: gespundete Bretter/Schiffboden/
a: ship floor /plank flooring/

les

n: Holz
a: wood →konstrukcijski les →iglavci
→listavci
(latinsko: lignum; grško: xylon)

lesene konstrukcije 66

n: Holzkonstruktion
a: woodwork

letev 48, 70

n: Leiste /Latte/
a: cleat /slat/

letvičenje 166, 172, 173

n: Stapelung
a: stacking

limba 209

n: Limba /Afara/
a: white afara

lipa 203

n: Linde
a: lime

lisičavost 63

n: Baumkante
a: wane /rough edge/

listavci 195, 208

n: Laubbaum
a: deciduous tree /hardwood/

lupilni stroj (lupilnik) 90,91

n: Entrindungsmaschine
a: debarking machine

lupljenje 90

n: Entrindung
a: debarking

M**macesen 193**

n: Lärche /Europäische Lärche/
a: larch /european larch/

mahagoni (pravi) 209

n: Mahagoni - echtes
a: mahogany - american

makore 209

n: Makore
a: makore

meranti 210

n: Meranti
a: meranti

merjenje 18-21, 51-52

n: Messung /Vermessung/
a: measuring

merilna naprava 19

n: Messanlage /Messeinrichtungen/
a: measuring system

moč odrezovanja 118, 140

n: Spanungsleistung
a: cutting force

moč pogonskega stroja 140

n: Antriebsleistung
a: drive power

modrivost 62, 67

n: Bläue
a: blue stain

mrazna razpoka 29

n: Frostleiste
a: frost crack

N**načini žaganja 113, 114**

n: Einschnittarten
a: cutting choices

- četrtinsko žaganje (kartje)

n: Kantholzschnitt /Quartierschnitt/
a: quartersawing

- enkratno žaganje

n: Einfachschnitt /Scharfschnitt/
a: live sawing

- posamično žaganje

n: einzelner Stammufteilung
a: grade sawing

- prizmiranje (žaganje)

n: Doppelschnitt /Prismenschnitt/
a: prism cut

- razpolavljanje (žaganje)

n: Riffschnitt /Spiegelschnitt/
a: quarter sawn

- žaganje za grede

n: Kantholzschnitt
a: edge wood cut

nadmera 53, 76, 121, 122

n: Übermaß
a: oversize

nakladalnik (hlodov) 83

n: Radlader
a: wheel loader

naklon vlaken 58

n: Faserneigung
a: sloping grain

napake lesa 22-33, 55-63

→diskoloriran les →dvojna beljava
→ekscentričnost debila →grče →kolesivost →koničnost debila →koritavost
→krivost hloda →lisičavost →modrivost
→mrazne razpoke →naklon vlaken
→notranje (srčne) razpoke debila
→obarvanost lesa zaradi gliv →obarvanje zaradi plesni →ovalen prerez debila
→piravost →poškodbe drevesa
→razpoke →reakcijski les →rjave in rdeče proge →rovi insektov →smolike
→stržen →strženove pege →širina branike →valovita rast →ukrivljenost
→zavita rast debila →žlebast prerez debila

n: Holzschädlinge /Defekte/
a: wood pest /blemish/

napenjalna naprava 11

n: Spannvorrichtung
a: clamping device /saw jig/

napenjanje žaginega lista 110-112, 131-133

n: Spannung Sägeblatt
a: tension saw blade

nasuti meter 73, 74

n: Schüttmeter
a: volume of loose material

nerobljene žaganice 49,50

n: unbesäumt Bohlen und Bretter
a: un-edged boards

notranje (srčne) razpoke 28

n: Kernrisse
a: starshake /heart shake/

O

obarvanje lesa zaradi gliv 33, 34, 62

n: Holzverfärbende Pilze
a: wood-discoloring fungi

obloga 179-181

n: Verkleidung /Belag/Auskleidung
a: cladding /planking/

obrat za skobljanje 178

n: Hobelwerke
a: planing mill

odpadek 72

→ostanek
n: Abfall
a: waste

opaž 179

n: Schürze /Dielung/
a: planking /boarding/

opaž s posnetimi robovi 180

n: Fasebretter
a: chamfer boards

okrogli les 18-21

n: Rundholz
a: round timber

okume 210

n: Okoume /Gabun/
a: gaboon /okoume

oreh 204

n: Nussbaum /gemeiner Walnußbaum /
Edelnuss/
a: common walnut /Persian walnut/

ostanek 72-74, 79, 191

n: Rest /Rückstand/
a: remainder /rest/

ostrolistni javor 200

n: Spitzahorn
a: Norway maple

ovalen prerez debla 24

n: Unrundheit
a: oval stem

P

paduk 210

n: Padouk
a: padauk

palisander, rio 211

n: Rio Palisander
a: Brazilian rosewood

piravost 32

n: Stockigkeit
a: incipient decay

ploh 47, 69

n: Bohle /Diele/ /Pfosten/
a: plank

podajalni mehanizem 100, 101, 134

n: Beschickeinrichtung
a: feed unit /feed equipment/

podajanje 101, 146, 147

n: Vorschub /Vorschubbewegung/
a: feed

podajalna hitrost 117, 118, 139, 140

n: Vorschubgeschwindigkeit
a: feed speed

podmizni nihalni čelilnik 155, 156

n: Untertischkappkreissäge
a: under table cross cut circular saw

polbleščica 49

n: Mittelbrett
a: middle board

polizdelek 179

n: Halbfertigware
a: semi-finished products

poljski javor (maklen) 200

n: Feldgahorn
a: field maple)

polnojarmenik 94-104

n: Vollgatter /Vertikalgattersäge-
maschine/
a: multiple blade frame saw

portalni žerjav 84, 173

n: Portalkran
a: gantry crane

poškodbe drevesa 33

n: Schaden am Baum
a: damage to the tree

pranje hlodovine 89

n: Spülen die Baumstämme
a: rinse the tree trunks

premerka

→klupa

previs žaginih listov 109, 110

n: Überhang bei Gattersäge
a: frame saw overhang

pritrđitev žaganih listov 106, 107

n: Sägeblattbefestigung
a: saw blade attachment

prizma 113, 123

n: Prisma
a: prism

profilni iverilnik 94, 146-148

n: Profilsperner
a: chipper-canter

prostorninski meter (prm) 72, 73

n: Raummeter
a: stacked cubic metre

R

radialni prerez 24, 48

n: Radialschnitt /Spiegelschnitt/
a: radial cut

ramin 211

n: Ramin
a: ramin

razpoke debla 28,29

n: Stammrisse
a: cracks trunk

razpoke (sortimentov) 60

n: Risse
a: fissures

razpored žaginih listov 107, 108, 120, 121

n: Anordnung Stammaufteilungen
a: arrangement trunk departments

razvrščanje hlodovine 35-44, 92

n: Sortierung Stamm
a: sorting logs

razvrščanje žaganega lesa 64-70, 163-165

n: Schnittholzsortierung
a: sawn timber sorting

rdeče srce

→diskoloriran les

reakcijski les 22, 59

n: Reaktionholz (Buchs)
a: reaction wood

- kompresijski les

n: Druckholz
a: compression wood

- tenzijski les

n: Zugholz
a: tension wood

rjave in rdeče proge 62

n: Rotstreifigkeit
a: red streak

reducirni stroj 91

n: Reduciermaschine für Stamm
a: reducer for trunk

rezalna hitrost 116, 117, 139-140

n: Schnittgeschwindigkeit
a: cutting speed

robljene žaganice 49, 50, 152

n: besäumt Bohlen und Bretter
a: edged boards

robljenje 152-154

n: Besäumen
a: edging

ročni mehanizem 96, 98, 99

n: Kurbelgetriebe /Kolbentrieb/
a: crank mechanism /crank drive/

rovi insektov (izletne odprtine) 32, 62

n: Fraßgänge /Fluhlocher/
a: wormholes

S

sekalnik 156-158

n: Holzhackmaschine
a: chipping machine

sekanec 73, 74, 156

n: Hackschnitzel
a: chip

sekvoja 207

n: Reedwood /Coast redwood/ /Sequoie/
a: sequoia /California-redwood/

skladalna naprava 165, 167, 168

n: Stapelgerät /Stapelautomat/
a: stacking machine /stacker/

skladišče žaganega lesa 170-173

n: Holzlager

a: wood storage /timber store/ →hlodišče

sila odrezovanja 118, 119

n: Spanungskraft /Schnittkraft/

a: cutting force

skladovnica 170-172

n: Holzstapel /Holzstoß/

a: stack of wood /wood pile/

skobljani polizdelki 179-181

n: Hobelware

a: plane goods

smolike 27, 59

n: Harzgalle

a: resin pocket

smreka – navadna 194

n: Fichte /Rottane/

a: Norway spruce

sortiranje

n: Sortierung

a: Sorting →razvrščanje

sortirna naprava 92, 163-168

n: Sortieranlage

a: sorting system

srce 59

n: Markbereich

a: pith area

sredinska deska

→bleščica

stržen 59

n: Markröhre /Mark/

a: pith

stojalo 97, 129, 130

n: Ständer

a: stand

sušenje lesa na prostem (naravno**sušenje) 170**

n: Freilufttrocknung /natürliche Holz-

trocknung/

a: air-drying

Š**širina branike 26, 58**

n: Jahrringbreite

a: rate of growth

širina žaganja (reža) 79, 121

n: Schneidenbreite

a: width of sawing

T**tangencialni prerez 24, 49**

n: Tangentialschnitt /Fladerschnitt/

a: tangential cut

tekstura 24, 48

n: Textur /Zeichnung/

a: texture

tik 211

n: Teak

a: teak

tisa 194

n: Eibe /Europäische Eibe/

a: yew /European yew

topol 205

n: Pappel

a: poplar

tračni hlodovni žagalni stroj

→vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj

→horizontalni tračni hlodovni žagalni stroj

tračni transporter 160, 161

n: Bandförderer /Forderband/

a: belt conveyer /band conveyer

tračni širokolistni žagin list 137-139

n: Bandsägeblatt

a: bandsaw blade

tram 46, 114

n: Baumkanten /Kantholz/

a: baulk /balk/

transporter

n: Transporter

a: haulage contractor /conveyor/

→tračni →valjni →verižni

transportna naprava 158

n: Transportanlage /Fördermittel/

a: conveyer

trohnoba 30-32; 62

n: Fäule

a: rot /fungal decoy/

tuja

→klek

U**ukrivljenost 61**

n: Langskrümmung

a: distortion

- lok

n: einfache Krümmung

a: bow

- sabljavost

n: Langskrümmung der Schmalfläche

a: spring

- zvitost (spiralna zavitost)

n: Verdrehung

a: twist

V**vakumska naprava 162, 163, 167**

n: Vakuumanlage

a: vacuum unit /vacuum system/

valjni transporter 86, 158, 159

n: Rollförderer

a: roller conveyer

valovita rast 27, 59

n: Wirbel /welliger Faserverlauf/

a: wavy grain

varovalne (zaščitne) naprave 104, 134, 143

n: Schutzeinrichtungen

a: protective devices

verižni transporter

n: Kettenförderer

a: chain conveyors

- vzdolžni 85, 87

n: Längsförderer

a: longitudinal conveyer

- prečni 86, 87, 160

n: querrörderer

a: cross conveyer

venecijanka 186, 187

n: Venezianergatter

a: venice frame saw

vertikalni cepilni tračni žagalni stroj

→cepilni tračni žagalni stroj

vertikalni tračni hlodovni žagalni stroj

94, 129-137

n: Vertikalblockbandsägemaschine

a: vertical log band sawing machine

viličar 174-177

n: Hubstapler /Gabelstapler/

a: forklift /stacker truck/

→čelni viličar →bočni viličar

vodilo prizme

→delilna naprava

vodilo strojnega dela 97, 98

n: Führung /Führungsbahn/

a: guide surface /guide rails/

vodilo žaginega lista 133, 143

n: Sägeblattführung

a: saw blade guide

Z**zaščitne naprave**

→varovalne naprave

zavita rast (zavitost) 27

n: Drehwuchs

a: spiral graining

zimavost

→mrzna razpoka

zmanjševanje izpustov ogljikovega**dioksida 14, 191**

n: Minderung der Kohlendioxid-Emissionen

a: reduce carbon dioxide emissions

Ž**žagan les 46 - 53**

n: Schnittholz

a: sawn timber /lumber/

žaganica 47, 49, 50

n: Schnittholz /Brett/

a: sawn timber

žaganje 116-118, 139-140

n: Sägen /Schneiden/

a: sawing /saws/

→načini žaganja

žagarski obrat 9, 94

n: Sägewerk

a: sawmill

žagarski ostanki 72-74

n: Sägewerk holzreste

a: sawmill residues

žagarski stroj 94

n: Sägemaschine

a: sawing machine

žagarstvo 9

n: Sägerei

a: sawmill /lumbermill/

žagin list

n: Sägeblatt

a: saw-blade

- jarmeniški 104

n: Gattersäge

a: Frame saw /gang saw/

- tračni 137, 138

n: Bandsäge

a: band saw

- krožni 144, 145

n: Kreissäge

a: circular saw

žlebast prerez debla (žlebatost) 24

n: Spannrückigkeit

a: flutes

VIRI IN LITERATURA

1. Dević, I. (2001) Alati i strojevi u obradi drva 2. Zagreb: ELEMENT. ISBN 953-197-337-7
2. Ettelt, B. (1987) Die Spannung von Holz und ihre Werkzeuge. Stuttgart: DRW Verlag.
3. Geršak, M. (2018) Les in tvoriva. Ljubljana: samozaložba. ISBN 978-961-288-355-3
4. Geršak, M. (1998) Stroj za primarno obdelavo lesa. Ljubljana: Lesarska založba.
5. Geršak, M. (2020) Strojni deli in stroji v lesarstvu. Ljubljana: samozaložba. ISBN 978-961-290-749-5
6. Geršak, M. (1991) Transportne naprave. Ljubljana: Lesarska založba.
7. Geršak, M., Prošek, M. (2010) Lesarstvo – zbirka nalog. Ljubljana: Lesarska založba. ISBN 978-961-6295-24-6
8. Grošelj, A. (1989) Tehnologija delovnih procesov 2. Ljubljana: Lesarska založba.
9. Horvat, I., Krpan, J. (1967) Drvno industrijski priručnik. Zagreb: Tehnička knjiga.
10. Lohman, U. (2016) Holz Handbuch. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. ISBN 978-3-86820-334-9
11. Medič, M. (2001) Lesarsko strojništvo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Univerza v Ljubljani. ISBN 961-6144-14-6
12. Prošek, M., Geršak, M., Kavčič, J. (2001) Stroj za obdelavo lesa, Ljubljana: Lesarska založba. ISBN 961-6295-18-7
13. Sedej F., Velušček, V. (2000) Tehnologija žagarstva. Ljubljana: Lesarska založba. ISBN 961-6295-11-X
14. Taschenbuch der Holztechnologie (1976). Leipzig: VEB Fachbuchverlag.
15. Qualitätsscannen im Quertransport (2016). Holzkurier 34.16: 14–15. Nadaljnje informacije preko Microtec pod: <https://microtec.eu/>
16. Šega, B. (2010) Vizualno razvrščanje konstrukcijskega žaganega lesa. Les 03–04: 96–03.

Viri na spletu – dostop do 1. 1. 2021

17. Baša, M. (2020) Napake lesa, priručnik za prepoznavanje napak okroglega lesa. Gozdarski inštitut Slovenije. Založba: Silva Slovenica. Dostopno na: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Mirko+Ba%C5%A1a+Napake+lesa>
18. Bugar, I. (2006) Razvrščanje lesa z nedestruktivnimi metodami. Diplomsko naloga, št. 218. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Dostopno na: http://drugg.fgg.uni-lj.si/845/1/GRV_0218_Bugar.pdf
19. Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije. Dostopno na: www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2017-01-1603/pravilnik-o-merjenju-in-razvrscanju-gozdnih-lesnih-sortimentov-iz-gozdov-v-lasti-republike-slovenije in na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13131>

VIRI PREGLEDNIC

- Preglednica 1 in 2: Zavod za gozdove Slovenije, 2019. Dostopno na: http://www.zgs.si/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/slovenski_gozd_v_stevilkah_2019/index.html
- Preglednica 3: Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije (2017). Dostopno na: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV13131>
- Preglednica 4: Standard SIST EN 1315:2010
- Preglednica 5, 6, 7: Sestavil avtor iz Gozd in gozdarstvo. Dostopno na: <https://www.gozd-les.com/les/merjenje-razvrscanje-lesa/klasificiranje-hlodovine-listavcev>
- Preglednica 8, 9, 10, 11, 12, 13: Sestavil avtor iz Gozd in gozdarstvo. Dostopno na: <https://www.gozd-les.com/les/merjenje-razvrscanje-lesa/klasificiranje-hlodovine-iglavcev>
- Preglednica 14: Gradbeniški priručnik (2012). Ljubljana: Tehniška založba Slovenije: 268, 269
- Preglednica 15: Standard SIST DIN 4074-1:2009
- Preglednica 16: Standard SIST EN 338:2016
- Preglednica 17, 18, 19: Standard SIST DIN 4074-1:2009 in Lohman, U. (2016) Holz Handbuch. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Preglednica 20: Standard SIST EN 1912:2012
- Preglednica 21: Standard SIST EN 338:2016
- Preglednica 22: Sestavil avtor iz navedene literature
- Preglednica 23: Sestavil avtor
- Preglednica 24: Lohman, U. (2016) Holz Handbuch. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG: 156.

PRIKAZ VIROV ILUSTRACIJ OZNAČENIH Z (X)

- Slika 5: dostopno na <http://www.zgs.si> › img › PDF › zgibanke › Begus_ponatis
- Slika 8: Vir: Bureau veritas, Linhartova c. 49 a, Ljubljana
- Slika 11: Foto: Miha Zabret
- Slika 27a: Dostopno na: <https://www.gozd-les.com/novice/javor-rebras>

- Slika 50: Dostopno na: <https://unsplash.com/photos/x3PjWTt6JKo>
- Slika 65c: Dostopno na: <https://www.gozd-les.com/novice/javor-rebras>
- Slika 73 in 74: Grošelj, A. (2003) Tehnologija. Ljubljana: Lesarska založba: 48
- Slika 75: Vir: Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec. Dostopno na: <http://www.gg-sg.si/foto-in-video/fotogalerija/lgaid/6092.aspx>
- Slika 87: Vir: LIP, Lesna Industrija BLED, d. o. o., Rečiška cesta 61a, 4260 Bled
- Slika 89a: Liebherr-Werk Bischofshofen GmbH (tehn. gradivo), Dr.-Hans-Liebherr-Straße 4, 5500 Bischofshofen, Österreich
- Slika 90: Dostopno na: https://www.google.com/search?q=Rundholz-platz&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-&sa=X-&ved=2ahUKEwjys_Dd17XnAhVkoUKHVJrDBoQsAR6BAGGEAE&biw=1366&bih=651
- Slika 91: Dostopno na: <http://www.finkbeinerkg.de/produkte-leistung/rundholzplatz/>
- Slika 94: Vir: Holz-Zentralblatt, št. 34, 26. 8. 2016: 836
- Slika 96: M-TEC, s. r. o. (tehn. gradivo), Lanbsfeldova 1, 036 01 Martin, Slowakei
- Slika 99: Dostopno na: www.pollmeier.com
- Slika 100: Mesutronic Gerätebau GmbH (tehn. gradivo), Hackenfeld 13, 94259 Kirchenberg im Wald, Germany
- Slika 101: Dostopno na: <https://www.youtube.com/watch?v=6nbpHhQGa18>
- Slika 102: M-TEC, s. r. o. (tehn. gradivo), Lanbsfeldova 1, 036 01 Martin, Slowakei
- Slika 103 in 104b: Vir: Paulitsch, M., Barbu, Marius C. (2015) Holzwerkstoffe der Moderne. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co. KG: 130
- Slika 104a: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=Entrindungsmaschine+cambio&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWj4q8GZ1cjjAhXJ4KYKHYwRAswQ7Al6BAGFECEM&biw=1150&bih=632#imgsrc=Z1OIWgxtam-rFDM>
- Slika 105: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=Reducier+maschine+fur+Stamm&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjV4PeozcjAhWky6YKHbOXCB0Q7Al6BAGJECM&biw=1150&bih=632#imgsrc=YYySJYm-mqozRgM>
- Slika 106: Dostopno na: <https://www.google.com/search?sa=X&q=messanlage+f%C3%BCr+Rundholz&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&ved=2ahUKEWjD8NWax9vnAhVNasAKHa2cBUIQsAR6BAGKEAE&biw=1525&bih=706#imgsrc=ihObsWcP-duYBSM>
- Slika 107: Dostopno na: https://www.google.com/search?q=Rundholz-platz&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-&sa=X-&ved=2ahUKEwjys_Dd17XnAhVkoUKHVJrDBoQsAR6BAGGEAE&biw=1366&bih=651
- Slika 108č: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH (tehn. gradivo), Appenweierer Straße 46, 77704 Oberkirch, Germany
- Slika 109: Dostopno na: http://www.scheibner-maschinen.de/gattertechnik/linck_Type_K_45/linck_type_k_45.html
- Slika 111: Vir: Blankenstein, C. (1956) Holztechnisches Taschenbuch. München: Carl Hanser Verlag: 301
- Slika 125: A-LAP Fémipari és Kereskedelmi Kft. (tehn. gradivo) H-2251 Tápiószecső, Sági u. 1.
- Slika 129: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=Esterer+breitenverstellung&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjTq8j728HoAhVjoVwKHYqFB-YQsAR6BAGIEAE&biw=1175&bih=706#imgsrc=vqksJ4-rMgQuI-M&imgdii=AoyRSOSLWQcvSM>
- Slika 137, 139, 140, 141, 142, 143: Vir: Frommhold, D. (2013) Holzverwendung (4. izdaja). Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), 20; Dostopno na: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Nadelholzer+Einfachschnitt>
- Slika 155 in 158: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=esterer&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjzgoicv5DoAhXE-KQKHSjqBclQsAR6BAGKEAE&imgsrc=NV6YRh-l8QtCtM>
- Slika 163: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=esterer&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjzgoicv5DoAhXE-KQKHSjqBclQsAR6BAGKEAE&imgsrc=NV6YRh-l8QtCtM>
- Slika 167: A-LAP Fémipari és Kereskedelmi Kft. (tehn. gradivo) H-2251 Tápiószecső, Sági u. 1.
- Slika 171b: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH (tehn. gradivo) Appenweierer Straße 46, 77704 Oberkirch, Germany
- Slika 173, 174, 175: WRAVOR d. o. o. (tehn. gradivo) Stranice 27a, 3206 Stranice, Slovenija
- Slika 176b: Dostopno na: <https://www.klick-dein-saegewerk.de/>
- Slika 177: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH (tehn. gradivo), Appenweierer Straße 46, 77704 Oberkirch, Germany
- Slika 178, 179: Katalog Leitz. Zastopstvo: Leitz orodja d. o. o., Savska cesta 14, 4000 Kranj.
- Slika 181: A. COSTA group (tehn. gradivo), 36035 Marano Vicentino, Via Vittorio Veneto 59, Italia
- Slika 183: Dostopno na: https://www.google.com/search?source=univ&tbm=isch&q=EKXwHJSX0AIBRnt&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjkr6ehjMvtAhVJ_qQKHfKdMaQJkEgQIARAB&biw=1525&bih=699
- Slika 184a: A. COSTA group (tehn. gradivo), 36035 Marano Vicentino, Via Vittorio Veneto 59, Italia
- Slika 184b: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH (tehn. gradivo) Appenweierer Straße 46, 77704 Oberkirch, Germany
- Slika 189: Dostopno na: <https://www.google.com/search?sa=X&q=Trennbands%C3%A4ge+Maschinen&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&ved=2ahUKEWjotMPImKboAhVUZ8AKHWI9CIYQ7Al6BAGKEBK&biw=1525&bih=706#imgsrc=z-5jCpM-5N6j0LM>
- Slika 193, 195: PAUL Maschinenfabrik GmbH & Co. KG (tehn. gradivo), Max-Paul-Str. 1, 88525 Dürmentingen, Germany
- Slika 197: Katalog Leitz. Zastopstvo: Leitz orodja d. o. o., Savska cesta 14, 4000 Kranj
- Slika 199: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=hackmaschine+f%C3%BCr+holz&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X&ved=2ahUKEWjB74Tb0LDoAhXXURUIHdKmCj8QsAR6BAGJEA&biw=1525&bih=706#imgsrc=zHz42iQ-pH3YO-M>
- Slika 207: H.I.T. Maschinenbau GmbH + Co.KG (tehn. gradivo), Kapellenstraße 50, D-86833 Ettringen

Slika 209: Dostopno na: https://www.logosol.de/store/sagewerk/paketkapsage/pk1500-paketkapsage/?price_tax_display=2

Slika 210: BALZ-MASCHINEN AG, Industrie Obermatt (tehn. gradivo), CH-3550 Langnau i.E, Schweiz

Slika 216: OHRA Regalanlagen GmbH (tehn. gradivo), Alfred-Nobel-Str. 22-44, D-50169 Kerpen

Slika 219: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=čelni+viličar&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X-&ved=2ahUKEwjA1te8m8foAhUGIsAKHbiGCFMQsAR6BAgKEAE>

Slika 222: H. I. T. Maschinenbau GmbH + Co.KG (tehn. gradivo), Kapellenstraße 50, D-86833 Ettringen

Slika 223b: Dostopno na: <https://www.slovenijales-trgovina.si/gradnja-in-dom/talne-in-stenske-obloge/ladijski-podi/ladijski-podi-hasslacher.html>

Slika 224b: Dostopno na: <https://www.google.com/search?q=fasebretter&tbm=isch&source=univ&client=firefox-b-d&sa=X-&ved=2ahUKEwjWrKLIwefoAhVUtXEKHwWKCvS7Q7Al6BAgKECw&biw=1525&bih=706#imgsrc=h14gpNA10oGkXM>

Slika 225b: Dostopno na: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=ratatdielen-hartholz-bangkirai-18-x-145-mm>

Slika 226b: Dostopno na: <https://www.amazon.de/AZZAP-Profilbretter-Profilholz-Fassadenprofil-Fasebretter/dp/B084GT74PT>

Slika 227b: Dostopno na: <https://www.holzbarmen.de/Ueber-uns>

Slika: 228b: Dostopno na: <https://www.bauhaus.si/balkonska-deska-smreka-jelka-oblana-300-x-14-x-2-6-cm-cm>

VIRI ZA PRILOGO I.:

Literatura:

Čepič, Z., et al. (1979) Zgodovina Slovencev. Ljubljana: Cankarjeva Založba.

Černač, J., Falkner, J., Kotar M. Zapis o 18. kongresu Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih organizacij (IUFRO) v Ljubljani.

Dostopno na: <https://www.dnevnik.si/1042754428>

Dnevnik – Objektiv (30. 5. 2020). Franc Perko: Slovenski gozdovi so preživeli številne krize.

Geršak, M. (2014) Knjiga o lesu. Ljubljana: samozaložba.

Kovač, F. (2003) Analiza stanja in možnosti izboljšanja poslovanja slovenske žagarske industrije.

Dostopno na <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/kovac180.pdf>

Viri slik:

Slika 229: Dostopna na: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Hugo_Charlemont_-_Innenansicht_einer_Glash%C3%BCtte_im_Bachergebirge_\(Pohorje\).jpg](https://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Hugo_Charlemont_-_Innenansicht_einer_Glash%C3%BCtte_im_Bachergebirge_(Pohorje).jpg)

Slika 230: Dostopno na: <http://archive-si.com/page/192009/2012-07-24/http://www.slovenijales.si/slovenskolesarsko-izrocilo> (Povzeto in prirejeno po zborniku Delovna organizacija Slovenijales-trgovina, letnica 40, 1988.)

Slika 231: Vir: Ivančič, K. (1993) Pele so žage logaške, Logatec i.e. Postojna: samozaložba: 34

Slika 232: Dostopno na: <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Nadelholzer+Einfachschnitt>

Slika 233: Dostopno na: https://de.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4ge#/media/Datei:Sega_idraulica_Leonardo_-_Museo_scienza_e_tecnologia_Milano.jpg

Slika 234: foto U. G., Tehniški muzej Slovenije

Slika 235: Vir: Ettelt, B. (1987) Die Spannung von Holz und ihre Werkzeuge, DRW-Verlag Stuttgart: 17

Slika 236: Vir: Zgodovina strojništva in tehniške kulture na Slovenskem (2010). Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

Slika 237: Geršak, M. (2018) Les in tvoriva. Ljubljana: samozaložba: 22

Viri preglednic:

Preglednica 25, 26: Kovač, F. (2003) Analiza stanja in možnosti izboljšanja poslovanja slovenske žagarske industrije.

Dostopno na <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/kovac180.pdf>

VIRI SLIK V PRILOGI II.: DREVESNE VRSTE

Domači iglavci in domači listavci

Risbe – Zagorka Simić

Fotografije – lubje, list – Uroš Geršak

Fotografije – tekstura lesa – Anton Suhadolc

Tuji iglavci in tuji listavci

Fotografije – tekstura lesa: Vir: Geršak, M. (2018) Les in tvoriva. Ljubljana: samozaložba.



Okrogli les.										Okrogli les.									
Debelost										Debelost									
Dolžina na čevlje	21"			22"			23"			Dolžina na čevlje	24"			25"			26"		
	Kubiki	Cole	Linije	Kubiki	Cole	Linije	Kubiki	Cole	Linije		Kubiki	Cole	Linije	Kubiki	Cole	Linije	Kubiki	Cole	Linije
1	2	4	10	2	7	8	2	10	7	1	3	1	8	3	4	11	3	8	2
2	4	9	9	5	3	4	5	9	3	2	6	3	5	6	9	10	7	4	4
3	7	2	7	7	11	—	8	7	10	3	9	5	1	10	2	9	11	—	6
4	9	7	6	10	6	9	11	6	6	4	12	6	10	13	7	8	14	8	8
5	12	—	4	13	2	5	14	5	2	5	15	8	6	17	—	7	18	4	10
6	14	5	3	15	10	1	17	3	9	6	18	10	3	20	5	6	22	1	—
7	16	10	1	18	5	10	20	2	5	7	22	—	—	23	10	5	25	9	3
8	19	3	—	21	1	6	23	1	1	8	25	1	8	27	3	4	29	5	5
9	21	7	10	23	9	2	25	11	8	9	28	3	5	30	8	3	33	1	7
10	24	—	9	26	4	10	28	10	4	10	31	5	1	34	1	2	36	9	9
11	26	5	7	29	—	7	31	9	—	11	34	6	10	37	6	1	40	5	11
12	28	10	6	31	8	3	34	7	7	12	37	8	6	40	11	—	44	2	1
13	31	3	4	34	3	11	37	6	3	13	40	10	3	44	3	11	47	10	3
14	33	8	3	36	11	8	40	4	11	14	44	—	—	47	8	11	51	6	6
15	36	1	1	39	7	4	43	3	6	15	47	1	8	51	1	10	55	2	8
20	48	1	6	52	9	9	57	8	8	20	62	10	3	68	2	5	73	7	6
30	72	2	3	80	2	8	86	7	1	30	94	3	5	102	3	8	110	5	4
40	96	3	—	105	7	7	115	5	5	40	125	8	6	136	4	10	147	3	1
50	120	3	9	132	—	6	144	3	10	50	157	1	8	170	6	—	184	—	11
60	144	4	6	160	5	4	173	2	2	60	188	6	10	204	7	4	220	10	6
70	168	5	3	185	10	3	202	—	6	70	219	11	11	238	8	6	257	8	5
80	192	6	—	211	3	2	230	10	10	80	251	5	—	272	9	8	294	6	2

Tablice za kubiranje iz l. 1903. (vir F. Stele)

CELOVITA REŠITEV ZA LESNO PREDELOVALNE ORGANIZACIJE

- Certificiranje gospodarjenja z gozdovi in sledljivosti lesa FSC® in PEFC™
- Preverjanje legalne sečnje gozdov in vzpostavitev sistema potrebne skrbnosti (EUTR)
- Certificiranje konstrukcijskega žaganega lesa (oznaka CE)
- Kontrola kakovosti lesenih izmenljivih palet EPAL™
- Kontrola hlodovine in lesa v gradbeništvu
- Kontrola lesenih talnih oblog, železniških pragov, lesenih drogov ter kakovosti zaščite lesa
- Preverjanje kakovosti in certificiranje lesne biomase po shemi BIOMASUD
- Preverjanje lesenih otroških igral
- Protieksplozijska zaščita in celoten nabor storitev s področja varnosti in zdravja pri delu
- Certificiranje sistemov vodenja

GRADIMO SVET ZAUPANJA

www.bureauveritas.si

Priglašen organ št. 2129 za certificiranje konstrukcijskega žaganega lesa.
Akreditacijski številki za FSC® in PEFC™:
FSC® A000504 in PEFC™ N°5-0051



mizarstvo-kos
o poslanstvu dreves

www.mizarstvo-kos.si

DRUŽINSKO PODJETJE* ZA
NAČRTOVANJE IN IZVEDBO
LESENH IZDELKOV ZA ZUNANJOST

*Ambasador 7-čutnega muzeja Lesarius → www.lesarius.si



Narava je naše izhodišče

Les je lep z vso svojo razgibano strukturo, grčami in razpokami, ki jih je vanj zarisal čas. Želimo poudariti edinstvenost narave, zato so vsaka naša vrata unikat s svojo zgodbo.

Notranja vrata Melu so izdelana iz skrbno izbranega lesa lokalnih gozdov in so od hloda do končnega izdelka delo naših rok.

MELU mizarstvo d.o.o.
Raduha 56, 3334 Luče

Tel: +386(0) 38393880
info@melu.si

www.mizarstvo-seisnik.si



M – R PLUS d. o. o.
Setnikarjeva ulica 11
1000 Ljubljana, Slovenija
Telefon: 01 256 05 64
Gsm: 041 376 463, 041 646 377
info@m-r.si

Sušenje v naših sušilnicah zagotavlja visoko kvaliteto posušenega lesa in s tem prvi korak k optimalnemu izkoriščanju lesne surovine. Zagotavljamo vam strokovno podpora in kvaliteten servis.

Proizvajamo:

- **Klasične in kondenzacijske sušilnice lesa**

Celoten proces sušenja vodimo z avtomatskim krmiljem dTouch, ki omogoča vodenje sušenja kar 80 različnih vrst lesa.

- **Kontejnerske sušilnice lesa**

- **Opremo za termično obdelavo lesa ISPM15**

- **Parilnice lesa**

- **Sušilnica sadja, zelenjave in zelišč**

- **Ročne merilnike vlage lesa**

CNC RAZREZ OSTREŠIJ IN MONTAŽNIH HIŠ

pripravljeno za sestavljanje



GT GORSKO d.o.o., Medribnik 27, 2282 Cirkulane, www.gorsko.si, info@gorsko.si

toma-palete.si

- PROIZVODNJA PALET
- ODKUP PALET
- POPRAVILO PALET
- PRODAJA PALET



TO-MA PALETE d.o.o.

Litijska cesta 261

SI - 1261 Ljubljana, Dobrunje

T: +386 59 957 219, F: +386 59 958 380

GSM: +386 51 353 853

E-pošta: info@to-ma.at, www.toma-palete.si

Splošne karakteristike tehnološke predelave lesa v Sloveniji:

- les je naravna, nizkoogljčna in obnovljiva surovina;
- les je edina surovina, ki jo imamo pri nas dovolj;
- z uporabo lesa znižujemo koncentracijo CO₂ v ozračju in blažimo podnebne spremembe;
- izkoristek lesa je 95 % in več (ostanke koristno uporabimo);
- les je lahko lasten vir toplotne in električne energije (kurjenje ostankov lesa), pri čemer je proizvodnja energije CO₂ nevtralna;
- les tvori del krožnega gospodarstva (reciklaža izrabljenih lesenih izdelkov);
- za predelavo lesa porabimo malo energije;
- z lesom hitro in enostavno gradimo okolju in človeku prijazne stavbne objekte;
- les združuje tradicijo in znanje;
- izkoriščanje gozda in predelava lesa dajeta delo številnim ljudem (gozdno-lesna veriga).

Več od zlata in srebra nam drevje dobrega da.

36,00 €

