

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE
VIRE

Herman SMREČNIK

**PREDELAVA IN IZKORISTEK LESA SMREKE PRI
DELU S HORIZONTALNIM TRAČNIM ŽAGALNIM
STROJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Herman SMREČNIK

**PREDELAVA IN IZKORISTEK LESA SMREKE PRI DELU S
HORIZONTALNIM TRAČNIM ŽAGALNIM STROJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**THE PROCESSING AND UTILIZATION OF SPRUCE WOOD WHEN
WORKING WITH A HORIZONTAL BAND SAW MACHINE**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskava in analiza je bila opravljena na zasebnem žagarskem obratu v Veliki Dolini in del meritev na terenu v okolici Velikih Lašč.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 17. 6. 2010 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala dr. Jurija Marenčeta, za recenzenta pa doc. dr. Dominika Gornika Bučarja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Herman Smrečnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Vs
DK GDK 822.34:848.2(043.2)=163.6
KG žagarski obrat/smrekovina/proizvodi/horizontalni tračni žagalni stroj/predelava lesa/izkoristki/
AV SMREČNIK, Herman
SA MARENČE, Jurij (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2010
IN PREDELAVA IN IZKORISTEK LESA SMREKE PRI DELU S HORIZONTALNIM TRAČNIM ŽAGALNIM STROJEM
TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP IX, 60 str., 26 pregl., 32 sl., 10 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI

V diplomski nalogi so predstavljeni izkoristki lesa pri razžagovanju debel smreke različnih debelinskih stopenj. Pri tem so pomembne tudi vrste in količine različnih končnih izdelkov, ki jih dobimo pri takšni mehanski predelavi. Ugotovljeno je bilo, da so izkoristki lesa sortimentov pri žaganju v določenih primerih zelo visoki, tudi nad 80 %, izkoristki celotnih debel pa do skoraj 80 %.

Stopnja koničnosti, kot napaka hlodovine, ne vpliva vedno na izkoristek negativno in je lahko v določenih primerih ta celo višji kot pri nizki stopnji koničnosti. Na izkoristek v veliki meri vplivajo predvsem izkušnost upravljavca stroja, vrste žagarskih produktov ter dimenzije sortimentov. Pri žaganem lesu prevladujejo grede, deske, trami, medtem ko so letve, morali in plohi zastopani v manjših deležih. Količinsko je žagovina zastopana v deblih z okrog 10 % deležem. V večini primerov povprečna debelina skorje z višanjem debelinske stopnje narašča. Tudi delež skorje debel po debelinskih stopnjah se spreminja in v našem primeru znaša 6-8 %.

KEY DOCUMENTATIONAL INFORMATION

DN Vs
DC FDC 822.34:848.2(043.2)=163.6
CX sawmill plant/spruce/products/horizontal band saw machine/wood
processing/yields
AU SMREČNIK, Herman
AA MARENČE, Jurij (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources
PY 2010
TI THE PROCESSING AND UTILIZATION OF SPRUCE WOOD WHEN
WORKING WITH A HORIZONTAL BAND SAW MACHINE
DT Thesis (Higher Professional Studies)
NO IX, 60 pa, 26 tab., 32 pic, 10 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

This thesis presents the yields from timber when sawing spruce logs of different diameters. The types and quantities of the various finished products obtained from such mechanical processing are also important. It was found that, in certain cases, the yields from timber assortments when sawing were very high, even over 80%, and the yields from the total trunks were up to nearly 80%.

The degree of taper, as an error of the logs, does not always have a negative effect on the yield, and, in some cases, may even be higher than the low level of taper. The yield is largely and mostly influenced by the machine operator's experience, the types of sawmill products, and the dimensions of the assortments. With sawn wood, the posts, planks and beams predominate, while the laths, strips, and boards are presented in smaller proportions. In terms of quantity, the amount of sawdust left over from cutting logs is presented to be approximately 10%. In most cases, when the diameter increases, the average thickness of the bark increases. The amount of bark on a log varies according to the diameter and, in our case, amounts to 6-8%.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	II
KEY DOCUMENTATIONAL INFORMATION	III
KAZALO	IV
KAZALO SLIK	VI
KAZALO PEGLEDNIC	VII
1 UVOD	- 1 -
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	- 1 -
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	- 1 -
1.3 CILJI NALOGE	- 2 -
2 ZGODOVINA IN RAZVOJ ŽAGARSTVA	- 2 -
3 METODE DELA	- 4 -
3.1 POTEK DELA NA TERENU	- 4 -
3.2 POTEK DELA NA OBRATU	- 5 -
4 PREDSTAVITEV ŽAGARKEGA OBRATA	- 5 -
4.1 DELITEV OBRATA	- 6 -
4.1.1 Skladišče sortimentov	- 6 -
4.1.2 Žagalnica	- 6 -
4.1.3 Skladišče žaganega lesa	- 7 -
5 STROJI IN NAPRAVE V ŽAGALNICI	- 8 -
5.1 HORIZONTALNI TRAČNI ŽAGALNI STROJ	- 8 -
5.1.1 Tehnični podatki stroja	- 10 -
5.1.2 Priprava stroja za delo	- 11 -
5.1.3 Načini razžaganja s strojem	- 11 -
5.1.3.1 Enkratno žaganje	- 11 -
5.1.3.2 Prizmiranje	- 12 -
5.1.4 Žagini listi za horizontalni tračni žagalni stroj	- 13 -
5.2 ROBILNO - CEPILNI KROŽNI ŽAGALNI STROJ	- 14 -
5.2.1 Tehnični podatki stroja	- 15 -
5.3 PREČNI HLODOVNI VERIŽNI TRANSPORTER Z DVIŽNO VERIŽNO MIZO	- 16 -
6 RAČUNANJE PROSTORNINE SORTIMENTOV, ŽAGANEGA LESA IN IZKORISTKA	- 18 -
6.1 RAČUNANJE PROSTORNINE SORTIMENTOV	- 18 -
6.2 RAČUNANJE PROSTORNINE ŽAGANEGA LESA	- 18 -
6.3 IZKORISTEK	- 19 -
7 REZULTATI	- 23 -

7.1	DREVO ŠT. 1	- 23 -
7.1.1	Podatki o deblu	- 23 -
7.1.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 1	- 23 -
7.1.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 24 -
7.1.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 24 -
7.2	DREVO ŠT. 2	- 25 -
7.2.1	Podatki o deblu	- 25 -
7.2.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 2	- 26 -
7.2.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 26 -
7.2.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 27 -
7.3	DREVO ŠT. 3	- 28 -
7.3.1	Podatki o deblu	- 28 -
7.3.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 3	- 29 -
7.3.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 29 -
7.3.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 30 -
7.4	DREVO ŠT. 4	- 31 -
7.4.1	Podatki o drevesu	- 31 -
7.4.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 4	- 31 -
7.4.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 32 -
7.4.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 33 -
7.5	DREVO ŠT. 5	- 33 -
7.5.1	Podatki o drevesu	- 33 -
7.5.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 5	- 34 -
7.5.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 35 -
7.5.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 35 -
7.6	DREVO ŠT. 6	- 36 -
7.6.1	Podatki o drevesu	- 37 -
7.6.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 6	- 37 -
7.6.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 38 -
7.6.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 38 -
7.7	DREVO ŠT. 7	- 39 -
7.7.1	Podatki o drevesu	- 39 -
7.7.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 7	- 40 -
7.7.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 40 -
7.7.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 41 -
7.8	DREVO ŠT. 8	- 42 -
7.8.1	Podatki o drevesu	- 42 -
7.8.2	Podatki o sortimentih – deblo št. 8	- 43 -
7.8.3	Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov	- 44 -
7.8.4	Vrste žaganega lesa v deblu	- 44 -
8	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	- 45 -
8.1	Količina skorje	- 45 -
8.2	Porazdelitev nastalih produktov pri žaganju sortimentov debel po debelinskih stopnjah dreves	- 47 -
8.3	Porazdelitev celotnega žaganega lesa	- 48 -
8.4	Žagovina	- 49 -
8.5	Izkoristek	- 49 -

8.5.1 Primerjave rezultatov	- 51 -
9 POVZETEK.....	- 55 -
VIRI	- 58 -

KAZALO SLIK

Slika 1: Horizontalni tračni žagalni stroj z napravo za pred rez (Foto: H. Smrečnik).- 9 -	
Slika 2: Hidravlična napenjalna naprava za avtomatsko vpetje žaginih listov s posodo na tekalni površini koluta za čistilno-mazalno tekočino (Foto: H. Smrečnik).....	- 9 -
Slika 3: Nosilna okvirja z vpenjalno in verižno obračalno napravo ter z dviznim prislonom (Foto: H. Smrečnik).....	- 10 -
Slika 4: Enkratno žaganje.....	- 11 -
Slika 5: Princip izdelave sortimentov na horizontalnem tračnem žagalnem stroju-	13 -
Slika 6: Stelilizirani žagin list (Foto: H. Smrečnik).....	- 13 -
Slika 7: Robilno-cepilni krožni žagalni stroj (Leskovec, tip VLKŽ-900), (Foto: H. Smrečnik)	- 14 -
Sliki 8 in 9 : Fiksna in pomična vpenjalna glava ter vpenjalni glavi za cepljenje (Foto: H. Smrečnik)	- 15 -
Slika 10: Prečni hlodovski verižni transporter z dvizno verižno mizo (Foto: H. Smrečnik).....	- 16 -
Slika 11: Žagarski obrat z razporedom posameznih naprav	- 17 -
Slika 12: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 1	- 23 -
Slika 13: Žagan les sortimentov debla št. 1 (Foto: H. Smrečnik).....	- 25 -
Slika 14: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 2	- 26 -
Slika 15: Žagan les sortimentov debla št. 2 (Foto: H. Smrečnik).....	- 28 -
Slika 16: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 3	- 28 -
Slika 17: Žagan les sortimentov debla št. 3 (Foto: H. Smrečnik).....	- 30 -
Slika 18: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 4	- 31 -
Slika 19: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 5	- 34 -
Slika 20: Žagan les sortimentov debla št. 5 (Foto: H. Smrečnik).....	- 36 -
Slika 21: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 6	- 37 -
Slika 22: Žagan les sortimentov debla št. 6 (Foto: H. Smrečnik).....	- 39 -
Slika 23: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 7	- 40 -
Slika 24: Žagan les sortimentov debla št. 7 (Foto: H. Smrečnik).....	- 42 -
Slika 25: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 8	- 43 -
Slika 26: Žagan les sortimentov debla št. 8 (Foto: H. Smrečnik).....	- 45 -
Slika 27: Prikaz povprečne debeline skorje dreves po debelinskih stopnjah.	- 46 -
Slika 28: Prikaz deležev skorje dreves po debelinskih stopnjah.....	- 47 -
Slika 29: Prikaz rezov pri različni stopnji koničnosti sortimentov	- 50 -
Slika 30: Zastopanost produktov v deblih različnih debelinskih stopenj	- 51 -
Slika 31: Zastopanost vrst žaganega lesa v deblih različnih debelinskih stopenj...	- 52 -
Slika 32: Pregled izkoristkov lesa debel dreves po debelinskih stopnjah.....	- 52 -

KAZALO PEGLEDNIC

Preglednica 1: Tehnični podatki horizontalnega tračnega žagalnega stroja Terglav, tip PTZ 110-p	- 10 -
Preglednica 2: Tehnični podatki robilno-cepilnega stroja (Leskovec, tip VLKŽ-900).- 15 -	
Preglednica 3: Podatki o sortimentih pri deblu št. 1	- 24 -
Preglednica 4: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 1 .	- 24 -
Preglednica 5: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.1	- 25 -
Preglednica 6: Meritve sortimentov drevesa št. 2.....	- 26 -
Preglednica 7: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 2 .	- 27 -
Preglednica 8: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.2	- 27 -
Preglednica 9: Meritve sortimentov drevesa št. 3.....	- 29 -
Preglednica 10: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 3	- 29 -
Preglednica 11: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.3	- 30 -
Preglednica 12: Meritve sortimentov drevesa št. 4.....	- 32 -
Preglednica 13: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 4	- 32 -
Preglednica 14: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.4	- 33 -
Preglednica 15: Meritve sortimentov drevesa št. 5.....	- 34 -
Preglednica 16: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 5	- 35 -
Preglednica 17: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.5	- 36 -
Preglednica 18: Meritve sortimentov drevesa št. 6.....	- 37 -
Preglednica 19: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 6	- 38 -
Preglednica 20: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.6	- 38 -
Preglednica 21: Meritve sortimentov drevesa št. 7.....	- 40 -
Preglednica 22: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 7	- 41 -
Preglednica 23: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.7	- 41 -
Preglednica 24: Meritve sortimentov drevesa št. 8.....	- 43 -
Preglednica 25: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 8	- 44 -
Preglednica 26: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.8	- 45 -

1 UVOD

Že od nekdaj živi človek v tesni povezavi z gozdom, ki predstavlja prvobitni življenjski prostor, vir hrane in gradbenega materiala. Dandanes je gozd prostor, ki mora uresničevati vedno več funkcij, torej so zahteve in potrebe vedno večje. Kljub veliki pestrosti potreb so še vedno in bodo najbrž tudi v prihodnosti v ospredju potrebe po lesu oz. gradbenem materialu.

Samega gozdarstva brez lesno-proizvodne funkcije si težko predstavljamo. V naši raziskavi obravnavamo primarno mehansko predelavo lesa, ki lahko predstavlja vez med gozdarstvom in lesarstvom. Zanima nas kakšne so potrebe po vrstah žaganega lesa, kakšne sortimente zanje potrebujemo, predvsem pa nas zanima, kakšni so izkoristki lesa sortimentov po deblih dreves različnih debelinskih stopenj. Tako lahko dobimo dobro orientacijo, kaj lahko iz posameznega sortimenta pri delu s horizontalnim tračnim žagalnim strojem pričakujemo, seveda ob upoštevanju različnih vrst žaganega lesa.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Žagarstvo je dejavnost, ki tesno povezuje gozdarstvo in lesarstvo. Pri tem nas mnogokrat zanima, koliko in kakšne sortimente po dimenzijah lahko pričakujemo iz odkazanih dreves glede na posamezno debelinsko stopnjo ter žagan les iz sortimentov ob upoštevanju naročil.

Namen naloge je prikazati količine žaganega lesa različnih dimenzij oz. opredeliti razmerje med okroglim lesom na eni in žaganim na drugi strani.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

V nalogi smo oblikovali več različnih hipotez:

- pri večjem premeru sortimentov pričakujemo večji izkoristek,

- pri daljših sortimentih pričakujemo slabši izkoristek,
- povprečna debelina skorje drevesa narašča s prsnim premerom,
- pri delu s horizontalnim tračnim žagalnim strojem pričakujemo visok izkoristek.

1.3 CILJI NALOGE

V nalogi želimo predstaviti žagarski obrat, ki ga sestavljajo žagalnica, silos za žagovino, skladišče sortimentov ter skladišče žaganega lesa z manipulacijskim prostorom. Na obratu delamo s horizontalnim tračnim žagalnim strojem in predelujemo oblovino iglavcev. Glede na naročila strank prežagujemo debela dreves v sortimente različnih dimenzij iz katerih izdelujemo žagan les za ostrešja.

Cilj naloge je prikazati izkoristke lesa sortimentov pri tovrstni predelavi lesa z upoštevanjem naročil oz. dimenzij izdelkov. Poleg tega želimo dobiti tudi okviren vpogled, kakšne izdelke in predvsem koliko teh lahko pričakujemo od sortimentov, ki so razporejeni po deblih posameznih dreves različnih debelinskih stopenj.

2 ZGODOVINA IN RAZVOJ ŽAGARSTVA

Pred razvojem t.i. strojnih žag, so ljudje uporabljali razna ročna orodja za obdelavo lesa. Sprva so bile to kamnite žage iz kamene dobe, sledile so kamnite žage z lesenim ročajem, medtem ko začetek kovinskih žag sega v bronasto dobo (2000-1200 p.n. št.). Te so bile iz brona, ki je bil dovolj trdna zlitina. Bronastim žagam so sledile železne, nato pa jeklene ročne žage. Žage so bile sprva kovane, šele v 18. stoletju so jih pričeli izdelovati iz valjanega železa (Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike - Žagarstvo na slovenskem, 1979).

Za vzdolžni rez so uporabljali dvoročne ali večročne železne žage v lesenem okvirju t.i. »Gruštarice«. Pri tem načinu žaganja so postavili oder ter nanj postavili hlod. Pri žaganju je zgoraj stal en delavec, ki je žago dvigal navzgor, navzdol pa je žago v produktivnem

delu vlekel drug delavec ali celo dva. Prav tako je bilo pogosto tudi tesanje s posebnimi tesarskimi sekirami.

V 13. stoletju leta 1245 je francoski arhitekt Villard naredil skico žage na vodni pogon. Najstarejša tipa vodnih žag sta bila »augsturški« in »venecijanski«, kasneje se je razvil tudi »firenški« tip vodne žage, predvsem po izumu ročičnega mehanizma za prenos pogonske sile na jarem z žaginimi listi Leonarda da Vinci, okrog l. 1480. Ta izum je kasneje povzročil opuščanje prejšnjih dveh tipov žag in razmah »firenčank«. Najstarejša žaga je »augsturškega« tipa iz leta 1322 (Augsburg), prva enolistna »venecijanka« pa je bila postavljena l. 1333 na zgornjem Koroškem. L. 1807 so v Angliji iznašli tračni žagalni stroj, v Franciji pa so l. 1799 patentirali krožno žago.

Po iznajdbi parnega stroja (1769) po prvi industrijski revoluciji, so se razvile parne žage, ki so bile neodvisne od tekočih vodnih virov. Sprva so jih postavljali v Angliji. V tem obdobju so se razvijali polnojarmeniki, ki so bili horizontalne ali vertikalne izvedbe, z železnim jarmom ter krožni in tračni žagalni stroji. Polnojarmeniki z velikimi hitrostmi delovanja, so bili uveljavljeni predvsem v Evropi.

V Franciji se l. 1824 prvič omenja kot vodni pogonski stroj turbina, na prehodu iz 19-20.stol. pa se za pogon strojev pojavi električna energija ter plin.

Pri nas vodnih žag po vsej verjetnosti ni bilo, vse do 15. stoletja so prevladovale »odrniške« žage. Znana pa je Časova vodna žaga v Selški dolini v Železnikih ob reki Sori, ki jo omenja freisinška listina iz l. 1358 in naj bi veljala za najstarejšo pri nas.

Prva žaga »augsturškega« tipa je bila zgrajena ob potoku Velka v Radljah ob Dravi. Zgraditi jo je dal Šentpavelski samostan l. 1403. Do l. 1482 je bilo takšnih še deset. Druga žaga na naših tleh je bila zgrajena l. 1422 v Gornjem Gradu ob Dreti, katero je dal zgraditi Benediktinski samostan. »Firenški« tip žage se je pojavil pri nas domnevno l. 1486 v Šturjah pri Ajdovščini.

Najprej so se žage pojavile pri nas ob rudnikih in fužinah, kjer so potrebovali veliko žaganega lesa. Žaga idrijskega rudnika je omenjena med leti 1525- 1531, kjer so potrebovali tehniški les. V 18. stol. so prevladovala »venecijanke« z lesenim jarmom in enim listom širom slovenskega ozemlja. Okrog l. 1850 naj bi bilo pri nas okrog 1500 vodnih žag.

Pri nas so bile zgrajene 3 parne (industrijske) žage v Kočevju, Ljubljani in Travniku v Loški dolini, in sicer zaradi južne železnice, ki je omogočala trgovino z lesom. Prva je bila zgrajena že l. 1844. Kasneje so se pojavile gozdne parne žage, in sicer Glažuta, Gotenica, Medvedjek, Jelendol, Mrzli studenec in Rog. Te so bile zgrajene v osrčju gozdov.

Žaga na Rogu (1844) je bila prva parna žaga na slovenskem. Kasneje(1895-1932) je bila največja industrijska žaga pri nas po zgraditvi dolenjskih železnic Ljubljana-Kočevje in Novo mesto-Straža. Te so omogočale smotrno izkoriščanje lesne surovine. V žagalnici je bilo skupaj 13 jarmenikov, od teh 6 polnojarmenikov. Žaga je bila last veleposestnikov Auerspergov, ki so jo dajali v najem.

Po l. 1945 so prevladovali polnojarmeniki, ki so bili vedno bolj izpopolnjeni (nihajoč jarem, enakomerno podajanje ...), elektronsko upravljanje, vse bolj pa so se uveljavljali tudi hlodovni tračni žagalni stroji, ki so omogočali visoko kakovostno in količinsko izkoriščanje hlodovine, predvsem listavcev in tropskega lesa.

3 METODE DELA

3.1 POTEK DELA NA TERENU

V diplomski nalogi smo se ukvarjali z debelejšimi sortimenti, brez celuloznega lesa. Drevesom za posek smo izmerili debelinsko stopnjo, po poseku ter krojenju pa smo označili pripadajoče sortimente, s čimer smo zagotovili njihovo sledljivost pri meritvah, dodatnemu dolžinskemu krojenju in obdelavi.

3.2 POTEK DELA NA OBRATU

Dokončno prežagovanje mnogokratnikov in meritve sortimentov smo opravili na skladišču sortimentov. Vsakemu sortimentu smo izmerili srednji premer, oba končna premera in debelino skorje (na sredini sort.). Iz teh podatkov smo kasneje izračunali prostornino lesa sortimentov, prostornino skorje in prečnih rezov z motorno verižno žago, kjer smo uporabljali verigo Stihl s 0,325 inčnim korakom.

Pri žaganju lesa s horizontalnim tračnim žagalnim strojem smo sproti merili širine rezov in število le-teh, ter za vsak sortiment evidentirali pripadajoče deske, plohe, trame in grede. S tem smo prav tako omogočili sledljivost vseh izžaganih delov hlodovine.

Sledilo je robljenje z robilno-cepilnim strojem, tako smo dobili vzporedno robljene deske. Sproti smo ugotavljali tudi število rezov, ki smo jih kasneje potrebovali za naknadni izračun prostornine žagovine pri robljenju. Sledila je nastavitev robilno cepilnega stroja tako, da smo nastavili večlistne rezalne glave na hkratno večlistno rezanje (»cepljenje«), in sicer na širino enega morala, ostale pa na širino letev. Tako smo s cepljenjem dobili letve in morale. Tudi tu smo merili število rezov za izračun prostornine žagovine pri cepljenju. Pri robljenju in cepljenju smo upoštevali širino reže 3 mm, oz. širino zob rezil, prav tako pri žaganju lesa s horizontalnim tračnim žagalnim strojem. Povečane širine reže zaradi tresljajev žaginega lista nismo upoštevali, ker razlika ni bistvena za potrebe naše raziskave. Ves žagan les smo glede na oznake zložili po načelu izvora iz posameznega sortimenta oziroma debela. Tega smo fotografirali in s tem omogočili sledljivost ter možnost preverjanja.

4 PREDSTAVITEV ŽAGARskega OBRATA

Bistven del diplomske naloge poteka na lastnem žagarskem obratu, kjer sami žagamo sortimente v konstrukcijske žagarske proizvode za ostrešja. Izdelava takšnih proizvodov je zamudna in predstavlja veliko porabljenega časa na m³ sortimentov. Razlog je predvsem v mnogokrat daljših sortimentih, njihovem obračanju in uravnavanju v primerno lego. Poleg tega nas časovno ovira tudi sam potek dela, saj ne moremo sočasno izvajati razreza

sortimentov ter robljenje ali cepljenje polizdelkov kot so deske ali plohi za nadaljno predelavo.

Večinski delež proizvodnje na obratu predstavlja izvajanje žagarskih storitev po naročilu strank. Za obrat je značilna velika možnost prilagajanja vedno večjim in raznovrstnim zahtevam strank.

4.1 DELITEV OBRATA

Obrat je sestavljen iz več delov:

- skladišče sortimentov,
- žagalnica,
- skladišče žaganega lesa.

4.1.1 Skladišče sortimentov

Skladišče sortimentov je namenjeno skladiščenju teh. Te ob dovozu in razkladanju prevzamemo (izmerimo), jih po potrebi očistimo, obžagamo koreničnik ali jih dokončno dolžinsko skrojimo v primeru mnogokratnikov. Skladišče je iz masivnih armirano betonskih nosilcev s ploščo. V nosilce so pritrjene tračnice, na katere se odlaga sortimente. Prečni hlodovni verižni transporter je postavljen med skladiščem ter žagalnico, kar omogoča bočno transportiranje sortimentov vanjo.

4.1.2 Žagalnica

Žagalnica je osrednji del žagarskega obrata, kjer razrezujemo sortimente in izvajamo nadaljnjo predelavo žaganega lesa. Sestavljajo jo proizvodni del in pomožni prostori. Tu se nahajata horizontalni tračni žagalni stroj ter robilno-cepilni stroj. V sam prostor sega tudi dvizna verižna miza prečnega verižnega transporterja, ki povezuje skladišče sortimentov ter kovinska okvirja s hidravlično vpenjalno in obračalno napravo v žagalnici. Za dvigovanje bremen uporabljamo manjše dvigalo.

Pomožne prostore sestavljata skladišče žaginih listov ter silos za žagovino.

4.1.3 Skladišče žaganega lesa

Skladišče žaganega lesa predstavlja utrjen makadamski plato, na katerega polagamo osnovne grede. Na te odlagamo žagan les, ki se ne sortira po dimenzijah, ampak glede na naročila strank.

5 STROJI IN NAPRAVE V ŽAGALNICI

V žagalnici imamo horizontalni tračni žagalni stroj in robilno-cepilni stroj, ki združuje funkcijo robljenja in cepljenja, torej dva stroja v enem.

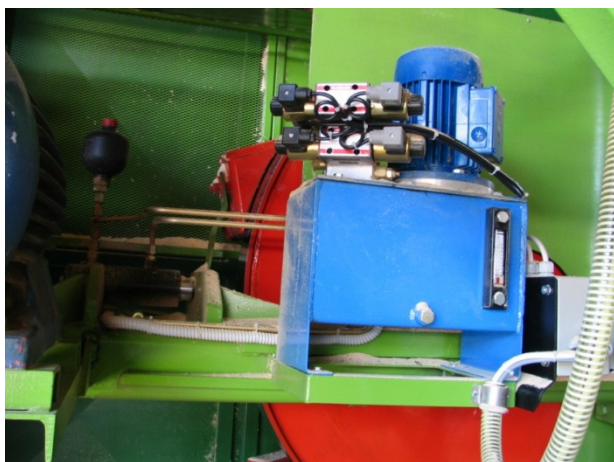
5.1 HORIZONTALNI TRAČNI ŽAGALNI STROJ

Horizontalni tračni žagalni stroj (slika 1) je namenjen razžagovanju debele in kvalitetne hlodovine, predvsem listavcev. Kljub temu ga v našem primeru uporabljamo za razrez sortimentov iglavcev za izdelavo gradbenega lesa.

Horizontalni tračni žagalni stroj sestavlja kovinska nosilna konstrukcija. Ta potuje s kolesi po tirnicah. Hitrost pomika uravnavamo brezstopenjsko, kar omogoča prilagajanje podajalne hitrosti glede na trdoto lesa in premer. Koluta, po katerima teče žagin list, sta iz posebne litine in uležajena ter fiksirana na vertikalno potujoči konstrukciji. Pogonski kolut z jermenico je fiksno pritrjen, pogon pa se prenaša z elektromotorja preko klinastih jermenov. Gnani oz. napenjalni kolut je vezan na vodilo, ki služi napenjanju žaginega lista. Vpetje je avtomatsko, kar omogoča hidravlična napenjalna naprava (slika 2), ki ima tudi funkcijo vzdrževanja napetosti med delom, ter razbremenjevanja obremenitev. Ob posameznem kolutu je pritrjena tudi naprava za čiščenje in mazanje njihove tekalne površine. Naprava za pred rez ima vlogo prvotnega reza, ki očisti površino hloda v vzdolžni liniji reza žaginega lista. Na zadnjem delu nosilnega okvirja je pritrjen upravljalni pult, v katerega je vgrajen računalnik za elektronsko nastavitve debeline žaganih sortimentov ter ostale komande za elektronsko upravljanje stroja.



Slika 1: Horizontalni tračni žagalni stroj z napravo za pred rez (Foto: H. Smrečnik)



Slika 2: Hidravlična napenjalna naprava za avtomatsko vpetje žaginskih listov s posodo na tekalni površini koluta za čistilno-mazalno tekočino (Foto: H. Smrečnik)

Sklop stroja predstavljata še dva kovinska nosilna okvirja za namestitev hlodov (slika 3). Na okvirjih je naprava s hidravličnimi vpenjali, ki čvrsto pritrdijo hlod na nosilni okvir. Poleg teh sta na okvirju prisotna verižna obračalna naprava ter dvižna prislona za postavitev hloda v pravokoten položaj po prvem rezu. Upravljanje je hidravlično s komandami na hidravličnem agregatu, ki je postavljen zadaj na skrajni točki sklopa stroja tako, da je omogočen pregled nad upravljanjem sortimentov.



Slika 3: Nosilna okvirja z vpenjalno in verižno obračalno napravo ter z dviznim prislonom (Foto: H. Smrečnik)

5.1.1 Tehnični podatki stroja

Preglednica 1: Tehnični podatki horizontalnega tračnega žagalnega stroja Terglav, tip PTZ 110-p

Znamka stroja	Terglav, tip PTZ 110 -p
Moč pogonskega motorja	22 kW
Premjer kolutov	1120 mm
Širina koluta	108 mm
Višina stroja	2200 mm
Širina nosilnega okvirja (voza)	3050 mm
Dolžina nosilnega okvirja (voza)	1600 mm
Širina proge	2370 mm
Maksimalna širina reza	1000 mm
Maksimalna višina reza	800 mm
Minimalna višina reza	200 mm
Maksimalna debelina žaganja	950 mm
Podajalna hitrost	do 40 m/min
Hitrost žaganja	30 m/s
Teža stroja	cca 1500 kg

5.1.2 Priprava stroja za delo

Stroj pripravimo za delo tako, da odpremo varnostno ograjo žaginega lista, vstavimo na koluta oster žagin list, ki ga avtomatsko napnemo s pomočjo hidravlične napenjalne naprave. Preverimo tudi stanje naprav za čiščenje ter nivo čistilno-mazalne tekočine.

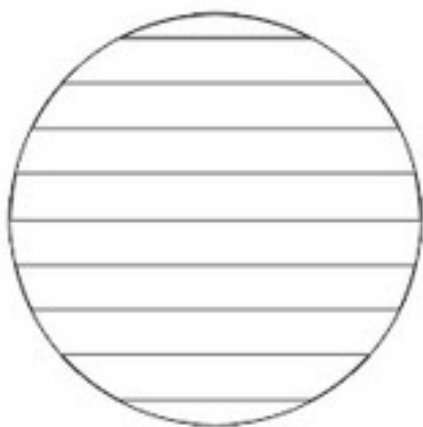
5.1.3 Načini razžagovanja s strojem

Načini razžagovanja pri našem delu so:

- enkratno žaganje,
- prizmiranje.

5.1.3.1 Enkratno žaganje

Ta način žaganja uporabljamo takrat, ko želimo iz sortimentov pridobiti nerobljene deske ali plohe, ki jih bomo nadalje predelali na robilno-cepilnim stroju. Posamezen obdelovanec vzdolžno višinsko uravnamo zaradi koničnosti ter ga obrnemo tako, da je krivost obrnjena na stran. Tako obdelovanec razžagamo do konca brez obračanja.



Slika 4: Enkratno žaganje

5.1.3.2 Prizmiranje

Prizmiranje kot način razžagovanja uporabimo takrat, ko želimo izdelati prizme za izdelavo desk enakih širin ali pri izdelavi gred in tramov. Takšen način je uporabljen pri delu s polnojarmenikom. Mi smo postopek izvedli nekoliko drugače pri samem delu, zato je tudi izražen opisno iz delovnih izkušenj. Obdelovance najprej primerno vzdolžno višinsko uravnamo glede na njihov tanjši in debelejši premer oz. koničnost (uravnamo središčnici). Najprej pričnemo z rezom tako, da je obdelovanec ukrivljen na stran, in sicer da so stisnjena vlakna na levi strani v smeri žaganja, napeta pa v nasprotno smer. S tem zagotovimo, da najprej izžagamo del s stisnjenimi vlakni. Na ta način postopoma sproščamo napetosti lesnih vlaken in se obdelovanec manj krivi v vzdolžni smeri.

V primeru prvega prereza napetih vlaken, se lahko zgodi, da na začetku obdelovanec preveč obžagamo. Potem v predelu ukrivljenosti, kjer so stisnjena vlakna, zmanjka lesa in ne dobimo ostro robnih izdelkov. Poleg tega lahko v primeru velike napetosti vlaken v obdelovancu oz. kompresijskega lesa pride do deformacije oblike delno obdelanega sortimenta do te mere, da ni možna nadaljna obdelava ali pa dobimo dimenzijsko nenatančne izdelke. Napake te vrste pri žaganju sortimentov, lahko omilimo ali popolnoma odpravimo s popravnimi rezi; seveda, če nam sortiment oz. obdelovanec še omogoča izdelavo žaganega izdelka želenih dimenzij (širina, višina). Vendar se lahko zgodi, da iz obdelovanca ne moremo več pridobiti želenega izdelka določenih dimenzij prav zaradi zmanjšanja njegove uporabne lesne mase.

Pri takšnem načinu razžagovanja moramo paziti, da je po končanih prvotnih rezih obdelovanec vedno natančno v pravokotni legi (90°) in tako pripravljen za naknadne reze. Pri naslednjem obračanju obdelovanec zopet obrnemo za 90° in izvršimo reze s katerimi določimo izdelku prvo debelino. Nato sledi končni obrat z rezi s katerimi določimo izdelku še drugo debelino. Tako dobimo izdelek poljubnih dimenzij. Kadar žagamo iz tako obdelanega obdelovanca več gred ali tramov, naredimo še srednje oz. križne reze.



Slika 5: Princip izdelave sortimentov na horizontalnem tračnem žagalnem stroju

Poleg navedenega je pomembno pri žaganju daljših sortimentov preveriti, če se na obeh straneh po dolžini obžagana ploskev obdelovanca popolnoma prilega naležni površini nosilnih okvirjev. V primeru, da se obžagana ploskev sortimenta po dolžini privzdigne oz. ukrivi zaradi prereza lesnih vlaken, dobimo nenatančno žagan les. Takšni problemi se pogosto pojavljajo pri žaganju dolgih sortimentov, ki vsebujejo korenovec.

5.1.4 Žagini listi za horizontalni tračni žagalni stroj

Tračni žagini listi (slika 6) predstavljajo ozobljen neskončen trak iz nikelj-kromovega jekla. To jeklo mora biti zelo odporno proti obrabi in upogibu, imeti mora visoko stopnjo žilavosti, optimalno trdoto ter natančno debelino. Dimenzije lista so odvisne od premera, širine ter razmika med kolutoma. Ozobljenje predstavljajo zobje s stelitizirano rezalno konico.



Slika 6: Stelitizirani žagin list (Foto: H. Smrečnik)

5.2 ROBILNO - CEPILNI KROŽNI ŽAGALNI STROJ

Robilno-cepilni stroj (slika 7) je kombiniran stroj, na katerem je možno izvajati robljenje in cepljenje. Izdelan je iz masivne jeklene konstrukcije. Spredaj je valjčna uvajalna miza, zadaj pa je valjčna odzemna miza. V zgornjem delu konstrukcije je pokrov z možnostjo odpiranja ob menjavi vpenjalnih glav.

Pri robljenju imamo pomično vpenjalno glavo s krožnim žaginim listom, ki potuje po gnani osi. Druga glava s krožnim žaginim listom je fiksno pritrjena (slika 8, 9). Glede na linijo reza sta fiksirana laserja. Njuna žarka določata širino robljenja na nerobljeni deski. Laser, ki je vezan na pomično vpenjalno glavo, potuje v skladu z njo oziroma linijo reza žaginega lista.

Stroj ima tudi hidravlični agregat, ki omogoča pogon in nastavitev višine valjčnega mehanizma s 4 pogonskimi valji. Podajalna hitrost je nastavljiva brezstopenjsko. Pogon gnane osi je direkten na pogonskem elektromotorju. Na sprednjem delu stroja je tudi upravljalni pult s stikali za upravljanje med delom.



Slika 7: Robilno-cepilni krožni žagalni stroj (Leskovec, tip VLKŽ-900), (Foto: H. Smrečnik)

V primeru cepljenja je potrebno vpenjalne glave za robljenje zamenjati z vpenjalnimi glavami za cepljenje (slika 8, 9). Te imajo več listov, ki so razmaknjeni glede na potrebno

širino cepljenih izdelkov npr. letev. Razmejitev med žaginimi listi je dosežena z vstavljanjem obročastih distančnikov. Obe glavi sta po nastavitvi fiksno pritrjeni z ugreznimi vijaki.



Sliki 8 in 9 : Fiksna in pomična vpenjalna glava ter vpenjalni glavi za cepljenje (Foto: H.Smrečnik)

5.2.1 Tehnični podatki stroja

Preglednica 2: Tehnični podatki robilno-cepilnega stroja (Leskovec, tip VLKŽ-900)

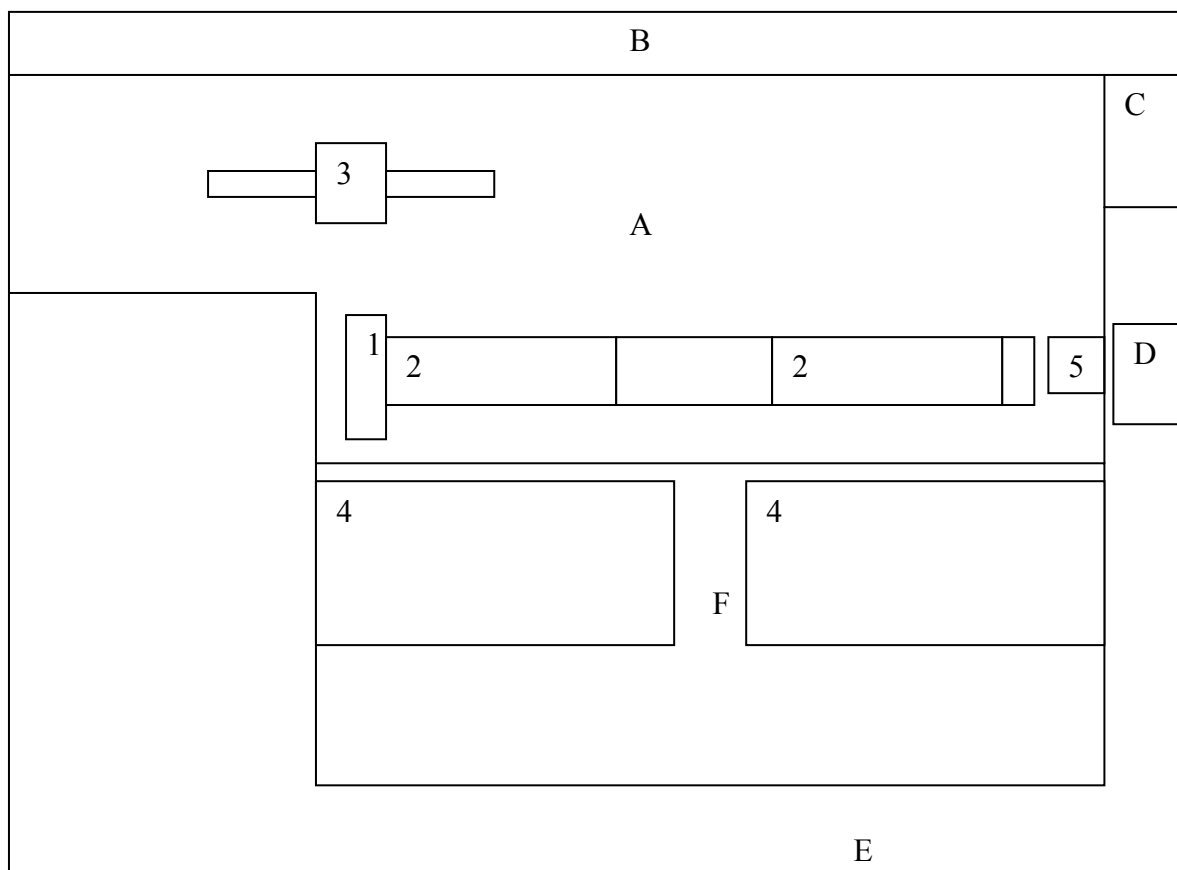
Proizvajalec	Leskovec, tip VLKŽ-900
Maksimalna debelina reza	100 mm
Maksimalna širina reza	900 mm
Minimalna dolžina obdelovanca	1000 mm
Premjer krožnega žagnega lista	450 mm
Moč pogonskega motorja	22 kW
Širina stroja	1700 mm
Višina stroja	1800 mm
Dolžina stroja	7500 mm
Teža stroja	2000 kg
Podajalna hitrost	do 100 m/min
Vrtilna hitrost gredi	3000 vrt/min

5.3 PREČNI HLODOVNI VERIŽNI TRANSPORTER Z DVIŽNO VERIŽNO MIZO

Transporter (slika 10) je iz močne železne konstrukcije. Ima dve vodilni drsni površini za verigo ter na koncu teh vodilna zobniška kolesa. Miza je narejena po istem principu kot osnovni del, le da ima dodan hidravlični cilinder, ki omogoča dvig in spust ter distančnika za oporo ob tla. Pogon verige mize je ločen od pogona osnovnega dela, tako da delujeta ločeno. Krmiljenje transporterja je elektro-hidravlično. V našem obratu imamo dva prečna transporterja., ki omogočata prenos sortimentov na napravo za vpetje sortimentov dolžine do 11m.



Slika 10: Prečni hlodovski verižni transporter z dvižno verižno mizo (Foto: H. Smrečnik)



Slika 11: Žagarski obrat z razporedom posameznih naprav

Legenda:

- A Žagalnica
- B Skladišče žaginih listov
- C Sanitarije
- D Silos za žagovino
- E Skladišče žaganega lesa z manipulacijskim prostorom
- F Skladišče sortimentov
- 1 Horizontalni tračni žagalni stroj
- 2 Proga z nosilnimi okvirji sortimentov in vpenjalno-obračalno napravo
- 3 Robilno-cepilni krožni žagalni stroj
- 4 Prečni hlodovni verižni transporter z dvižno verižno mizo
- 5 Hidravlični agregat z upravljalnimi ročicami

6 RAČUNANJE PROSTORNINE SORTIMENTOV, ŽAGANEGA LESA IN IZKORISTKA

6.1 RAČUNANJE PROSTORNINE SORTIMENTOV

Pri računanju upoštevamo pravilnost meritev ter slovenski standard za hlode iglavcev. (SIST-1014, 1998). Najprej izmerimo srednji premer s premerko. Dobimo ga tako, da na sredini dolžine sortimenta izmerimo dva premera navzkriž. Nato izračunamo njuno aritmetično sredino in jo zaokrožimo navzdol na cel centimeter. V primeru nepravilne odebelitve srednjega dela sortimenta, izvedemo meritev pred ali za napako. Nato odštejemo debelino skorje. Za dolžino upoštevamo razdaljo sortimenta v okviru celega metra, ostalo odpade v nadmero. Za meritve žaganega lesa smo upoštevali predlog evropskih norm (pr EN 1309).

Prostornino sortimentov (V_{sort}) računamo v m^3 na dve decimalki natančno po naslednjem obrazcu:

$$V_{sort} = \pi \times d^2 / 4 \times l \text{ (m}^3\text{); (1)}$$

Kjer je:

- d = srednji premer v metrih;
- l = dolžina v metrih.

V gozdarstvu v praksi zaokrožujemo prostornino sortimentov na dve decimalki natančno.

6.2 RAČUNANJE PROSTORNINE ŽAGANEGA LESA

Prostornino žaganega lesa (V_{zl}) računamo v m^3 na tri decimalke natančno po naslednjem obrazcu:

$$V_{zl} = D \times \check{s} \times d \text{ (m}^3\text{); (2)}$$

Kjer je:

- D = dolžina žaganega lesa v metrih;
- $\check{s}$ = širina žaganega lesa v metrih;

- d = debelina žaganega lesa v metrih.

6.3 IZKORISTEK

Izkoristek (I) je razmerje med količino izdelanega žaganega lesa in porabljenimi sortimenti za njegovo izdelavo. Največkrat ga prikazujemo v procentih, lahko pa tudi v obliki faktorja.

$$I = V_{\text{zl}} / V_{\text{sort}} \times 100 (\%); (3)$$

Kjer je:

- V_{zl} = izkoristek žaganega lesa v m^3 ,
- V_{sort} = izkoristek sortimenta v m^3

Normalni izkoristek se giblje od 50 do 80 %, lahko pa je tudi večji ali manjši. Ob povprečnem izkoristku 67 %, bi bil delež žagarskih produktov glede na volumen hloda (Gornik Bučar in Merzelj, 1998):

- 67 % žaganega lesa,
- 18 % kosovnih ostankov kot so krajniki, ostanki robljenja, očelki,
- 13 % žagovine,
- 2 % nadmer.

Količinski izkoristek je odvisen od številnih dejavnikov, predvsem pa od (Merzelj, 1996):

- premera hlodovine,
- dolžine hlodovine,
- pravilnosti oblike hlodovine (zakrivljenosti in koničnosti),
- načina žaganja,
- širine reže,
- velikosti nadmere,
- stopnje obdelave žaganega lesa,
- pravilne izbire debeline hlodovine za določen način žaganja,
- pravilnega centriranja hloda v stroj.

Izkoristek debla za sortimente pa je odvisen predvsem od:

- zahtevane dolžine sortimentov,
- minimalnega vršnega premera sortimentov,
- napak sortimentov kot je npr. rjavost,
- poškodb pri poseku in izdelavi,
- števila in ravnosti prerezov,
- pravilnega izločanja napak.

V nalogi nas zanima količinski izkoristek, kjer so sortimenti in žagan les izraženi v kubičnih metrih. Ta izkoristek dobimo tako, da izmerimo prostornino vsega žaganega lesa in primerjamo s prostornino sortimentov, ki smo jih razžagali.

Pri razžagovanju dobimo tudi določene količine ostankov kot so skorja, žagovina, krajniki, ostanki robljenja, les iz nadmere in morebitni ocelki.

Količino skorje lahko dobimo tako, da merimo srednji premer sortimenta s skorjo. Nato jo odstranimo in ponovimo meritev brez skorje. Iz razlike med prostornino sortimenta s skorjo in brez nje dobimo prostornino skorje. Drug način je ta, da izmerimo srednji premer s skorjo in izmerimo debelino skorje. Prostornino izračunamo po enakem principu.

Količina žagovine se deli na količino žagovine prečnih rezov, ki nastane pri prežagovanju z motorno verižno žago in žagovino vzdolžnih rezov, ki jo dobimo pri žaganju sortimentov s horizontalnim tračnim žagalnim strojem in pri robljenju in cepljenju z robilno - cepilnim strojem.

Količino žagovine prečnih rezov dobimo tako, da izmerimo premere ustreznih čel sortimentov in izmerimo širino reže pri razžagovanju z motorno verižno žago. Potem po formuli za izračun prostornine hlodovine to tudi izračunamo. Prečne prereze upoštevamo tudi pri prežagovanju žaganih izdelkov znotraj sortimentov, le da tu namesto ploščine kroga upoštevamo ploščino prerezane ploskve. V primeru prežagovanja nerobljenih desk

upoštevamo širino na sredini debeline deske, da dobimo približno ploščino prerezane ploskve.

Količino žagovine vzdolžnih rezov izračunamo tako, da najprej izmerimo širino reže, tako žaginega lista horizontalnega tračnega žagalnega stroja, kot krožnega žaginega lista robilno-cepilnega stroja. Nato ugotovimo še dolžino in širino posameznega reza. Pri nerobljenih delih izmerimo širine rezov na sredini dolžine obdelovanca, prav tako ocenimo približno dolžino reza pri začetnih rezih, kjer zmanjšujemo koničnost sortimentov s pridobivanjem krajših desk.

Pri cepljenju plohov v letve z robilno - cepilnim strojem reze sproti seštevamo in posebej evidentiramo krajše reze ob straneh zaradi koničnosti nerobljenega dela ploha.

Na koncu seštejemo prostornino žagovine vseh rezov, tako prečnih kot vzdolžnih, znotraj vsakega sortimenta. Če želimo imeti podatek o količini žagovine znotraj celotnega debla, moramo prišteti še količino prečnih rezov pri krojenju debla na sortimente. Pri tem moramo upoštevati tudi prežagovanje mnogokratnikov. Pri ugotavljanju količine nastale žagovine gre za približno oceno.

Količino krajnikov dobimo tako, da od prostornine oblovine odštejemo žagan les in žagovino, ki pri tem nastane.

Velikost dolžinske nadmere dobimo na enak način kot prostornino sortimentov. Nadmere na račun krčenja nismo računali, ker smo imeli naročila žaganih sortimentov v svežem stanju.

Količino ocelkov dobimo po istem postopku, le da moramo pri tem upoštevati tudi prečni rez z motorno verižno žago.

Od vsega nas zagotovo najbolj zanima žagan les. Cilj je seveda čim večji izkoristek oz. čim večja količina žaganega lesa, pridobljena iz posameznega sortimenta. Tako lahko ugotovimo izkoristek oziroma količino žaganega lesa, ki ga lahko pričakujemo iz drevesa

določene debelinske stopnje. Izkoristek je torej poglavitno merilo našega dela, iz katerega lahko sklepamo, zakaj je takšen oziroma če je lahko višji; seveda je od tega odvisna tudi uspešnost našega dela. V našem primeru so izkoristki zelo različni, zato je njihova primerjava po skupinah otežena; ne izdelujemo namreč le enega, ampak proizvode glede na naročila različnih dimenzij.

Krojenje iglavcev je dolžinsko. Smiselno je krojenje mnogokratnikov, iz katerih dobimo posamezne sortimente. Minimalna dolžina hlodovine iglavcev znaša 3 m, seveda za kvaliteto, ki je primerna za tovrstne izdelke. Če so dolžine izpod te meje, imamo opravka s sortimenti. Dolžine napredujejo po 25 cm, vendar v primeru izdelave lesa za ostrešja to ne velja. Zaradi tega zaokrožujemo dolžine na cel meter, ker se le ta upošteva. Dolžina nadmere znaša 1-2 cm/m, in sicer najmanj 5 cm in največ 20 cm na osnovno dolžino sortimenta (SIST – 1014,1998). Večje oziroma manjše nadmere prinašajo količinsko in vrednostno izgubo.

Če so na deblu prisotne napake, je potrebno najprej krojiti po kakovosti, šele nato dolžinsko, čeprav gre za krojenje iglavcev.

V našem primeru mora biti vršni premer debla vsaj 18 cm, kar se upošteva pri krojenju. Ostalo je celulozni les, ki ga v nalogi ne obravnavamo.

7 REZULTATI

7.1 DREVO ŠT. 1

Drevo št. 1 se nahaja v 6. debelinski stopnji.

7.1.1 Podatki o deblu

Dolžina celotnega debla znaša 16,34 m, njegova prostornina brez skorje znaša 0,89 m³, sama skorja 0,08 m³. Delež lesa in skorje prikazujemo na sliki 12.



Slika 12: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 1

7.1.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 1

Iz debla smo naredili štiri sortimente različnih dolžin. Dolžine teh so določene glede na potrebne dimenzije žaganega lesa, ki jih zahteva naročnik.

Preglednica 3: Podatki o sortimentih pri deblu št. 1

Sortiment	1/1	1/2	1/3	1/4
Dolžina sortimenta (m)	5	3	6	2
Dolžina nadmere (m)	0,11	0,08	0,1	0,05
Srednji premer (cm)	29	28	25	21
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,33	0,18	0,29	0,07
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,007	0,005	0,005	0,002

7.1.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 4 prikazujemo prostorne deleže pri razrezu sortimentov. Izkoristek lesa znaša okrog 70 %, po deležu sledijo ostanki, nato vsa žagovina, najmanjši del pa predstavlja nadmera sortimentov. Ostanke predstavljajo krajniki in ostanki robljenja.

Preglednica 4: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 1

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
1/1	100	2	74	15	9
1/2	100	3	68	19	10
1/3	100	2	69	19	10
1/4	100	3	69	17	11

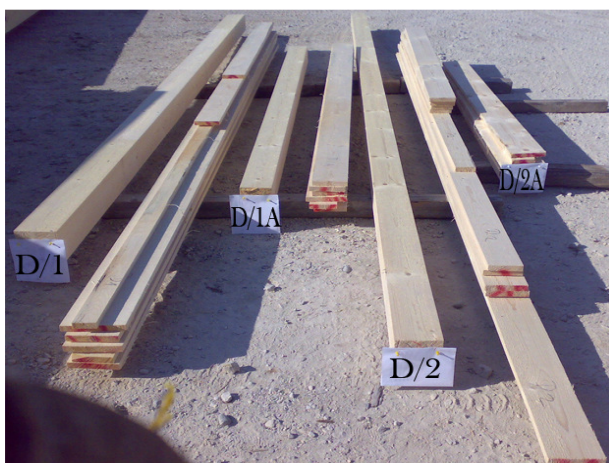
7.1.4 Vrste žaganega lesa v deblu

V preglednici 5 prikazujemo vrste žaganega lesa po različnih sortimentih. V prvih treh primerih je delež tramov oz. gred približno enako deskam, v zadnjem primeru pa smo izžagali le deske in tu vidimo, da se delež žagovine zaradi rezov nekoliko poveča, zato je tu delež žagovine tudi največji.

Preglednica 5: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.1

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Deske (%)
1/1	100	52	0	48
1/2	100	47	0	53
1/3	100	0	50	50
1/4	100	0	0	100

Na sliki 13 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debla št. 1 z oznakami: D/1, ki zajema 1. in 2. kup, sledi D/1A, ki zajema 3. in 4. kup, nato D/2, ki zajema 5. in 6. kup ter D/2A, ki predstavlja zadnji kup. Iz slike si lažje predstavljamo količino lesa, ki jo dobimo iz posameznih sortimentov.



Slika 13: Žagan les sortimentov debla št. 1 (Foto: H. Smrečnik)

7.2 DREVO ŠT. 2

Drevo št. 2 se nahaja v 8. debelinski stopnji.

7.2.1 Podatki o deblu

Dolžina debla znaša 20,45 m, njegova prostornina brez skorje znaša 1,49 m³, skorja 0,1 m³. Deleže lesa in skorje prikazujemo na sliki 14.



Slika 14: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 2

7.2.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 2

Iz debla smo naredili štiri sortimente različnih dolžin, glede na potrebe. V tem primeru lahko govorimo o hlovovini, saj ni sortimenta krajšega od treh metrov, kot predpisuje Slovenski standard za iglavce (SIST-1014).

Preglednica 6: Meritve sortimentov drevesa št. 2

Sortiment	2/1	2/2	2/3	2/4
Dolžina sortimenta (m)	4	6	6	4
Dolžina nadmere (m)	0,1	0,15	0,1	0,1
Srednji premer (cm)	36	32	29	23
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,41	0,48	0,40	0,17
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,01	0,01	0,007	0,004

7.2.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 7 vidimo zastopanost produktov pri razrezu sortimentov. Vidimo, da je izkoristek lesa sortimentov v tem primeru boljši od predhodnega, saj dosega pri prvih dveh

skoraj 80 %, pri ostalih produktih pa je vrstni red zastopanosti podoben kot v prejšnjem primeru.

Preglednica 7: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debela št. 2

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
2/1	100	2	76	13	9
2/2	100	2	78	9	11
2/3	100	2	68	22	8
2/4	100	2	66	22	10

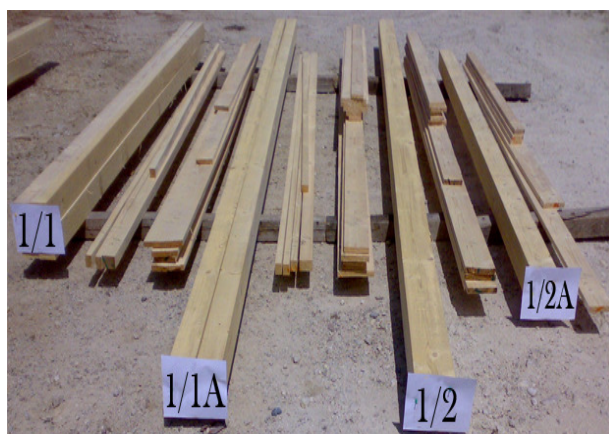
7.2.4 Vrste žaganega lesa v deblu

V preglednici 8 vidimo vrste žaganega lesa po sortimentih. V tem primeru imamo pri prvih dveh sortimentih več vrst žaganega lesa, na splošno pa je delež desk manjši kot v prejšnjem primeru, kjer so te predstavljale polovico žaganega lesa sortimentov.

Preglednica 8: Vrste žaganega lesa v sortimentih debela št.2

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Morali (%)	Letve (%)	Deske (%)
1/1	100	0	60	5	7	28
1/2	100	0	53	4	8	35
1/3	100	63	0	0	0	37
1/4	100	68	0	0	0	32

Na sliki 15 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debela št. 2 z oznakami: 1/1, ki zajema 1., 2. in 3. kup, sledi 1/1A, ki predstavlja 4., 5. in 6. kup, nato 1/2, ki predstavlja 7. in 8. kup ter 1/2A, ki predstavlja zadnja dva kupa.



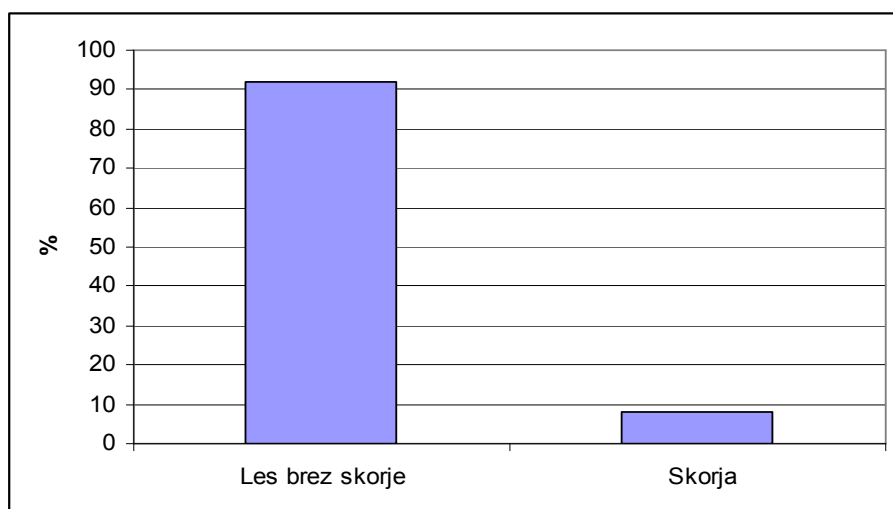
Slika 15: Žagan les sortimentov debela št. 2 (Foto: H. Smrečnik)

7.3 DREVO ŠT. 3

Drevo št. 3 se nahaja v 9. debelinski stopnji.

7.3.1 Podatki o deblu

Dolžina debla znaša 23,53 m, njegova prostornina brez skorje znaša 2,04 m³, skorja 0,17 m³. Delež lesa in skorje prikazujemo na sliki 16.



Slika 16: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 3

7.3.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 3

Iz debla smo naredili pet sortimentov različnih dolžin, glede na potrebe naročil. Vsi sortimenti po standardu spadajo k hlodovini.

Preglednica 9: Meritve sortimentov drevesa št. 3

Sortiment	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5
Dolžina sortimenta (m)	5	4	8	3	3
Dolžina nadmere (m)	0,1	0,1	0,19	0,08	0,06
Srednji premer (cm)	41	37	32	26	21
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,66	0,43	0,64	0,16	0,10
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,01	0,01	0,02	0,004	0,002

7.3.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 10 prikazujemo zastopanost produktov pri razrezu sortimentov. Izkoristek lesa sortimentov je v tem primeru precej bolj pester in različen. Izkoristek zadnjega sortimenta je večji od predhodnega in zelo visok za vršni del debla. Tudi vrstni red zastopanosti ostankov in žagovine je zelo različen. Ponekod prevladujejo ostanki nad žagovino, drugje obratno. To nakazuje, da je velika odvisnost takšnih rezultatov od vrste žaganega lesa.

Preglednica 10: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 3

Sortiment	Okrogel les(%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
3/1	100	1	77	12	10
3/2	100	2	75	9	14
3/3	100	3	68	19	10
3/4	100	2	63	29	6
3/5	100	2	75	14	9

7.3.4 Vrste žaganega lesa v deblu

V preglednici 11 so vrste žaganega lesa po sortimentih. V tem primeru je najbolj zanimivo povečanje zastopanosti žagovine pri sortimentu z oznako (1/2), iz katerega smo izdelali plohe in iz njih potem cepili letve, zato je na račun tega tudi manj ostankov.

Preglednica 11: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.3

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Letve (%)	Deske (%)
1/1	100	0	65	0	35
1/2	100	0	0	84	16
1/3	100	51	0	2	47
1/4	100	57	0	0	43
1/5	100	0	66	0	34

Na sliki 17 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debla št. 3 z oznakami: J/1, ki predstavlja prva dva kupa, sledi J/1A, ki predstavlja 3. in 4., kup, nato J/2, ki predstavlja 5. in 6., J/3 in J/3A pa predstavljata predzadnji in zadnji kup.



Slika 17: Žagan les sortimentov debla št. 3 (Foto: H. Smrečnik)

7.4 DREVO ŠT. 4

Drevo št. 4 se nahaja v 10. debelinski stopnji.

7.4.1 Podatki o drevesu

Dolžina debla znaša 24,51 m, njegova prostornina brez skorje znaša 2,05 m³, skorja 0,17 m³. Delež lesa in skorje prikazujemo na sliki 18.



Slika 18: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 4

7.4.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 4

Iz debla smo naredili pet sortimentov različnih dolžin. Vsi sortimenti po standardu spadajo k hlodovini.

Preglednica 12: Meritve sortimentov drevesa št. 4

Sortiment	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5
Dolžina sortimenta (m)	4	6	5	5	4
Dolžina nadmere (m)	0,1	0,11	0,1	0,1	0,1
Srednji premer (cm)	42	37	32	26	21
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,55	0,65	0,4	0,27	0,14
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,01	0,01	0,008	0,005	0,003

7.4.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

Izkoristek prvega sortimenta je zopet nižji od naslednjega, čeprav je krajši, to pa zaradi povečane koničnosti v spodnjem delu debla. Delež ostankov je pri vseh sortimentih precej velik, predvsem pri zadnjih zaradi tanjših premerov sortimentov in povečane koničnosti ter posledično slabšega izkoristka vršnih sortimentov debla. Ta je slabši zaradi slabšega izkoristka nastalih desk (preglednica 13). Delež žagovine je v vseh primerih približno enak. Vendar je v prvem primeru veliko rezov pri žaganju sortimentov v plohe ter pri cepljenju teh v letve in morale. Drugi primer je bolj pester medtem ko je v zadnjih treh primerih žagovine več na račun desk (preglednica 14).

Preglednica 13: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 4

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
4/1	100	2	71	17	10
4/2	100	2	73	15	10
4/3	100	2	71	16	11
4/4	100	2	67	20	11
4/5	100	2	56	33	9

7.4.4 Vrste žaganega lesa v deblu

V preglednici 14 so vrste žaganega lesa po sortimentih, kjer vidimo zelo pestro zastopanost žaganega lesa. V primeru izdelave letev in moralov je delež desk manjši, v primeru tramov in gred je večji.

Preglednica 14: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.4

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Morali (%)	Letve (%)	Deske (%)
4/1	100	0	0	48	42	10
4/2	100	0	47	17	10	26
4/3	100	0	42	14	5	39
4/4	100	53	0	0	0	47
4/5	100	0	60	0	0	40

Slika debla št. 4 je izpuščena zaradi slabše kvalitete posnetka.

7.5 DREVO ŠT. 5

Drevo št. 5 se nahaja v 11. debelinski stopnji.

7.5.1 Podatki o drevesu

Dolžina debla znaša 24,54 m, njegova prostornina brez skorje znaša 2,49 m³, skorja 0,21 m³. Deleže lesa in skorje prikazujemo na sliki 19.



Slika 19: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 5

7.5.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 5

Iz debla smo naredili devet sortimentov različnih dolžin. Prevladujejo sortimenti, ki po standardu ne spadajo k hlodovini.

Preglednica 15: Meritve sortimentov drevesa št. 5

Sortiment	5/1	5/2	5/3	5/4	5/5
Dolžina sortimenta (m)	2	3	3	2	2
Dolžina nadmere (m)	0,1	0,05	0,05	0,04	0,05
Srednji premer (cm)	49	44	41	39	37
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,38	0,46	0,4	0,24	0,22
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,02	0,008	0,007	0,005	0,005

Sortiment	5/6	5/7	5/8	5/9
Dolžina sortimenta (m)	2	4	4	2
Dolžina nadmere (m)	0,05	0,1	0,05	0,05
Srednji premer (cm)	35	31	24	19
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,19	0,3	0,18	0,06
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,005	0,008	0,002	0,001

7.5.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 16 je prikazana zastopanost produktov pri razrezu sortimentov. Vidimo, da ima dolžina precejšen vpliv na izkoristek, ker je na splošno visok in precej podoben pri vseh sortimentih, le pri zadnjemu se ta močno zmanjša. Rezultati nam kažejo, da lahko s krajšanjem dolžin sortimentov vplivamo na izkoristek, ker s tem zmanjšamo oz. omilimo koničnost sortimentov.

Preglednica 16: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debela št. 5

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
5/1	100	5	76	7	12
5/2	100	2	81	9	8
5/3	100	2	77	13	8
5/4	100	2	75	10	13
5/5	100	2	76	10	12
5/6	100	3	74	18	6
5/7	100	3	72	17	8
5/8	100	1	71	18	10
5/9	100	2	56	31	11

7.5.4 Vrste žaganega lesa v deblu

V preglednici 17 so vrste žaganega lesa po sortimentih. V tem primeru smo pri krajših sortimentih žagali le deske. Če upoštevamo prejšnjo preglednico bi pričakovali, da so rezultati približno enaki pri enakem končnem proizvodu. Deleži med njimi se bistveno ne razlikujejo, je pa razlika zaradi vplivnih dejavnikov kot so položaj sortimenta v deblu drevesa, različna koničnost sortimentov in različni premeri sortimentov.

Preglednica 17: Vrste žaganega lesa v sortimentih debela št.5

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Plohi (%)	Deske (%)
5/1	100	0	0	0	100
5/2	100	0	57	30	13
5/3	100	0	69	10	21
5/4	100	35	0	0	65
5/5	100	0	0	0	100
5/6	100	0	0	0	100
5/7	100	59	0	0	41
5/8	100	60	0	0	40
5/9	100	0	0	0	100

Na sliki 20 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debela št. 5 z oznakami: E/1, ki predstavlja 1. in 2. kup, sledi E/1A, ki zajema 3., 4. in 5. kup, nato E/1B, ki zajema 6., 7. in 8. kup, E/1C, ki predstavlja 9. in 10. kup, E/2, ki predstavlja 11. in 12. kup, E/2A, ki predstavlja 13. in 14. kup, E/2B, ki predstavlja 15. in 16. kup, E/3, ki zajema 17. in 18. kup ter E/3A kot zadnji kup.



Slika 20: Žagan les sortimentov debela št. 5 (Foto: H. Smrečnik)

7.6 DREVO ŠT. 6

Drevo št. 6 se nahaja v 12. debelinski stopnji.

7.6.1 Podatki o drevesu

Dolžina debla znaša 31,90 m, njegova prostornina brez skorje znaša 4,67 m³, skorja 0,36m³. Delež lesa in skorje prikazujemo na sliki 21.



Slika 21: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 6

7.6.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 6

Iz debla smo naredili pet sortimentov. Prvi trije imajo enako dolžino. Pri prvem in zadnjem je nadmerna pretirana, saj velja pravilo zanjo 1-2 cm/m'.

Preglednica 18: Meritve sortimentov drevesa št. 6

Sortiment	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5
Dolžina sortimenta (m)	7	7	7	6	4
Dolžina nadmere (m)	0,33	0,1	0,11	0,11	0,25
Srednji premer (cm)	53	49	42	34	23
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	1,54	1,32	0,97	0,54	0,17
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,07	0,02	0,02	0,01	0,01

7.6.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 19 je prikazana zastopanost produktov sortimentov. Sortimenti imajo nasploh zelo visok izkoristek, še posebej prvi trije enakih dolžin. Po vsej verjetnosti smo dosegli pri krojenju debla idealne dimenzije dolžin, ki so poleg vrst žaganega lesa ugodno vplivale na izkoristek.

Preglednica 19: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 6

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
6/1	100	4	81	9	6
6/2	100	2	78	12	8
6/3	100	2	76	14	8
6/4	100	2	68	20	10
6/5	100	6	63	22	9

7.6.4 Vrste žaganega lesa v deblu

Tukaj vidimo veliko pestrost žaganega lesa, saj so prisotni sortimenti, ki jih ponavadi na tem žagarskem obratu izdelujemo. Iz prejšnje preglednice (preglednica 19) je v primeru sortimenta z oznako (6/4) razviden povečan delež žagovine, saj je povečan tudi delež desk pri izdelavi tramov, kar pomeni, da je bilo potrebno za izdelavo teh več rezov oz. več obžagovanja pri obdelavi sortimenta.

Preglednica 20: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št.6

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Morali (%)	Letve (%)	Plohi (%)	Deske (%)
6/1	100	0	54	19	15	0	12
6/2	100	0	67	11	7	0	15
6/3	100	0	62	6	0	7	25
6/4	100	46	0	0	0	0	54
6/5	100	0	59	0	0	0	41

Na sliki 22 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debela št. 6 z oznakami: II/1, ki predstavlja 1., 2. in 3. kup, sledi II/2, ki predstavlja 4., 5. in 6. kup, II/3, ki zajema 7., 8., 9. in 10. kup, nato II/4, ki predstavlja 11. in 12. kup ter II/5, kot zadnja dva kupa.



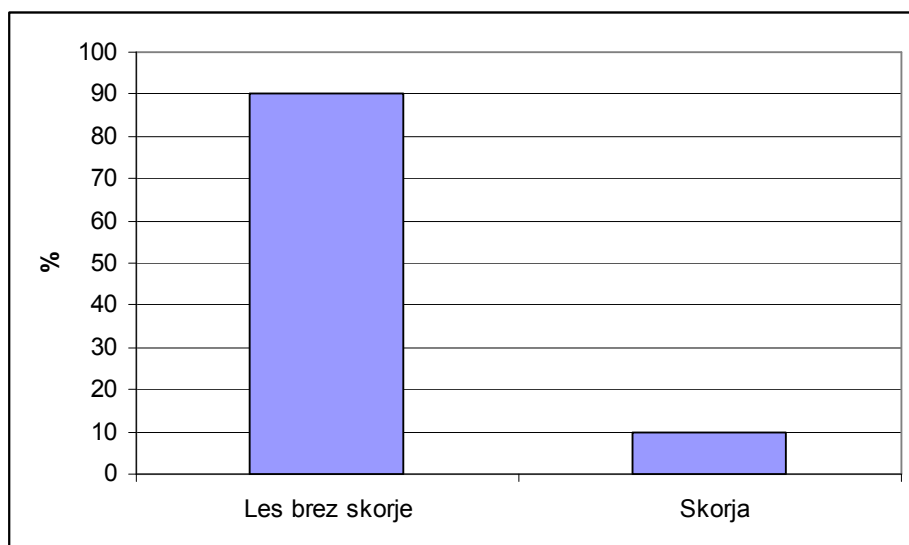
Slika 22: Žagan les sortimentov debela št. 6 (Foto: H. Smrečnik)

7.7 DREVO ŠT. 7

Drevo št. 7 se nahaja v 13. debelinski stopnji.

7.7.1 Podatki o drevesu

Dolžina debela znaša 27,30 m, njegova prostornina brez skorje znaša $3,88 \text{ m}^3$, skorja $0,41 \text{ m}^3$. Deleže lesa in skorje prikazujemo na sliki 23. Čeprav je drevo za debelinsko stopnjo večje, ima krajše deblo od predhodnega in s tem tudi manjšo prostornino.



Slika 23: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 7

7.7.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 7

Iz debla smo naredili pet sortimentov. Pri prvem in zadnjem je nadmera pretirana, saj velja pravilo zanjo 1-2 cm/m'. Od prevelike nadmere nimamo nikakršne koristi in predstavlja pri prevozu nepotrebno dodatno breme, kar pomeni manjšo količino koristne mase in s tem večje stroške prevoza pa tudi izkoristek debla je posledično manjši.

Preglednica 21: Meritve sortimentov drevesa št. 7

Sortiment	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5
Dolžina sortimenta (m)	4	6	6	4	6
Dolžina nadmere (m)	0,1	0,15	0,15	0,1	0,8
Srednji premer (cm)	56	51	43	35	25
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	0,99	1,23	0,87	0,38	0,29
Prostornina lesa nadmere sort. (m ³)	0,02	0,03	0,02	0,01	0,04

7.7.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

Prikazana je zastopanost produktov sortimentov. Kot vidimo so tudi tu zelo visoki izkoristki po sortimentih (preglednica 22). Pri zadnjem sortimentu je nadmera prav tako

pretirana in je šlo najbrž za nepazljivost pri krojenju na terenu. Pri razrezu sortimentov za strešne konstrukcije, se ne upošteva pravila napredovanja dolžin sortimentov po 25 cm, ampak veljajo dimenzije na cel meter.

Preglednica 22: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debla št. 7

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
7/1	100	2	81	7	10
7/2	100	2	81	8	8
7/3	100	2	78	10	11
7/4	100	3	82	6	9
7/5	100	12	68	11	10

7.7.4 Vrste žaganega lesa v deblu

Iz prvega sortimenta smo izdelali prizmo iz katere smo izdelali deske enakih širin, debeline 35 mm, zato smo jih obravnavali posebej. Se pravi, nismo jih priključili običajnim deskam debeline 25 mm, ampak smo jih ločili zaradi drugačne dimenzije, ki lahko predstavlja drugačen izid rezultatov (preglednica 23, sortiment 7/1). Iz ostalih sortimentov smo izdelali grede, morale in deske.

Preglednica 23: Vrste žaganega lesa v sortimentih debla št. 7

Sortiment	Žagan les (%)	Deske (35mm) (%)	Grede (%)	Morali (%)	Letve (%)	Deske (%)
7/1	100	73	0	0	0	27
7/2	100	0	56	16	7	21
7/3	100	0	42	0	0	58
7/4	100	0	60	0	0	40
7/5	100	0	45	0	0	55

Na sliki 24 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debla št. 7 z oznakami: G/1, ki predstavlja 1. in 2. kup, sledi G/1A, ki zajema 3., 4., 5. in 6. kup, nato G/2, ki zajema 7. in 8. kup, potem G/2A, ki zajema 9. in 10. kup ter G/3, ki zajema zadnja dva kupa.



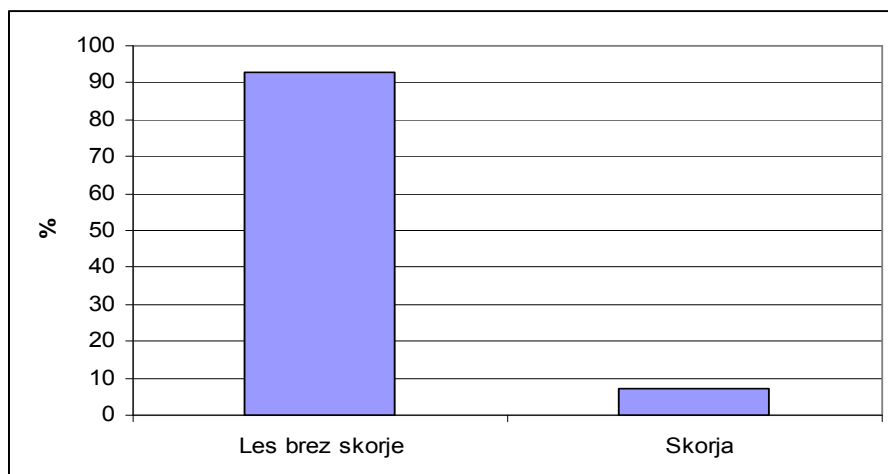
Slika 24: Žagan les sortimentov debla št. 7 (Foto: H. Smrečnik)

7.8 DREVO ŠT. 8

Drevo št. 8 se nahaja v 17. debelinski stopnji.

7.8.1 Podatki o drevesu

Dolžina debla znaša 26,89 m, njegova prostornina brez skorje znaša $6,25 \text{ m}^3$, skorja $0,44 \text{ m}^3$. Deleže lesa in skorje prikazujemo na sliki 25.



Slika 25: Delež lesa in skorje debla drevesa št. 8

7.8.2 Podatki o sortimentih – deblo št. 8

Iz debla smo dobili štiri sortimente. Pri zadnjem je nadmera zopet pretirana, bolj smiselna je tolikšna nadmera pri daljših sortimentih, kjer je potrebno dodatno krojenje oz. prežagovanje mnogokratnikov. Iz dolžine debla in premerov sortimentov (preglednica 24) lahko sklepamo, da je bila koničnost debla precej visoka, kar je tudi bistveno vplivalo na izkoristek.

Preglednica 24: Meritve sortimentov drevesa št. 8

Sortiment	8/1	8/2	8/3	8/4
Dolžina sortimenta (m)	8	7	7	4
Dolžina nadmere (m)	0,15	0,2	0,19	0,35
Srednji premer (cm)	68	57	43	29
Prostornina lesa sortimentov (m ³)	2,91	1,79	1,02	0,38
Prostornina lesa nadmere (m ³)	0,05	0,05	0,03	0,02

7.8.3 Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov

V preglednici 25 je prikazana zastopanost produktov sortimentov. Izkoristki niso pretirano visoki, čeprav so dimenzije sortimentov večje in se zelo razlikujejo. V zadnjem primeru je izkoristek izjemno nizek, krepko pod 50 %.

Preglednica 25: Porazdelitev vseh produktov pri žaganju sortimentov debela št. 8

Sortiment	Okrogel les (%)	Nadmera sortimentov (%)	Žagan les (%)	Kosovni ostanki (%)	Žagovina (%)
8/1	100	2	72	18	8
8/2	100	3	57	32	8
8/3	100	3	76	12	9
8/4	100	5	44	44	7

7.8.4 Vrste žaganega lesa v deblu

Tudi v tem primeru imamo zelo pester izbor žaganega lesa. Izkoristki so nasploh nižji, ker je nanje vplivala predvsem prej omenjena koničnost. Ta je močno vplivala na drugi sortiment (preglednica 26, sortiment 8/2), kjer smo poleg gred in desk izdelali plohe, del teh potem cepili v letve in morale. Po vsej verjetnosti je na takšen izid močno vplival tudi sam potek rezov, s katerimi smo določili položaj posameznih izdelkov. Plohi so bili najverjetneje bočni in ozki, kar je pomenilo pri cepljenju večjo količino ostankov, predvsem zaradi širših ostankov robljenja in koničnosti sortimenta.

V zadnjem primeru je na izkoristek vplival predvsem manjši premer in močno poudarjena koničnost vršnega sortimenta debela. Nanj je vplivala tudi večja količina desk ter slabši izkoristek pri vzporednem robljenju.

Preglednica 26: Vrste žaganega lesa v sortimentih debela št.8

Sortiment	Žagan les (%)	Trami (%)	Grede (%)	Plohi (%)	Morali (%)	Letve (%)	Deske (%)
8/1	100	0	57	21	8	4	10
8/2	100	0	67	5	8	6	14
8/3	100	0	50	21	0	0	29
8/4	100	51	0	0	0	0	49

Na sliki 26 prikazujemo razpored žaganega lesa po posameznih sortimentih debela št. 8 z oznakami: VI/1, ki zajema 1., 2., 3. in 4. kup, ki je slabše viden, sledi VI/2, ki zajema 5., 6., 7. in 8. kup, nato VI/3, ki predstavlja 9., 10. in 11. kup ter VI/4, ki predstavlja zadnja dva kupa.



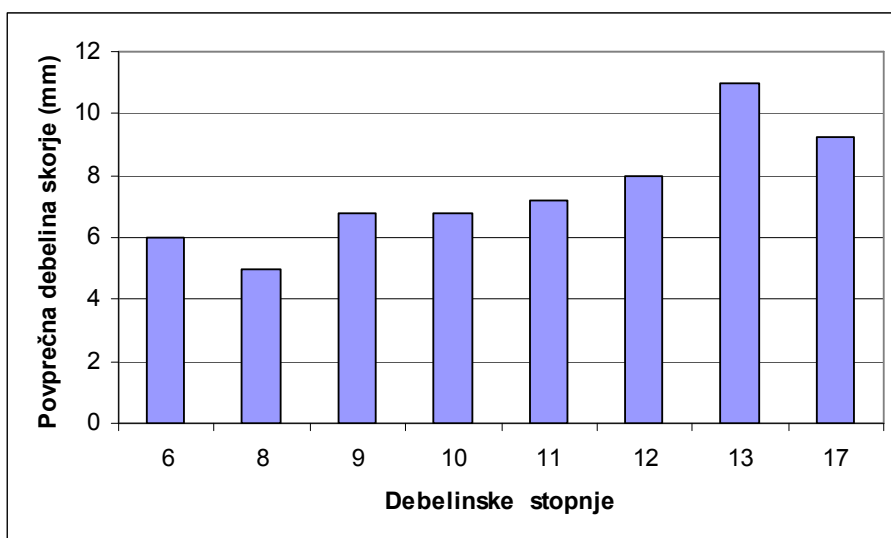
Slika 26: Žagan les sortimentov debela št. 8 (Foto: H. Smrečnik)

8 RAZPRAVA IN SKLEPI

8.1 Količina skorje

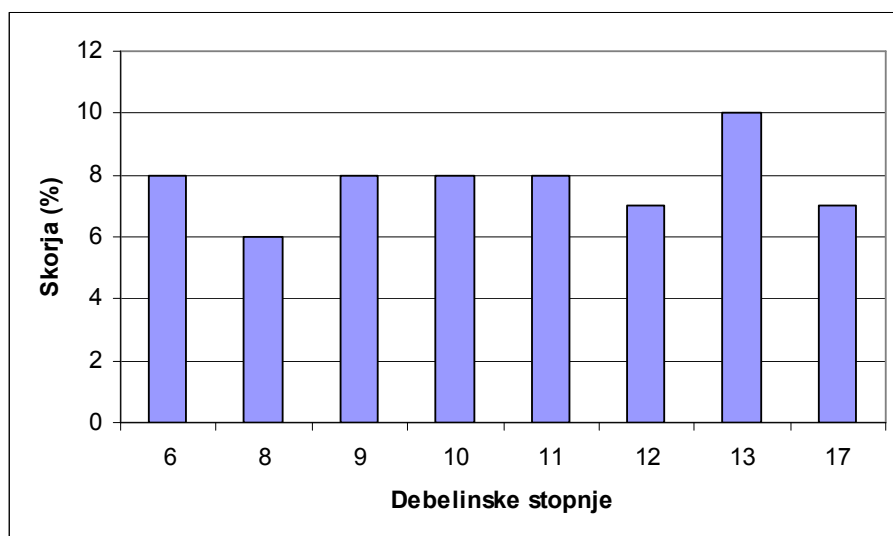
Na izkoristek, ki smo ga v nalogi ugotavljali, skorja nima neposrednega vpliva – izkoristek se nanaša zgolj na les in njegovo predelavo. Lahko pa z analizo kot je naša, dobimo vpogled v značilnosti oziroma količine skorje po debelinskih stopnjah.

Povprečna debelina skorje pri drevju z višanjem debelinske stopnje praviloma narašča, razen v 8. deb. stopnji. Pri slednji kljub razliki med 1. in 2. drevesom za 2 debelinski stopnji, obstaja manjša povprečna debelina skorje. Prav tako je pri zadnjih dveh drevesih, kjer ima zadnje drevo kljub 17. debelinski stopnji oz. razliki od predhodnika za 4 deb. st., nižjo povprečno debelino skorje. To pomeni, da debelina skorje ni odvisna le od premera debla, ampak tudi od rastišča.



Slika 27: Prikaz povprečne debeline skorje dreves po debelinskih stopnjah.

Z večanjem premera hloda naj bi se delež skorje v skupni masi manjšal – na spodnji sliki prikazujemo tudi deleže, ki jih skorja zavzema v celotni masi sortimentov.



Slika 28: Prikaz deležev skorje dreves po debelinskih stopnjah

Iz slike razberemo, da je delež skorje po debelinskih stopnjah zelo različen. Pričakovali bi, da se delež skorje z naraščanjem premera manjša, vendar je v večji debelini včasih tudi obratno.

8.2 Porazdelitev nastalih produktov pri žaganju sortimentov debel po debelinskih stopnjah dreves

Delež posameznih produktov pri žaganju sortimentov posameznih debel dreves, ki so različnih debelinskih stopenj se razlikuje od primera do primera. Povsod prevladuje žagan les, sledi mu delež kosovnih ostankov, medtem ko je delež žagovine v večini primerov manjši od količine kosovnih ostankov. Dolžinska nadmera sortimentov je sestavni del uporabnega dela debla drevesa in predstavlja od celote najmanjši delež, ki vpliva na izkoristek.

Pri zelo velikem številu rezov se lahko zgodi, da delež žagovine prevlada nad deležem kosovnih ostankov kot je razvidno iz slike 30, pri drevesu 13. debeliske stopnje.

Izkoristek debla torej določa razmerje med žaganim lesom ter vsemi ostanki, oz. manj je ostankov, bolj smo izkoristili les v oblem stanju. Tudi delež dolžinske nadmere je lahko pomemben pri izkoristku lesa debla, ker lahko s pretiranimi nadmerami ali nenatančnem merjenjem izgubimo po nepotrebnem precejšen del uporabne lesne mase tako za sortimente, kot končne žagane izdelke. V našem primeru so dolžine nadmer in s tem njihovi deleži ustrezni, le redko pretirani zaradi nenatančnega merjenja dolžin sortimentov pri njihovi izdelavi. Nadmera mora biti podana zaradi potrebnega čeljenja in za končno obdelavo žaganega lesa, npr. gred in tramov, pri vgrajevanju.

8.3 Porazdelitev celotnega žaganega lesa

Pri sortimentih je pomembna porazdelitev produktov. Pri tem mislimo na odločitev, kako in kaj bomo izdelali iz posameznega sortimenta. Tako bomo tramove žagali iz bolj vršnih sortimentov debla drevesa, katerih premer v vršnem delu ustreza njihovi dimenziji, prav tako posamezne grede. Več gred iz sortimenta je smiselno žagati iz spodnjega oz. predvsem srednjega dela debla. Spodnji je manj primeren zaradi korenovca, ki povzroča ukrivljenje gred ob prerezu in s tem sprostitve lesnih vlaken. Zato je spodnji del primernejši za žaganje plohov, ki jih robimo ali cepimo nadalje v morale in letve. Deske standardne debeline 25 mm dobimo pri obžagovanju oboda sortimenta. Izdelava desk drugačnih dimenzij (v našem primeru debeline 35 mm) po posebnem naročilu je smiselna, če določimo količino potrebnih sortimentov za njihovo izdelavo in jih celotne razžagamo vanje. Ob neupoštevanju ustreznega načina razžagovanja lahko izkoristek močno zmanjšamo. Primer je žaganje ozkih plohov na obodu sortimentov namesto desk, pri tem gre za večjo količino ostankov pri robljenju. Pri izkoristku sortimentov s poudarjeno stopnjo koničnosti je zelo pomembno, da jih čim bolj obžagamo in s tem izdelamo tudi krajše kose desk. S tem lahko izkoristek močno povečamo (slika 30, zgornji primer). Če pustimo krajnike, iz katerih je še možno izdelati deske, neobdelane, potem je izkoristek nižji od možnega.

8.4 Žagovina

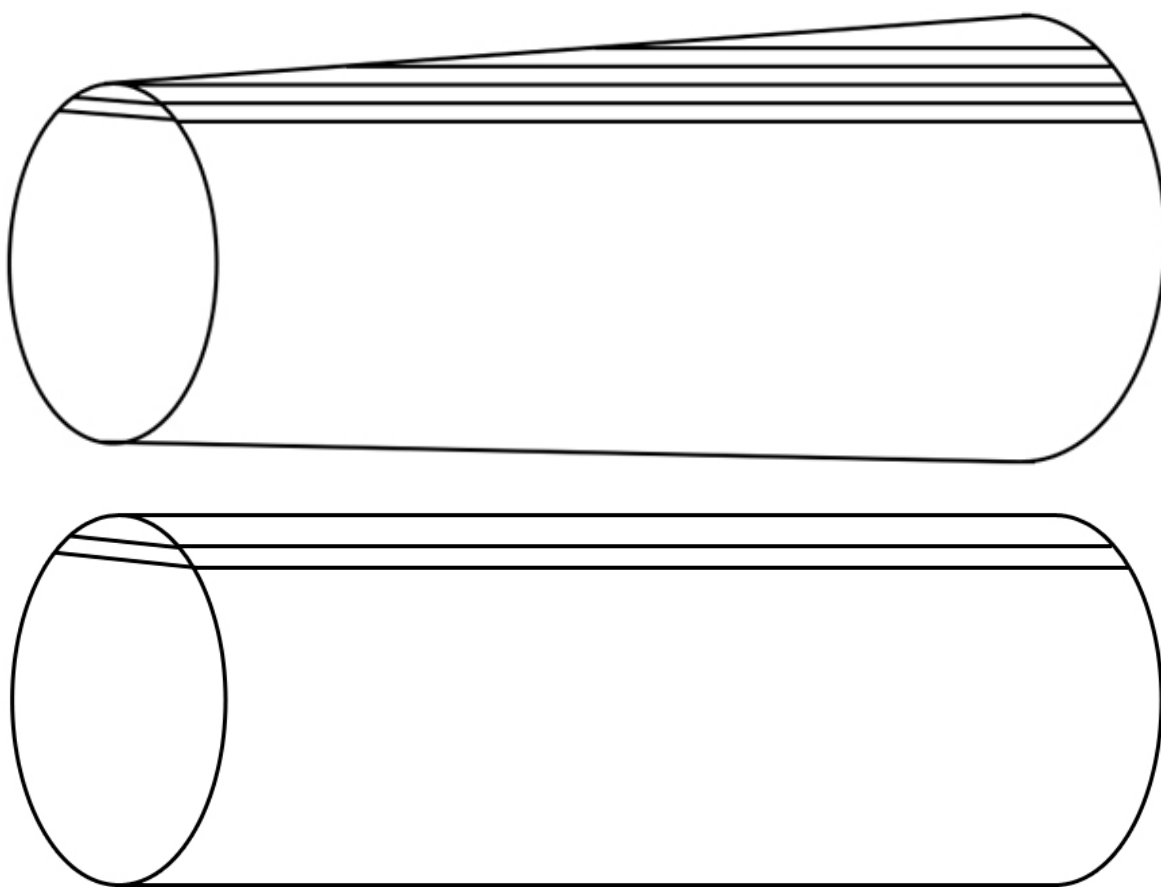
Primerjanje količine žagovine po sortimentih glede na vrsto žaganega lesa je v našem primeru težje, predvsem zaradi pestrosti dimenzij sortimentov kot tudi žaganega lesa. Za primerjavo bi morali imeti enake dimenzije sortimentov, v takšnem primeru bi bila primejava lahko korektna. Kot primer lahko navedemo sortimente pri deblu št. 5, kjer vidimo, da so deleži žagovine zelo različni. Kadar žagamo iz sortimentov samo deske, je ponavadi delež žagovine manjši kot v primeru žaganja tramov, kjer imamo tudi veliko količino stranskih desk, pri katerih napade veliko žagovine. Kadar imamo sortimente ustreznih dimenzij, iz katerih dobimo določeno dimenzijo trama ali grede s tesnim izidom, je delež žagovine zato manjši. Razlog je v tem, da ni veliko obžagovanja sortimentov v deske, da bi prišli do potrebne dimenzije npr. trama (preglednica 26, sortiment 8/4).

Naše ugotovitve so seveda le orientacijske in okvirne – predvsem zaradi velikih razlik v sortimentih na eni strani in ciljnega proizvoda na drugi. V splošnem pa seveda velja, da se z večanjem števila rezov delež žagovine, ne glede na premer sortimenta, povečuje.

8.5 Izkoristek

Stopnja koničnosti vsekakor vpliva na izkoristek, vendar je ta v veliki meri odvisen tudi od dolžine hlodovine in vrst žaganega lesa, ki jih želimo pridobiti. Poleg tega je izkoristek močno odvisen od upravljavca stroja, ki določa pravilno lego sortimenta ter potek rezov pri žaganju.

Vzrok za slabši izkoristek je lahko tudi v debelejših krajnikih, kar pomeni, da izkoristek lesa sortimentov ni odvisen le od stopnje koničnosti kot napake hlodovine. Primer rezov pri različni stopnji koničnosti sortimentov prikazujemo na sliki 29. Imamo sortimenta z visoko in z zelo nizko stopnjo koničnosti.



Slika 29: Prikaz rezov pri različni stopnji koničnosti sortimentov

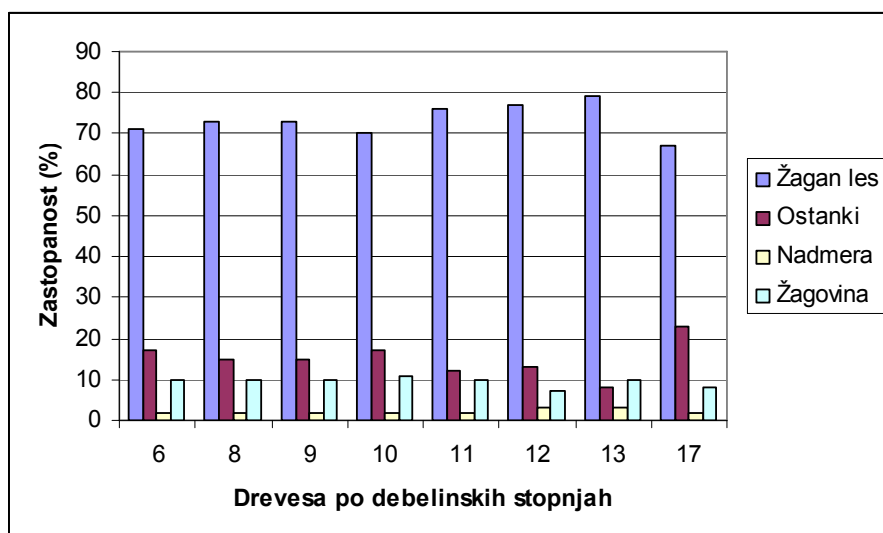
Iz skic vidimo potek rezov pri različni stopnji koničnosti sortimentov. V prvem primeru lahko koničnost z rezi močno razbremenimo; dobimo sicer krajše deske, 2 m ali 3 m, vendar močno povečamo izkoristek. Prav tako lahko dosežemo večji izkoristek s krojenjem debel na krajše sortimente ter z načinom žaganja.

V drugem primeru z rezi ne vplivamo na koničnost, ker je praktično zelo nizka, lahko pa nam dimenzije nekega žagarskega proizvoda narekujejo pozicijo prvega reza, kar močno vpliva na izkoristek. V tem primeru nam ostanejo debelejši krajniki, ki pa vseeno nimajo zadostne debeline, da bi iz njega pridobili še desko debeline 25 mm. Te namreč izdelujemo vedno enake debeline, pri žaganju tramov in gred, razen v primeru naročila, kjer se te žagajo iz celotnega sortimenta. To pomeni, da je lahko izkoristek v takšnem primeru celo slabši kot pri prvem. Vpliv premera sortimenta na izkoristek je različen. Praviloma imajo tanjši sortimenti slabši izkoristek kot debeli, vendar ne v vseh primerih; slabši je lahko tudi

kadar imamo opravka s predebelimi sortimenti, ker ne moremo popolnoma izkoristiti krajnikov zaradi omejitve maksimalne višine reza horizontalnega tračnega žagalnega stroja ali same zastavitve začetnih rezov.

Prav tako na izkoristek vpliva tudi dolžina hlodovine – pri daljših sortimentih je izkoristek nižji. V našem primeru pa se je izkazalo, da je lahko izkoristek tudi pri daljših sortimentih primerno visok.

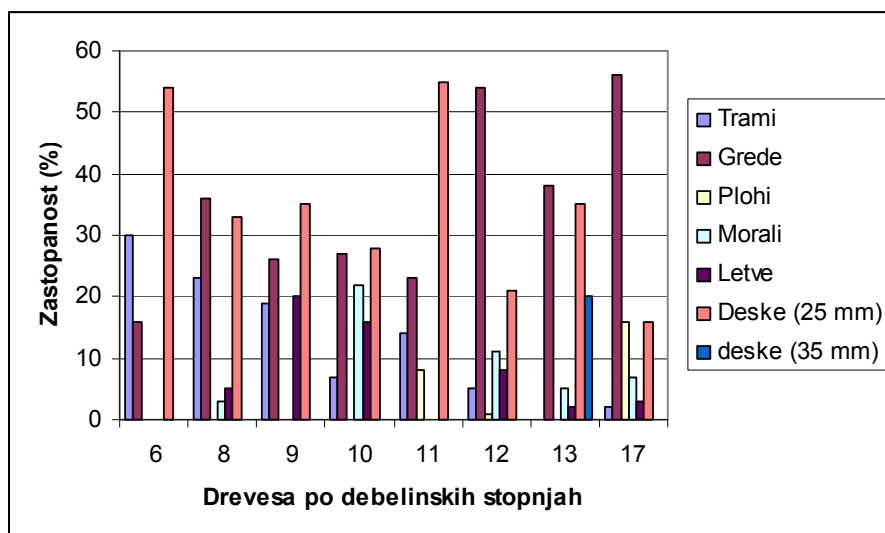
8.5.1 Primerjave rezultatov



Slika 30: Zastopanost produktov v deblih različnih debelinskih stopenj

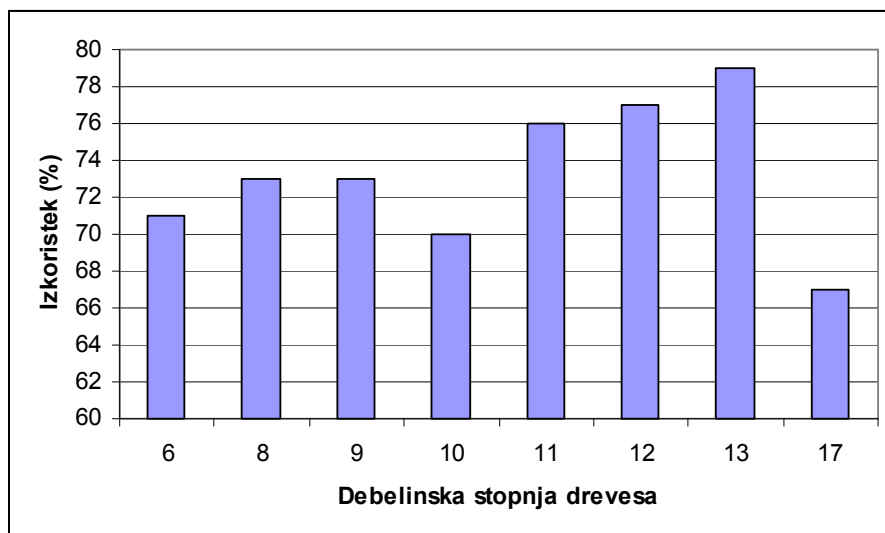
Iz slike 30 je razvidna porazdelitev produktov znotraj sortimentov debel dreves po debelinskih stopnjah. Prevladuje žagan les, sledijo ostanki, nato žagovina ter nadmera. Zastopanost žaganega lesa, ki predstavlja izkoristek lesa sortimentov je po debelinskih stopnjah različna in niha.

Na splošno je razvidno, da izkoristek z naraščanjem debelinske stopnje napreduje, le v primeru 10. deb. stopnje upade, prav tako pri 17. deb. stopnji. Vzrok za takšen izid tiči v razlikah v višini dreves ter v večji velikosti stopnje koničnosti debla dreves.



Slika 31: Zastopanost vrst žaganega lesa v deblih različnih debelinskih stopenj

Na sliki vidimo, da je pestrost vrst žaganega lesa zelo velika in odraža potrebe po njih. Prav zaradi pestrosti je kakršna koli primerjava otežena.



Slika 32: Pregled izkoristkov lesa debel dreves po debelinskih stopnjah

Najvišji izkoristek lesa debela drevesa ima v našem primeru drevo 13. debelinske stopnje, medtem ko je najnižja vrednost tega pri drevesu 17. debelinske stopnje.

Količina kosovnih ostankov je odvisna od izkoristka; pri višjem izkoristku je teh manj. V večini primerov je njihov delež večji kot delež žagovine (slika 30).

Količina žagovine je odvisna od dimenzij sortimentov, števila rezov ter širine zob žaginega lista. Z večanjem premera sortimenta je delež žagovine lahko manjši. Predvsem je to razvidno iz slike 30, kjer lahko primerjamo deleže žagovine po deblih različnih debelinskih stopenj. Natančno primerjavo bi dobili z žaganjem hlodovine po deblih različnih debelinskih stopenj v deske enake debeline.

Delež nadmere je določen z dolžino nadmere pri dolžinskem krojenju sortimentov in je med sortimenti bolj ali manj izenačen.

Primerjave med debelinskimi stopnjami debel so seveda okvirne, ker je naš vzorec sorazmerno majhen in imamo veliko različnih sortimentov in končnih izdelkov. Za zelo natančne podatke bi morali izdelati enake sortimente (dolžina), enake žagane izdelke in enako število rezov ter način rezanja. Zato veljajo primerjave le za konkretne primere, ki smo jih zajeli v nalogi.

Lahko se pojavijo odstopanja od zakonitosti: npr. pri izkoristku velja, da je ta pri večjih dimenzijah večji, vendar se je v našem primeru izkazalo, da včasih pride do odstopanj in je lahko ta pri nižji debelinski stopnji celo višji.

Zastopanost žaganega lesa je po sortimentih zelo pestra. V 8. in 9. debelinski stopnji je zastopanost žaganega lesa po vrsti in količini podobna, pri tem tudi ni velike dimenzijske razlike, zato je bilo pričakovati podoben izkoristek.

Prav tako sta si po višini izkoristka podobni 6. in 10. debelinska stopnja, čeprav gre za dokaj različne dimenzije ter precejšnja razlika v vrstah žaganega lesa. Prva ima manj vrst žaganega lesa kot druga. To pa zaradi manjše dimenzije, iz katere smo dobili le osnovne izdelke kot so trami, grede in deske debeline 25 mm. Druga ima večjo pestrost izdelkov zaradi večje dimenzije. Ta omogoča poleg izreza tramov ali gred ter desk tudi izrez plohov. Iz plohov smo izdelali še letve in morale. Takšna odločitev je bila zaradi potrebe po teh

izdelkih in predvsem zaradi manjše grčavosti plohov. Prevelike grče namreč povzročajo kasnejše lomljenje letev ali moralov. Zato v primeru prevelikih grč raje pustimo plohe cele in opravimo robljenje. Pri cepljenju je prišlo do večje količine ostankov, zato je bil izkoristek nižji od pričakovanega. Prav tako je nanj vplivala koničnost.

Blizu sta si debli 11. in 12. debelinske stopnje. Pri prvemu je večja količina desk in manj gred, tudi vrst žaganega lesa je manj. Pri drugemu je zastopanost desk in gred podobna, vendar obratna; tudi zastopanost vrst žaganega lesa je večja.

V primeru 13. debelinske stopnje je vrednost izkoristka najvišja. Razmerje med gredami in deskami je približno enako, medtem ko je precejšni delež desk debeline 35 mm, ki so izžagane iz celega sortimenta po principu enkratnega reza s kasnejšim robljenjem na robilno - cepilnem krožnem žagalnem stroju. Predvsem delež teh desk je precej pripomogel k večjemu skupnemu izkoristku.

V primeru 17. debelinske stopnje imamo opravka z najnižjo vrednostjo izkoristka. Kljub na pogled dokaj ugodni razporeditvi žaganega lesa smo pričakovali boljši rezultat, vendar je bila v tem primeru odločilna koničnost, ki je na izkoristek bistveno vplivala. Pri sortimentih izkoristek po dolžini niha (slika 32), nanj pa vpliva tudi razporeditev vrst žaganega lesa ter rezi znotraj posameznih sortimentov. To pomeni, da je bila razporeditev rezov ter vrst žaganega lesa v sortimentu 8/2 ugodnejša kot v primeru 8/3. Vse to odločilno tudi vpliva na skupni izkoristek lesa debela posameznega drevesa.

V splošnem smo ugotovili, da je bil izkoristek lesa debel pri delu s horizontalnim tračnim žagalnim strojem precej visok, večinoma med 70 in 80 %, kar kaže na dobro pripravljenost in izvedbo dela.

Na podlagi ugotovitev lahko zaključimo, da je izkoristek lesa debel odvisen predvsem od pravilnosti oz. natančnosti meritev sortimentov, od vrste žaganega lesa, ki lahko nanj odločilno vpliva, močno pa je odvisen od upravljavca stroja, ki določa pravilno postavitev sortimenta za razrez. Tu so pomembni predvsem začetni rezi, ki določajo dimenzijo preostanka neobdelanega sortimenta in možnost izdelave želene vrste žaganega lesa.

9 POVZETEK

Žagarstvo je dejavnost, ki že od nekdaj spremlja gozdarstvo. V nalogi smo iskali odgovore na vprašanja, ki lahko zanimajo gozdarja kot gojitelja – kakšne izdelke lahko pričakujemo iz posameznega drevesa izbrane debelinske stopnje. Kakšne potrebe po sortimentih se pojavljajo na žagarskih obratih oz. kako najustrezneje krojiti posamezne dele debla drevesa glede na njegove dimenzije in dimenzije naročenih izdelkov. Z vidika proizvajalca je najbrž najbolj zanimiv del, ki govori o izkoristku lesne mase posameznega sortimenta. V kratkem smo opisali tudi stroje, ki smo jih pri delu uporabljali.

Delo je potekalo sprva na terenu, kjer smo opravili meritve dreves za posek po debelinskih stopnjah. Po poseku smo označili sortimente pripadajoče posameznim deblom dreves po debelinskih stopnjah – tako smo zagotovili sledljivost. Na obratu smo mnogokratnike dodatno skrojili na potrebne dolžine. Izmerili smo posamezne sortimente – srednji premer, debelino skorje ter izračunali prostornine.

Nato je sledila izvedba razreza sortimentov s horizontalnim tračnim žagalnim strojem. Tu smo merili širine, dolžine in število rezov. Ugotavljali smo količino žagovine – pri tem smo upoštevali tudi vse prečne prereze z motorno verižno žago.

Cilj naloge je bil predstaviti žagarski obrat, na katerem predelujemo oblovino iglavcev s horizontalnim tračnim žagalnim strojem v različne žagarske izdelke glede na naročila. Želeli smo prikazati, kakšne sortimente potrebujemo na obratu, kakšni so izkoristki lesa po posameznih sortimentih ter skupen izkoristek lesa debel dreves po debelinskih stopnjah. Poleg izkoristkov so nas zanimali tudi deleži ostankov in žagovine. Pomemben je tudi prikaz strukture izdelkov po posameznih sortimentih oz. deblih dreves.

V hipotezah smo predpostavili, da je višina izkoristka odvisna predvsem od naraščanja premera. Načeloma velja: večji je premer, boljši je izkoristek. Toda ne vedno - nanj vplivajo še drugi dejavniki kot so: stopnja koničnosti, potek rezov (pomemben je predvsem začetni), premer sortimenta iz katerega želimo dobiti izdelke določenih dimenzij.

Ugotovili smo, da je izkoristek pri zelo debelem drevju lahko celo nižji kot pri zelo tankem. Na primer pri drevesu 6. debelinske stopnje smo ugotovili približno 71 % izkoristek, pri drevesu 17. debelinske stopnje pa le 67 % izkoristek. Pri zadnjem je nanj močno vplivala stopnja koničnosti, ki je bila zelo izrazita.

V nalogi nas je zanimal izkoristek tudi pri daljših sortimentih. Ugotovili smo, da je tudi v teh primerih lahko primerno visok. Kot primere lahko navedemo sortimente dolžine 7 do 8 m, kjer smo ugotavljali izkoristke celo nad 80 %. To pomeni, da lahko tudi pri daljših sortimentih pričakujemo večji izkoristek kot smo sprva predvideli.

S premerom sortimenta povprečna debelina skorje načeloma narašča. Vendar je prišlo tudi do odstopanj od te trditve, saj je bila povprečna debelina skorje pri drevesu 8. debelinske stopnje manjša kot pri drevesu 6. debelinske stopnje. Povprečna debelina skorje je v našem primeru imela razpon od 5 do 11 mm. Delež skorje z večanjem debelinske stopnje praviloma pada. Vendar smo v našem primeru prišli do ugotovitev, da delež skorje z višanjem debelinske stopnje variira in znaša nekako od 6 do 10 %. Najnižji delež je bil prisoten pri drevesu v 8. debelinski stopnji, najvišji pri 13. debelinski stopnji.

Pri delu s horizontalnim tračnim žagalnim stroju smo predvideli visoke izkoristke in smo jih v izmerjenem vzorcu tudi dosegli. Najvišji izkoristki lesa pri posameznih sortimentih se gibljejo celo preko 80 %, medtem ko se najnižji lahko gibljejo tudi pod 50 %, predvsem v vršnih delih dreves.

Kosovni ostanki zasedajo po zastopanosti drugo mesto v posameznem sortimentu, njihov delež na izkoristek močno vpliva. Ugotovili smo, da lahko njihov delež v sortimentih presega 40 %, v skupnem po posameznih drevesih presega 20 %.

Količina oziroma delež žagovine je močno odvisna predvsem od premera, dolžine in števila rezov, ter širine reže žaginega lista horizontalnega tračnega žagalnega stroja ali krožnega lista robilno-cepilnega stroja. Delež žagovine je torej lahko zelo različen in ga lahko določimo le na konkretnih primerih. Znaša približno 10 % lesne mase sortimenta.

Dolžine nadmer so v našem primeru ustrezne. Njihov delež znaša nekje 3 %, le v nekaterih primerih je pretirana in znaša delež preko 10 % - do tega prihaja predvsem zaradi nenatančnega krojenja.

Porazdelitev žaganega lesa je zelo različna - prevladujejo grede, trami in deske debeline 25 mm, ki nastanejo z obžagovanjem sortimentov v trame ali grede. Sledijo jim letve, morali in plohi. Zastopanost posameznih izdelkov je odraz potreb oziroma zahtev v okviru posameznega naročila.

V nalogi smo torej ugotovili, da na izkoristek pri tovrstni predelavi vplivajo mnogi dejavniki. Pri takšni pestrosti sortimentov in izdelkov je ugotovljeno zelo težko posploševati. Ugotovitve veljajo zato le za konkretne primere, ki jih v nalogi predstavljamo. Za ugotavljanje zakonitosti bi seveda potrebovali večji vzorec.

VIRI

1. Furlan F., Košir B. 2006. Vrednotenje okroglega lesa. Ljubljana, Gozdarska založba: 78 str.
2. Gornik Bučar D., Merzelj F. 1998. Žagarski praktikum. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 151 str.
3. Merzelj F. 1996. Žagarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 287 str.
4. Navodila za uporabo horizontalnega tračnega žagalnega stroja PTZ 110 – p, Terglav. 1997.
5. Navodila za uporabo stroja VLKŽ – 900. 2000. Leskovec.
6. Sevnik F. 1979. Žagarstvo na slovenskem: prispevki za zgodovino lesarstva. Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike, 4, 4: 145-235
7. Sgerm F. 1990. Žage na slovenskem v XV. stoletju. Les, 42, 11/12

POPRAVKI

str. I, drugi odstavek, vrstica 3: namesto za recenzenta pa doc. dr. Dominika Gornika Bučarja

beri za recenzentko pa doc. dr. Dominiko Gornik Bučar

str. 19, razlaga formule za izračun izkoristka:

namesto

Kjer je:

- $V_{\text{žl}} = \text{izkoristek žaganega lesa v m}^3$,
- $V_{\text{sort}} = \text{izkoristek sortimenta v m}^3$

beri

Kjer je:

- $V_{\text{žl}} = \text{prostornina žaganega lesa v m}^3$,
- $V_{\text{sort}} = \text{prostornina sortimenta v m}^3$