

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

Boštjan GORIŠEK

**PRIMERJAVA DVEH TEHNOLOGIJ SEČNJE V  
POMLAJENIH SESTOJIH JELOVO-BUKOVIH  
RASTIŠČ NA OBMOČJU NOVOMEŠKEGA ROGA**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

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

Boštjan GORIŠEK

**PRIMERJAVA DVEH TEHNOLOGIJ SEČNJE V POMLAJENIH  
SESTOJIH JELOVO-BUKOVIH RASTIŠČ NA OBMOČJU  
NOVOMEŠKEGA ROGA**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**A COMPARISON OF TWO TREE-FELLING TECHNOLOGIES IN  
THE REJUVENATED STANDS OF FIR-BEECH GROWTH IN THE  
REGION OF THE NOVO MESTO ROG**

GRADUATION THESIS  
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Nastala je s pomočjo Katedre za gozdno tehniko in gozdno delo Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, kjer je bila narejena tudi računalniška obdelava podatkov.

Meritve časa in učinkov so bile narejene na gozdnogospodarskem območju Novo mesto v gospodarski enoti Poljane.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je na s sklepom Komisije za študij 1. in 2. stopnje oz. Senata oddelka z dne 9. 9. 2016 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Boštjana Koširja, kot somentorja pa doc. dr. Jurija Marenče, za recenzenta pa je bil imenovan prof. dr. Janez Krč.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Boštjan Gorišek

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	GDK 301+362.7(043.2)163.6
KG	sečnja lesa/motorna žaga/stroj za strojno sečnjo/kombinirana sečnja/delovni časi/učinki/
AV	GORIŠEK, Boštjan
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor)/MARENČE, Jurij (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	PRIMERJAVA DVEH TEHNOLOGIJ SEČNJE V POMLAJENIH SESTOJIH JELOVO-BUKOVIH RASTIŠČ NA OBMOČJU NOVOMEŠKEGA ROGA
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VII, 51 str., 11 pregl., 21 sl., 5 pril., 24vir.
IJ	sl
JI	sl/en

AI        Diplomsko delo je sad številnih raziskav in meritev, ki so se izvajale v gozdno gospodarski enoti Poljane, v revirju Rampoha. Meritve so potekale jeseni (od avgusta do oktobra) leta 2009. Namen naloge je bil pridobiti čim več uporabnih informacij o smiselnosti strojne sečnje na skalovitem in po večini vrtačastem ter hribovitem terenu v starejših mešanih in pomlajenih sestojih. Pri raziskavi smo uporabili dva načina izvajanja sečnje. Klasični način sečnje je potekal z motorno žago Stihl MS 361 in Husqvarna 372 XP, strojno sečnjo pa smo opravili s strojem za strojno sečnjo John Deere 1470D ECO III. Oddelek smo z žrebom razdelili na stratume in dva od teh smo izbrali za opravljanje meritev. V stratumu A 2 smo izvajali kombinacijo sečnje z motorno žago ter s strojem za strojno sečnjo. V stratumu B 1 pa smo opravili meritve s klasično sečnjo z motorno žago. Revirni gozdar je pred začetkom del opravil odkazilo dreves, pred sečnjo pa smo vsa drevesa oštevilčili. Analiza delovnega časa je pokazala, da imamo pri izdelovanju dreves na klasičen način z motorno žago visok delež produktivnega časa – ta je znašal 71,22 %, pri kombinaciji tehnologij pa 57,65 %. Majhen delež je pri meritvi produktivnega časa dosegla strojna sečnja (56,4 %). Na tako tipičnem terenu in pri pomladitveni sečnji se je klasična sečnja z motorno žago po produktivnem času izkazala najbolje, v učinku pa je dominiral posek dreves s strojno sečnjo. Ugotovili smo, da je pri manjših premerih delež delovnega časa v prid strojni sečnji, pri velikih premerih pa je ta razlika nekoliko manjša.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 301+362.7(043.2)163.6

CX tree-felling/chain saw/harvester/combined tree-felling/work hours/effectiveness/

AU GORIŠEK, Boštjan

AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)/MARENČE, Jurij (advisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and  
Renewable Forest Resources

PY 2016

TI A COMPARISON OF TWO TREE-FELLING TECHNOLOGIES IN THE  
REJUVENATED STANDS OF FIR-BEECH GROWTH IN THE REGION OF  
THE NOVO MESTO ROG

DT Graduation thesis (higher professional studies)

NO VII, 51 p., 11 tab., 21 fig., 4 ann., 24 ref.

LA sl

AL sl/en

**AB** This thesis is the result of extensive research and numerous measurements carried out by the Gozdno Gospodarska Enota (Forest Service Unit) of Poljane in the district of Rampoha. The measurements were taken in the Fall of 2009, from August through October. The aim of this work was to obtain as much useful information as possible on the suitability of mechanized tree-felling methods on a rocky and mostly hilly terrain strewn with sinkholes, both in older mixed and in rejuvenated forest stands. Our research was done by using two methods of tree-felling. The classical method made use of chain saws, using the models Stihl MS 361 and Husqvarna 372 XP, whereas the mechanized tree-felling was done by using the harvester John Deere 1470D ECO III. The division was parceled out into strata by drawing lots; two of the strata were chosen for measurements. Stratum A 2 was treated using combined tree-felling by chain saw and harvester, while Stratum B 1 was treated using the classical tree-felling method. Before the tree-felling started the district forest manager marked the trees to be felled; all the trees were numbered. Once all the necessary measurements and calculations had been done we analyzed the data in terms of work hours and their productivity. The classical chain saw felling method turned out to have the highest work hour productivity rate of 71.22 %, whereas the rate for the combined technologies approach was 57.65 %, and the lowest rate of 56.4 % was achieved by mechanized tree-felling. Therefore, the classical felling method turned out the best performance on such typical terrain and rejuvenated tracts, although mechanized tree-felling came out ahead in terms of work hours per volume (min per m<sup>3</sup>). We found mechanized tree-felling to have the advantage for small diameter trees, while the advantage diminished for larger diameter trees, all in terms of work hours per volume.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	II
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	III
KAZALO SLIK.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2 CILJI IN NAMEN RAZISKAVE .....</b>	<b>3</b>
2.1 PREGLED OBJAV .....	4
<b>3 UVAJANJE STROJNE SEČNJE .....</b>	<b>5</b>
3.1 SESTOJNE IN TERENSKÉ RAZMERE TER DRUGI DEJAVNIKI, KI DOLOČAJO POGOJE ZA STROJNO SEČNJO .....	6
3.2 GOZDNO GOJITVENE USMERITVE PRI UPORABI STROJNE SEČNJE .....	8
<b>4 METODE .....</b>	<b>10</b>
4.1 PODATKI O OBJEKTU .....	10
4.1.1 Opis gozdnogospodarske enote poljane .....	10
4.1.2 Opis oddelka 43 in sestojev.....	12
4.2 OPIS TEHNOLOGIJ .....	13
4.2.1 Opis verižne motorne žage .....	13
4.2.2 Opis strojev za sečnjo.....	17
4.3 POTEK RAZISKAVE.....	20
4.3.1 Stratum A2 .....	22
4.3.2 Stratum B1.....	23
4.4 ČASOVNE ŠTUDIJE.....	23
4.4.1 Način časovne študije celotnega delovnega dneva sekača.....	24
4.4.2 Način časovne študije celotnega delovnega dneva delavca na stroju za strojno sečnjo.....	24
4.4.3 Opis delovnih postopkov pri klasični sečnji .....	25
4.4.4 Opis delovnih postopkov pri strojni sečnji.....	27

4.4.5	Obdelava podatkov .....	29
<b>5</b>	<b>REZULTATI.....</b>	<b>30</b>
5.1	OPIS TERENSKEGA DELA .....	30
5.2	OPIS UPORABLJENIH TEHNOLOGIJ IN ODKAZANIH DREVES .....	30
5.3	STRUKTURA IZDELANEGA DREVJA.....	33
5.4	PROSTORNINA IZDELANEGA DREVJA.....	35
5.5	DELOVNI ČASI .....	36
5.6	RAZPOREDITEV DELOVNEGA ČASA .....	41
<b>6</b>	<b>ZAKLJUČKI .....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>POVZETEK (SUMMARY) .....</b>	<b>46</b>
7.1	POVZETEK .....	46
7.2	SUMMARY .....	47
<b>8</b>	<b>REFERENCE .....</b>	<b>49</b>
	<b>ZAHVALA .....</b>	<b>52</b>
	<b>PRILOGE.....</b>	<b>53</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Pomlajen jelovo-bukov sestojv revirju Rampoha (Foto: B. Gorišek) .....	7
Slika 3: Podiranje drevesa z motorno žago Stihl MS 361 (Foto: Gorišek B.) .....	14
Slika 4: Podiranje drevesa z motorno žago Husqvarna 372 XP (Foto: Gorišek B.) .....	16
Slika 5: Stroj za sečnjo JOHN DEERE 1470D ECO III (Foto: Gorišek B.).....	18
Slika 6: Procesorska glava H480 (Foto: Gorišek B.) .....	20
Slika 7: Pregledna karta objekta, merilo 1: 5000 .....	21
Slika 8: Merjenje časa delovnih operacij in sortimentov (Foto: Gorišek B.).....	24
Slika 9: Zastoj zaradi meritev (Foto: Gorišek B.) .....	29
Slika 10: Pregled uporabljene tehnologije dela po debelinskih stopnjah in debelinskih stopenj po objektih. ....	30
Slika 11: Število enot po debelinskih stopnjah glede na uporabljeno tehnologijo.....	31
Slika 12: Število izdelanih dreves po debelinskih stopnjah .....	32
Slika 13: Uporabljene tehnologije po debelinskih stopnjah v procentih.....	33
Slika 14: Struktura izdelanih dreves.....	33
Slika 15: Struktura izdelanega drevja po drevesnih vrstah .....	34
Slika 16: Struktura izdelanega drevja z motorno žago po drevesnih vrstah .....	34
Slika 17: Pregled delovnih časov motorne žage glede na prsni premer .....	36
Slika 18: Pregled delovnih časov stroja za strojno sečnjo glede na prsni premer.....	37
Slika 19: Pregled delovnih časov motorne žage glede na debelinsko stopnjo. ....	38
Slika 20: Pregled delovnih časov stroja za strojno sečnjo glede na debelinsko stopnjo.....	39
Slika 21: Pregled skupnih delovnih časov na m <sup>3</sup> po debelinskih stopnjah .....	40



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Tehnični podatki za motorno žago Stihl (vir: Stihl@..., 2016) .....	15
Preglednica 2: Tehnični podatki za motorno žago Husquarna (vir: Husquarna @..., 2016)	16
Preglednica 3: Tehnični podatki stroja za sečnjo JOHN DEERE 1470D ECO III (John Deere, 2016) .....	19
Preglednica 4: Drevesne vrste in število odkazanih dreves v stratumu A 2 .....	22
Preglednica 5: Drevesne vrste in število odkazanih dreves v stratumu B 1 .....	23
Preglednica 6: Neto prostornina izdelanega drevja v m <sup>3</sup> .....	35
Preglednica 7: Povprečna neto prostornina izdelanega drevja v m <sup>3</sup> .....	35
Preglednica 8: Razmerja skupnih delovnih časov na m <sup>3</sup> .....	40
Preglednica 9: Razporeditev delovnega časa za motorno žago .....	41
Preglednica 10: Razporeditev delovnega časa za kombinacijo motorne žage in stroja za sečnjo .....	42
Preglednica 11: Razporeditev delovnega časa za stroj za sečnjo .....	42



## 1 UVOD

Strojna sečnja gotovo predstavlja prihodnost dela v gozdu in gospodarjenja z njim, vendar bo tudi v prihodnje uporaba klasične sečnje z motorno žago nujno potrebna.

Stroji za sečnjo imajo veliko učinkovitost in predvsem varno in udobno delovno okolje za delavca, imajo pa tudi slabe lastnosti: nakup strojev je zahteven projekt, saj so stroji dragi, prihaja do velikih poškodb gozdnih tal, neokretnost na terenu, zahtevno načrtovanje strojne sečnje, saj je v proizvodnji zahteva po veliki izkoriščenosti stroja.

Definicije pojma strojna sečnja se glede na nekatere avtorje med seboj razlikujejo:

- Košir (1997) pravi, da o strojni sečnji govorimo takrat, kadar delavec med delom ne stopi na gozdna tla in opravi vse postopke iz varne in ergonomsko urejene kabine na delovnem stroju;
- Lipoglavšek (2003) pa navaja, da gre za sečnjo drevja, pri kateri opravimo vse delovne postopke s premičnimi samohodnimi stroji.

Uvajanje novih tehnologij pridobivanja okroglega lesa v Sloveniji nekoliko zaostaja za gozdarsko bolj razvitimi državami, npr. skandinavski državi Finska in Švedska. Kljub temu se tudi pri nas strojna sečnja zadnja leta pojavlja v vse večjem obsegu, saj je dostopnost, cena strojev, način razmišljanja in gospodarjenje drugačno kot pred leti. Veliko podjetij pa se srečuje tudi z pomanjkanjem delavcev, ki bi opravljali težja fizična dela, zato je uvajanje strojne sečnje tudi pri nas vse bolj aktivno.

Za Slovenijo veljajo tudi določene posebnosti, ki jih moramo upoštevati pri uvajanju strojne sečnje: zakoni in predpisi, drevesna in debelinska sestava sestojev in mešanost razvojnih faz, posestna struktura, terenske značilnosti in gozdarska infrastruktura (Košir, 2002).

Strojna sečnja je danes uveljavljena predvsem pri sečnji in izdelavi iglavcev, pri listavcih pa je še vedno veliko težav, predvsem zaradi klešččenja, čeprav je tudi tehnologija za posek in izdelavo listavcev zelo napredovala.

Vsaka tehnologija pridobivanja lesa ima določene značilnosti in zahteva pogoje, potek in izvajanje le-te pa lahko presojamo po različnih vidikih. Najvažnejši so: ekonomski vidik, varnost pri delu in ergonomska ustreznost, tehnično-tehnološki vidik, socialni vidik in vplivi na sestoj in gozdno ter širše okolje (Košir, 2002a).

Gozdno gospodarstvo Novo mesto in Gozdno gospodarstvo Grča sta leta 2008 ustanovili enoto: Strojna sečnja in spravilo lesa, ki deluje na kočevskem in novomeškem območju. V letu 2009 so skupaj posekali in spravili iz gozda 29.000 m<sup>3</sup> lesa. Glede na to, da enota deluje na dveh različnih območjih, na kraškem terenu in v razmeroma starejših sestojih (npr.: Kočevski rog), je bilo potrebnih precej tehničnih, delovnih in logističnih dodelav, da lahko stroj nemoteno deluje učinkovito in donosno v obeh gozdno gospodarskih območjih.

## 2 CILJI IN NAMEN RAZISKAVE

V zadnjem času je bilo narejenih veliko raziskav, diplomskih in magistrskih nalog na temo strojne sečnje, vendar so bile opravljene le posamezne študije, ki so usmerjene v točno določeno in specifično področje. Tudi v tej diplomski nalogi smo skušali ugotoviti in primerjati razlike med klasično sečnjo z motorno žago in strojno sečnjo.

S časovno študijo učinkov strojne sečnje v sestoju, kjer prevladujejo listavci, smo želeli primerjati tehnologijo strojne sečnje z dosedanja klasično tehnologijo. Namen naloge je bil pridobiti informacije o smiselnosti strojne sečnje na skalovitem, vrtačastem in hribovitem terenu v starejših mešanih in pomlajenih sestojih novomeškega dela Kočevskega Roga.

Uvaja se različne kombinacije tehnologij sečnje, npr.: predhodni posek debelih dreves z motorno žago in po potrebi odžagovanje prvega in drugega hloda in klešččenje debelejših vej listavcev, odžagati dvojni vrh. Po predhodnem poseku debelih dreves se jih s strojem za strojno sečnjo dokončno izdelata.

Analizo klasične sečnje in strojne sečnje

v kombinaciji z motorno žago smo jeseni leta 2009 izvedli na novomeškem območju.

Cilji raziskave:

- pridobiti podatke o količini predhodno posekanega drevja z motorno žago za nadaljnjo strojno obdelavo s strojem za strojno sečnjo,
- uporabiti pridobljene podatke za izdelavo normativov strojne sečnje v kombinaciji s predhodnim posekom z motorno žago,
- pridobiti uporabne informacije za nadaljnje gospodarjenje in izvajanje gojitvenih del s strojno sečnjo.

Namen raziskave

S to raziskavo smo želeli potrditi ali zavrniti hipotezo o smiselnosti uporabe kombinacije sečnje z motorno žago in s strojem za strojno sečnjo, saj so dosedanje izkušnje s strojno sečnjo listavcev v tako specifičnih kraških terenskih razmerah in v pomlajenih bukovih sestojih majhne.

V nalogi smo tako naredili naslednje:

- primerjali klasično sečnjo in strojno sečnjo,
- ugotavljali učinkovitost strojne sečnje na kraškem terenu,
- analizirali kombinacijo strojne sečnje in motorne žage,
- ugotavljali primernost strojne sečnje na izbrani lokaciji.

## **2.1 PREGLED OBJAV**

Na področju našega raziskovanja je bilo narejenih že kar nekaj diplomskih nalog. Prav tako sta bili dve diplomski nalogi narejeni prav na tem oddelku v revirju Rampoha. Ker so svoje diplomsko delo (Mikec 2011, Judnič 2007 in Konda (diplomsko delo v nastajanju)) naredili za isto območje, so nekateri podatki povsem enaki, predvsem kar se tiče opisa gozdnogospodarskega načrta, sestojev ipd.

### 3 UVAJANJE STROJNE SEČNJE

V Sloveniji so gozdne posesti majhne, zato je za veliko lastnikov nakup stroja neracionalen. Prav tako stroji ne morejo delati na močvirnatih, strmih in skalovitih terenih, zato bo na takšnih področjih še vedno primerneje izvajati sečnjo na klasični način z motorno žago.

Tehnologija vse bolj napreduje tudi v gozdarstvu, zato se tudi strojna sečnja razvija v več oblik - vsaka oblika strojne sečnje mora biti uporabna v določenem razponu delovnih razmer. Stroji so se tako v različnih tehnoloških procesih razvili v stroje za sečnjo in izdelavo, sečnjo in spravilo, stroji za obdelavo, podiranje in zbiranje ter stroji za kleščenje. Pri tem pa se še vedno srečujemo s težavo, da imamo premalo podatkov, ki bi narekovali uporabnost strojne sečnje pri nas (Košir, 2002). Poznamo več oblik strojne sečnje in vsaka izmed njih ima svoje značilnosti in pogoje, pod katerimi lahko optimalno funkcionira. V Sloveniji je zaradi specifičnosti (terena, podnebja, tal, rastišč itd.), ki jih dobro poznamo, treba ugotoviti, katere oblike sečnje so primerne v naših razmerah in koliko je takšnih površin, kjer bi bilo možno smiselno uporabiti takšen način poseka.

Strojna sečnja v Sloveniji se je sprva uveljavila predvsem pri sanacijah snegolomov in vetrolomov. Leta 1996 so strojno sečnjo uporabili pri sanaciji snegoloma v gospodarski enoti Ravnik - na osnovi tega je nastalo diplomsko delo (Marušič, 1998). Tak način izdelave se je v tem primeru izkazal za zelo učinkovitega in uporabnega. Magajna pa pravi, da so strojno sečnjo izvedli tudi pri redčenju sestojev rdečega bora na Krasu (Magajna, 2000, Košir, Robek 2000)

Strojna sečnja se vse bolj uveljavlja in je možna v vseh treh različnih tehnologijah pridobivanja okroglega lesa:

- tehnologija izdelave sortimentov v sečišču, kjer se celotno drevo izdela pri panju. Ta oblika je v Sloveniji najbolj uveljavljena na ugodnih terenih, kjer je dostopnost enostavnejša;

- tehnologija izdelave sortimentov na pomožnem skladišču: drevo transportiramo do pomožnega skladišča in ga še v gozdu izdelamo, najpogosteje se pojavlja pri žičničnem spravilu;
- tehnologija izdelave sortimentov na skladišču izven gozda.

### **3.1 SESTOJNE IN TERENSKÉ RAZMERE TER DRUGI DEJAVNIKI, KI DOLOČAJO POGOJE ZA STROJNO SEČNJO**

Danes poznamo različne oblike in dimenzije strojev za strojno sečnjo (goseničarji, kolesniki, stroji za sečnjo »na nogah«), da lahko delujejo na specifičnih terenih (manjši in večji nakloni, ovire na terenu – skalovitost, nosilnost tal) in sestojnih razmerah (drogovnjaki, debeljaki in pomlajenci, lesna zaloga, prirastek in predvideni posek).

Slovenske razmere so za del stroke do nedavnega veljale kot neprimerne za uporabo tovrstne tehnologije pridobivanja lesa (Krč, 2002). Tehnologija pa se je tudi zaradi prej naštetih oblik in dimenzij strojev za strojno sečnjo dodobra izpopolnila in prilagodila tako terenskim kot tudi sestojnim razmeram.





Slika 1: Pomlajen jelovo-bukov sestoj v revirju Rampoha (Foto: B. Gorišek)

Tehnologije strojne izvedbe sečnje lesa so vse bolj razvite, navsezadnje tudi z ekološkega vidika, saj je poškodovanost sestoja manjša kot pri klasični obliki pridobivanja okroglega lesa z motorno žago in spravilo lesa s traktorji oziroma žičnicami (Košir, 2002). Površine, ki so primerne za izbiro različnih oblik tehnologije, so odvisne od veliko dejavnikov. Upoštevati moramo najpomembnejše vplivne dejavnike, ki so pridobljeni že pri popisu gozdov, ki ga izvaja Zavod za gozdove Slovenije.

Poseben poudarek je treba nameniti naslednjim dejavnikom:

- naklon terena (povprečni naklon v odseku, podan v %),
- mešanost sestojev (% iglavcev v lesni zalogi odseka),
- ovire na terenu (% povprečne skalovitosti v odseku),
- jakost sečnje (% možnega poseka glede na lesno zalogo v odseku),
- reliefne posebnosti (gladko, valovito, jarkasto, stopničasto, skokovito, vrtačasto, kotanjasto, čokasto, grebenasto) (Krč, 2002).

Poleg naštetih dejavnikov, ki zadevajo terenske in sestojne razmere, pa ne smemo spregledati še vrsto drugih, ki so prav tako potrebni naše pozornosti in upoštevanja. Ekonomski vidik je v današnjem času izrednega pomena, predstavlja namreč upravičenost delovanja in smiselno uporabo tehnologije, dela in izbire stroja. Poznamo različne stopnje varnosti pri delu in v primerjavi s klasičnim načinom je strojna sečnja veliko bolj varen način pridobivanja lesa kot pa z motorno žago. V samem stroju ima delavec zaščitno kabino, ki ga varuje pred zunanjimi vplivi in možnostmi udarcev, sekač pa se nahaja v neposredni bližini in z veliko večjim tveganjem izvaja svoje delo. Ergonomska ustreznost je ravno tako pomemben dejavnik, vpliva namreč na delavca samega. Že sama kabina stroja za strojno sečnjo se vedno bolj dopolnjuje in izboljšuje. Nič posebnega več ni, da ima stroj klimatsko napravo, ki delavcu omogoča normalno temperaturo, kar pomeni, da delavec lahko prijetnejše izvaja svoje delo. Za delavca so pomembne tudi čim manjše vibracije in ropot, ki jih povzroča sam stroj ali nastajajo pri izvajanju sečnje.

Pojav nove tehnologije zahteva pozornost tudi s strani vpliva na okolje, kar zajema veliko področij. Med tehnološkim procesom se močno spremenijo tla, bodisi gozdne poti, vlake, sečne poti, že obstoječe ali pa je potreba po novih – tako se infrastruktura trajno ali pa povratno spremeni. Tehnologija ima velik vpliv na sestoj, ki je prisoten v tej proizvodni dobi, kakor tudi sestoj, ki šele nastaja. Prav tako je potrebna pozornost ob vseh sečnih ostankih, ki nastanejo pri tej tehnologiji. Posebno skrb pa zahtevajo tudi vodni viri in prostoživeče živali. Potrebna so merila, ki so uveljavljena in primerna za uporabo, da se vsi ti dejavniki med seboj uskladijo in ovrednotijo, saj le tako pri delu v gozdu uporabimo najprimernejše stroje.

### **3.2 GOZDNO GOJITVENE USMERITVE PRI UPORABI STROJNE SEČNJE**

Za vzgojo visokovrednih, sonaravno oblikovanih gozdov, ki skladno in sočasno zadovoljujejo proizvodne, ekološke in socialne cilje, je potrebna celovita obravnava strojne sečnje v okviru gozdarskega načrtovanja. Sečnja z motorno žago in vlačenje lesa bosta še

vedno prevladujoči tehnologiji tudi v prihodnje. Zaradi vse dražjega ročnega dela je treba intenzivneje uvajati strojno sečnjo in izvoz lesa. V vseh ugodnih terenskih razmerah (površine na naklonih do 30 % in z manjšo površinsko skalovitostjo ...) in sestojnih razmerah (površine iglavcev ipd.) je zato smiselno postopno uvesti strojni način sečnje tudi tako, da uporabimo manjše specialne stroje za sečnjo.

Nove tehnologije sečnje in spravila lesa zahtevajo še bolj podrobno tehnološko in izvedbeno načrtovanje sečnje in spravila. Pri strojni sečnji je uspešnost gospodarjenja z gozdovi še bolj kot pri klasični sečnji odvisna od sodelovanja načrtovalca in izvajalca del (Diaci, 2002). Pomembno je, da večino sečnje izvršimo izven vegetacijskega obdobja. Poseben poudarek pa je vedno treba nameniti tudi poškodbam obstoječega drevja in mladovja in jih s stimulacijo zmanjšati.

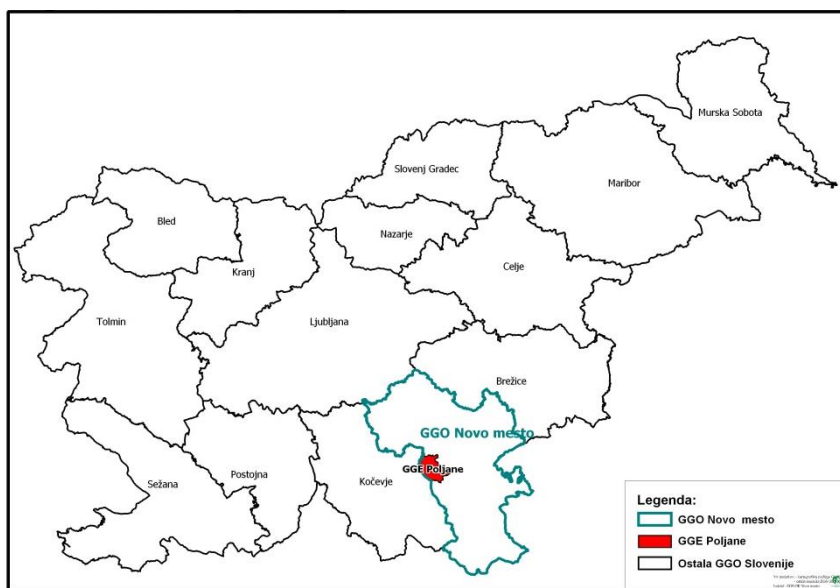
## 4 METODE

### 4.1 PODATKI O OBJEKTU

Objekt, kjer smo izvajali raziskavo, se nahaja v novomeškem gozdnogospodarskem območju (GGO), v krajevni enoti (KE) Podturn, v gozdnogospodarski enoti (GGE) Poljane. Ime revirja je Rampoha, ki je eden izmed dveh revirjev v tej enoti.

#### 4.1.1 Opis gozdnogospodarske enote Poljane

Tukajšnji gozdovi imajo dolgo tradicijo načrtnega gospodarjenja, saj prvi načrti izhajajo že iz 19. stoletja. Gozdnogospodarska enota Poljane predstavlja strnjen kompleks gozdov na vzhodnih pobočjih roškega masiva. V celoti leži v občini Dolenjske Toplice in območjih štirih katastrskih občin: Podstenice, Stare Žage, Poljane in Podturn (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).



Slika 2: Položaj gozdnogospodarske enote Poljane

Enoto lahko glede na relief razdelimo na vzhodni del, ki ga predstavljajo strma pobočja z enakomernim padcem nad dolino Črmošnjice in zahodnim delom, ki je bolj izravnano, pa vendar zelo razgiban, izrazito kraški svet s številnimi vrtačami in brezni. Nadmorska višina

je od 600 m pa do 1100 metrov, pokrajina je zelo razgibana in se spreminja na kratke razdalje (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

Celotna površina enote je kraška pokrajina, kjer ni tekočih površinskih voda, saj vsa voda ponikne v votla kraška tla. Matična podlaga GGE je apnenec in je sorazmerno enotna. V GGE prevladujejo pretežno rjava pokarbonatna tla na različnih razvojnih stopnjah, med katerimi v žepih zasledimo rendzine, lateralna razvita tla, pa tudi razvita tla. Vsa tla v enoti pa veljajo za visoko produktivna (Gozdnogospodarski načrt, ... 2003).

Površina GGE Poljane obsega 4549,95 ha, od katerih je 4529,12 ha gozdnih površin, negozdnih površin pa je 20,83 ha. Gozdnatost v enoti je 99,5 %, kar predstavlja skoraj popolno pokritost enote z gozdom. Večinsko lastništvo je državno, le manjše parcele so v zasebni oziroma občinski lasti. Povprečna zasebna posest znaša 1,04 ha, zasebne gozdove v enoti pa poseduje 54 lastnikov s solastniki. Najpogostejša združba je *Omphalodo-Fagetum typicum* (združba bukve s spomladansko torilnico), ki pokriva več kot 90 % enote, združuje pa bukovo-jelove gozdove (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

Razgiban teren s številnimi vrtačami, kotanjami in močna skalovitost predstavljajo zahtevne pravilne razmere. Gozdne vlake so bile v preteklosti v zelo slabem stanju, saj so mnoge potekale po starih poteh, imele so velike vzpone in slabo odvodnjavanje. Z načrtno izgradnjo se je v zadnjih letih stanje vlak v enoti izboljšalo, hkrati pa se je zmanjšala tudi povprečna razdalja (360 m).

V enoti je 89,5 gozdnih ter 11,8 km javnih cest. Vse ceste so produktivne in se v glavnem vežejo na izvoz proti Podturnu. Stanje gozdnih cest v enoti je zadovoljivo, saj se le-te po vsaki intenzivnejši uporabi sanirajo in postavijo v prvotno stanje (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

Lesna zaloga v enoti je visoka ( $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), predvsem zaradi visokih starosti drevja pa je tekoči prirastek tudi sorazmerno visok ( $7,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Najpogostejše drevesne vrste so

smreka, bukev in jelka, z 8 % deležem pa so jim primešani še plemeniti listavci. Poleg lesnoproizvodne funkcije prevladujejo še ostale splošnokoristne funkcije, še posebej ekološke in socialne.

#### 4.1.2 Opis oddelka 43 in sestojev

Oddelek 43 leži v SV delu GGE na nadmorski višini od 610 m do 680 m. Gozdna površina znaša 45,06 ha in je v celoti v državni lasti, oddelek nosi krajevno ime Bradačeva Frata (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

Gospodarski razred je uvrščen v dinarski jelovo-bukov gozd na najboljših rastiščih, gozdna združba pa je *Abieti-Fagetum Typicum* (60 %), sledita *Abieti-Fagetum Omphalodetosum* (30 %) in *Abieti-Fagetum Scopolietosum* (10 %). Lesna zaloga za iglavce znaša 279 m<sup>3</sup>/ha in za listavce 147 m<sup>3</sup>/ha, skupaj 426 m<sup>3</sup>/ha, kar je posledica prevlade debeljakov, ki jih je 70 % in 18 % sestojev v obnovi, od tega je iglavcev 279 m<sup>3</sup>/ha, mladovja pa je le 11 %. Prevladujoče drevesne vrste so smreka z 51 %, sledijo bukev z 21 %, jelka s 14 % in gorski javor s 13 % lesne zaloge. Sestoji bukve in smreke se odlično pomlajujejo, težave zaradi objedenosti se pojavljajo pri jelki in gorskem javorju (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

Na tem območju je matična podlaga apnenčasta, kamnitost 35 % in skalovitost 45 %, na posameznih predelih je naklon do 18°. Pri spravilu lesa prevladuje traktorsko spravilo z majhno povprečno pravilno razdaljo 250 m. Intenzivnost gospodarjenja je ocenjena kot zelo velika z možnim posekom iglavcev v višini 3.366 m<sup>3</sup> (27 % lesne zaloge) in 1.101 m<sup>3</sup> listavcev (17 % lesne zaloge).

Pri gojitvenih in varstvenih delih je načrtovana nega mladja na 2,26 ha, nega gošče na 13,83 ha, na 3,50 ha nega letvenjaka in drugo redčenje na 1,50 ha.

V oddelku 43 so poudarjene naslednje funkcije: hidrološka, biotopska in varovanje naravne dediščine.

Zaradi razgibanosti terena je načrtovan način spravila s traktorjem, pri katerem je povprečna pravilna razdalja 250 m (Gozdnogospodarski načrt..., 2003).

## **4.2 OPIS TEHNOLOGIJ**

Prvi del objekta, katerega površina znaša 2,60 ha, smo merili s klasično tehnologijo mnogokratnikov pri iglavcih oz. kombiniranih hlodov pri listavcih. Sečnja je potekala z motorno žago STIHL MS 361 in Husqvarna 372 XP, ter z običajno opremo sekačev (sekira, klini, obračalka, sekaški meter), spravilo lesa pa je potekalo s prilagojenim traktorjem John Deere 6220, ki je bil opremljen z dvobobenskim vitlom Igland 6002.

Na drugem delu objekta pa smo izvajali kombinirano tehnologijo strojne sečnje (v nadaljevanju SS) z izvozom lesa s forvarderjem. Ta del objekta je bil nekoliko manjši od prvega, saj njegova površina znaša 2,50 ha. Tu je potekala kombinirana sečnja: z motorno žago STIHL MS 361 in Husqvarna 372 XP ter strojem za sečnjo John Deere 1470D ECO III, ki pa je deloval kot harvester ali kot procesor, odvisno od vrste in debeline drevja. Spravilo lesa je potekalo z zgibnim polprikolničarjem John Deere model 1410 ECO III.

### **4.2.1 Opis motorne žage**

Motorna žaga je v sodobnem pridobivanju gozdnolesnih proizvodov še vedno med najpomembnejšimi delovnimi stroji, brez katerega si v naših razmerah ne moremo predstavljati gospodarjenja z gozdovi. Nadomestila je različna ročna orodja, s tem pa izboljšala kvaliteto dela, povečala se je učinkovitost dela, zmanjšale so se fizične obremenitve pri delu, pa tudi delo je hitreje opravljeno. Prav zato imamo danes na trgu veliko in pestro izbiro motornih žag. Za profesionalno rabo pa se uporablja le nekaj znamk motornih žag, ki so zasnovane po sodobnih standardih, predvsem na področju ergonomije in varnosti. Po besedah delavcev sekačev Gozdnega gospodarstva Novo mesto, se najpogosteje uporablja motorne žage znamke Husqvarna, Stihl in Jonsered.



Slika3: Podiranje drevesa z motorno žago Stihl MS 361 (Foto: Gorišek B.)

### STIHL MS 361

Gre za sodobni model motorne žage, ki je opremljena z inteligentnim upravljanjem, dodelano varnostno opremo in deluje z nizkimi tresljaji pri delu. Sicer pa je dokaj robustna profesionalna motorna žaga za najvišje zahteve in ima zelo dobro razmerje med močjo in maso.



## Tehnični podatki

Preglednica 1: Tehnični podatki za motorno žago Stihl (vir: Stihl@..., 2016)

Delovna prostornina (cm <sup>3</sup> )	59,0
Moč KW	3,4
Moč KM	4,6
Masa (kg)	5,6
Razmerje med maso in močjo (kg/kw)	1,6
Nivo zvokovnega tlaka (dB[A])	101,0
Nivo zvokovne moči (dB[A])	113,0
Nivo vibracij levo/desno (m/s <sup>2</sup> )	2,9/3,6
Veriga STIHL Oilomatic Korak	3/8" 1,6
Veriga STIHL Oilomatic Tip	RSC (Rapid Super Comfort)
Nastavljiva oljna črpalka	Da
Stransko napenjanje verige	Serijsko
Dekompresijski ventil	Serijsko
STIHL ElastoStart	Serijsko
Kompenzator	Serijsko
Pokrovi rezervoarjev brez uporabe orodja	Serijsko

## HUSQVARNA 372 XP

Gre za profesionalno motorno žago v visokem srednjem razredu, ki je zasnovana za skrajne obremenitve. Ohišje motorja in motorna gred sta zelo čvrsta. Motorna žaga te znamke ima zelo učinkovit sistem za dušenje tresljajev in pred tresljaji zaščiten uplinjač. Pri Husqvarni so že pred časom uvedli zaponke za pritrjevanje pokrova, ki olajša dostop do zračnega filtra in vžigalne svečke. Kot pravi proizvajalec motorna žaga 372 XP združuje nizko maso, veliko moč in hitro pospeševanje.



Slika 4: Podiranje drevesa z motorno žago Husqvarna 372 XP (Foto: Gorišek B.)

### **Značilnosti motorne žage:**

Air Injection predstavlja centrifugalni sistem za čiščenje vsesanega zraka, kar zagotavlja mirnejši tek, manjšo obrabo in predvsem daljši interval med čiščenji zračnega filtra. Ima hitro snemljiv pokrov valja in zračnega filtra, inercialno zavoro, ki je zelo učinkovita zavora verige, saj se aktivira avtomatsko z vztrajnostnim mehanizmom. *Smart Start* motor in zaganjalna naprava sta narejena tako, da motor steče zelo hitro s čim manjšim uporom na zagonsko vrstico. Ima blažilce tresljajev *Low Vib*.

### **Tehnični podatki:**

Preglednica 2: Tehnični podatki za motorno žago Husqvarna (vir: Husqvarna @..., 2016)

Prostornina valja:	70,7 cm <sup>3</sup>
Moč:	3,9 kW
Prosti tek:	2700 o/min
Maksimalna moč pri o/min:	9600 o/min

Hod valja:	50 mm
Takt motorja:	36 mm
Vžigalni sistem:	SEM AM50
Distanca med vztrajnikom in tuljavo:	0,3 mm
Vžigalna svečka: Champion	RCJ7Y, NGK BPMR7A
Distanca med elektrodama svečke:	0,5 mm
Tip uplinjača:	HD68
Prostornina rezervoarja goriva:	0,77 l
Prostornina rezervoarja olja	: 0,4 l
Tip oljne črpalke:	Nastavljiv pretok
Zmogljivost oljne črpalke:	4–20 ml/min
Pogonski korak:	3/8"
Priporočena dolžina meča, min-max:	38–71 cm
Hitrost verige pri maks. moči:	21,4 m/s
Primerljiv nivo tresljajev (ahv , eq) sprednji / zadnji ročaj:	3,5/4 m/s <sup>2</sup>
Pritisk hrupa na uporabnikova ušesa:	103 dB(A)
Moč zvoka, zajamčena LWA:	115 dB(A)
Masa (brez rezalne garniture):	6,3 kg

#### 4.2.2 Opis strojev za sečnjo

Vsaka tehnologija pridobivanja lesa zahteva določene posebnosti in specifike. Res je, da je tehnološki razvoj včasih lahko počasen, je pa obenem tudi stalen, kar predstavlja nenehne spremembe, izboljšave in prilagoditve, da se čim bolj približajo ekonomski ustreznosti, varnosti, ergonomiji, vplivom na sestoj ter ne nazadnje tudi širšemu prostoru. Z različni dejavniki, kot so gospodarnost dela, inovacije, potrebe družbe po čim boljši kakovosti dela, se je razvilo več tehnologij. Pri strojni sečnji nastopajo stroji za:

- sečnjo in izdelavo (ang. *harvester*),
- sečnjo in spravilo (ang. *forvester* oziroma *harwarder*),
- obdelavo (ang. *procesor*),
- podiranje in zbiranje (ang. *feller-buncher*),
- kleščenje (ang. *delimber*) (Košir, 1997).

Različne izvedbe in kombinacije omogočajo sečnjo različno debelega lesa in na različnih terenskih pogojih, to je odvisno predvsem od mase stroja, dosega dvigala, podvozja ...

Stroj za sečnjo se največkrat uporablja v kombinaciji z zgibnim polprikoličarjem in z metodo kratkega lesa. Stroj za sečnjo drevo podre, ga oklesti in razžaga na določene dolžine, obenem pa sortimente zлага tako, da jih zgibni polprikoličar lahko odpelje iz gozda do rampnega prostora ob kamionski cesti. Takšna je bila tudi naša tehnologija dela, kjer smo opravljali meritve.

### STROJ ZA SEČNJO JOHN DEERE 1470D ECO III



Slika 5: Stroj za sečnjo JOHN DEERE 1470D ECO III (Foto: Gorišek B.)

Stroj, na katerem smo opravljali meritve, je znamke John Deere model 1470D. Glavna prednost tega in podobnih strojev za sečnjo je njihova velika učinkovitost in varno delovno okolje za delavca. Delavec in njegovo delovno okolje mora biti vedno na prvem mestu, zato so tudi stroji tako zgrajeni in opremljeni. Stroj je opremljen z ergonomsko oblikovano kabino, ki je klimatizirana. Delavec namreč skoraj celoten delovni čas preživi v njej, zato je pričakovana konstantna temperatura, poleti torej hlajenje in pozimi ogrevanje. Kabina je opremljena tudi z avtoradiem. Vsa kontrola nad strojem in vse delovanje je osredotočeno na kontrolne ročice in je računalniško opremljen. Ravno tako so na sedežu, ki je posebej prilagojen z naslonjali za roke, dve osnovni kontrolni ročici in stikala za dodatne funkcije,

ki jih strojnik opravlja med njegovim delom. Za delo je pomembna tudi čim boljša vidljivost, zato so na kabini velike površine stekel in veliko število delovnih luči, ki imajo halogenske žarnice z močno svetilnostjo, tako da lahko delo izvajajo tudi v slabši vidljivosti, kot je oblačnost, megla ali tema.

Bistveni del stroja za sečnjo pa je procesorska glava, ki je nameščena na hidravličnem dvigalu, ki je opremljeno s čeljustjo za prijemanje, noži za kleščenje, verižno žago za prežaganje in merilno napravo.

Strojna sečnja zaradi opremljenosti stroja in kabine predstavlja večjo varnost in lažje fizično delo. Ne smemo pa pozabiti na nekatere pomembne negativne dejavnike. Ergonomija dela ima tu veliko prednosti, vplivi na okolje, predvsem na gozdna tla, pa zaradi teže stroja povzročajo velike poškodbe. Zato je nujno prilagajati čas sečnje suhemu vremenu ali pozimi, ko so tla zaradi nizkih temperatur lahko zmrznjena. Potrebna je tudi velika odprtost gozda, saj stroj potrebuje veliko prostora, predvsem širino vlak in količino poseka. Stroj namreč ne opravlja dela le na gozdni vlaki ampak tudi izven grajenih vlak, na brezpotju.

### **Tehnični podatki:**

Preglednica 3: Tehnični podatki stroja za sečnjo JOHN DEERE 1470D ECO III (John Deere, 2016)

Masa:	17,5 t
Delovna masa max:	19,7 t
Dimenzije:	7,72 m x 2,96 m x 3,95 m
Motor:	John Deere 6090HTJ s 6 cilindri, moč 180 KW
Navor:	180 kN
Max. hitrost:	do 22 km/h
Rezervoar za gorivo:	480 l
Rezervoar za hladilni sistem:	27 l
Rezervoar za hidravlični sistem:	290 l

Delovni koti glave

Naprej, nazaj:  $\pm 11^{\circ}$

Obračalni kot:  $\pm 50^{\circ}$

Doseg glave: 8,6 m

Kontrolni sistem: PC/Windows – based Timbermatic 300



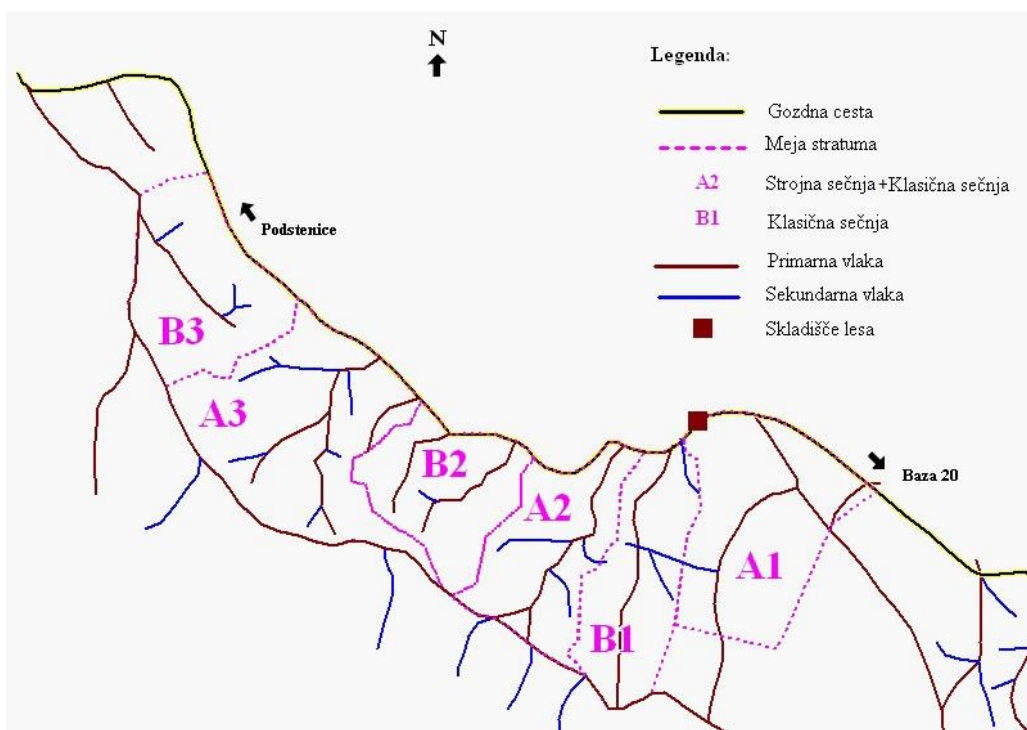
Slika 6: Procesorska glava H480 (Foto: Gorišek B.)

#### 4.3 POTEK RAZISKAVE

Terensko snemanje podatkov smo opravljali avgusta, septembra in oktobra leta 2009. V gozdnogospodarski enoti Poljane smo izbrali oddelek 43 zaradi dobre dostopnosti, zrelosti sestoja za posek in terenske možnosti uporabe tako klasične kot strojne sečnje.



Oddelek smo razdelili v šest enot ali stratumov glede na prometnice in gostoto vlak, ki se med seboj ne bi združevale v isto spravilno pot. Razdeljene površine smo razdelili na dva dela A in B, te dele pa smo med seboj razdelili na A1, A2 in A3 ter enako B1, B2 in B3. Opravili smo veliko število meritev, snemanj in popisov, zato je bilo potrebnih kar veliko članov. Tako smo lahko kvalitetno opravili vsa načrtovana dela pred začetkom izvajanja del kot tudi med potekom sečnje, ko je bilo naše delo najbolj intenzivno. Pri tem smo morali paziti da ni bilo ovirano delo izvajalca Gozdnega gospodarstva Novo mesto. V celotnem objektu naše raziskave je pred začetkom vseh del revirni gozdar opravil odkazilo, kakor je določeno v gozdnogojitvenem načrtu.



Slika 7: Pregledna karta objekta (vir: Mikec 2011)

V vsakem izmed stratumov smo opravljali drugačne meritve in snemanja, odvisno od načina sečnje in spravila. Naša diplomska naloga zajema podatke iz stratumov A2 in B1. Drevesa za posek smo označili s številko, določili drevesno vrsto, izmerili prsni premer v odstotkih določili dolžino krošnj in njen premer.

### 4.3.1 Stratum A2

Stratum A2 smo določili za kombinacijo sečnje na klasični način z motorno žago in s strojno sečnjo. Po sečnji je potekalo spravilo lesa z zgibnim polprikoličarjem. Revirni gozdar je odkazal 139 dreves, od tega 58 dreves iglavcev in 81 dreves listavcev. S tem ukrepom je jelovo-bukov sestoj uvedel v pomladitev (izvajali smo pomladitveno sečnjo).

Preglednica 4: Drevesne vrste in število odkazanih dreves v stratumu A 2

Drevesna vrsta	Št. odkazanih dreves
Smreka	57
Jelka	1
Bukev	44
Gorski javor	36
Gorski brest	1

Površina stratuma znaša 2,50 ha, skupni bruto volumen odkazanih dreves je znašal 309 m<sup>3</sup>. Povprečni premer iglavcev je bil 47 cm, za listavce pa 37 cm. Povprečni bruto volumen odkazanega drevesa iglavca je znašal 2,83 m<sup>3</sup>, za listavce pa 1,80 m<sup>3</sup>.

Kombinacija klasične in strojne sečnje je bila potrebna zaradi omejitve premera drevesa (nad 50 cm pri korenovcu), ki ga s procesorsko glavo še lahko objame. Druga omejitev pa je bila zaradi nedostopnosti, predvsem prevelik naklon terena in prevelika skalovitost. V stratumu sta delo izvajala dva sekača, zaposlena pri GG Novo mesto. Njuna naloga je bila posekati drevo v smeri sečno pravilne poti, oklestiti debelejšje veje (predvsem pri listavcih) in izvesti krojenje največkrat le prvega hloda. Sekača sta tako v tem stratumu posekala 79 dreves v kombinaciji s strojno sečnjo, 60 pa smo jih v celoti izdelali s pomočjo strojne sečnje. Po poseku je sledilo spravilo lesa z zgibnim polprikoličarjem znamke John Deere 1410 ECO III, na nedostopnih terenih pa s prilagojenim kmetijskim traktorjem znamke John Deere 6220. Predhodno smo izmerili dolžino grajenih vlak, ravno tako tudi načrtovane vlake oziroma sečno pravilne poti, na vsakih trideset metrov smo zabili pobarvan količek za lažje določevanje razdalj spravila. Izmerili smo tudi njihov naklon na več mestih in tako izračunali povprečje. Klasično sečnjo z motorno žago smo izvajali tri dni (5. 10., 6. 10. in 7. 10. 2009), strojno sečnjo pa dva dni (6. 10. in 7. 10. 2009).



### 4.3.2 Stratum B1

Stratumu B1 smo z žrebom določili klasično sečnjo z motorno žago in ta sestoj uvedli v obnovo (pomladitvena sečnja). Površina stratuma znaša 2,60 ha, kjer smo imeli 164 odkazanih dreves z bruto volumnom 356 m<sup>3</sup>, od tega je bilo 64 iglavcev in 100 listavcev.

Preglednica 5: Drevesne vrste in število odkazanih dreves v stratumu B 1

Drevesna vrsta	Št. odkazanih dreves
Smreka	63
Jelka	1
Bukev	64
Gorski javor	35
Gorski brest	1

Povprečni premer drevesa iglavcev je meril 48 cm, listavcev pa 36 cm. Povprečni bruto volumen drevesa iglavca je znašal 2,97 m<sup>3</sup>, pri listavcih pa 2,17 m<sup>3</sup>.

Klasično sečnjo smo izvajali z dvema sekačema, ki sta opravljala svoje delo 12 delovnih dni v septembru 2009. Za merjenje volumna drevesa smo s sekaškim metrom izmerili dolžino že podrtega drevesa na 10 cm natančno ter premer s kljunastim merilom na sredini podrtega drevesa na 1 cm natančno. Po opravljeni sečnji smo opravljali še meritve traktorskega spravila lesa, ki je potekalo s prilagojenim kmetijskim traktorjem znamke John Deere model 6220.

### 4.4 ČASOVNE ŠTUDIJE

Delovni čas, ki ga nek delavec opravlja, je vedno seštevek produktivnega in neproduktivnega časa. Produktivni čas sestavljajo posamezne delovne operacije oziroma postopki, ki ustvarjajo učinek pri delu, neproduktivni čas pa sestavljajo dodatni čas, pripravljajno-zaključni čas, glavni odmor ter ostali zastoji, ki so lahko posledica okvar, organizacije, potreb delavca. Časovna študija tako zajema skupni čas dela in njegove posamezne elemente.



Slika 8: Merjenje časa delovnih operacij in sortimentov (Foto: Gorišek B.)

#### **4.4.1 Izvedba časovne študije pri sečnji in izdelavi z motorno žago**

Snemanje trajanja delovnih postopkov smo merili z dvema ročnima štoparicama. Prva je merila celotni delovni čas, to je od takrat, ko je sekač stopil na delovišče pa vse do takrat, ko ga je zapustil. Druga pa čas, ki ga je sekač porabil za popolno izdelavo enega drevesa, ter čas posameznih delovnih operacij, ki ji je sekač izvedel pri svojem delu.

Za enega sekača smo potrebovali dva merilca, prvi je snemal trajanje posameznih operacij, drugi pa je podatke zapisoval v snemalni list, ki ga dodajamo v prilogi (priloga C).

#### **4.4.2 Izvedba časovne študije pri sečnji in izdelavi s strojem za sečnjo**

Delovne operacije smo snemali s pomočjo ročne štoparice, pri tem je bil potreben merilec, ki je bil poleg strojnika prisoten v kabini stroja za strojno sečnjo, in sicer zaradi varnosti merilca ter pregleda nad dogajanjem in delom. Merilec v kabini je sam snemal celotni delovni čas, to je od vstopa v stroj pa do njegovega izstopa ob koncu delovnega dneva, snemal pa je tudi čas za izdelavo enega drevesa in tudi posamezne delovne operacije. Merilec je zapisoval pridobljene podatke v snemalni list, ki je v prilogi.

#### 4.4.3 Opis delovnih postopkov pri sečnji in izdelavi z motorno žago

##### Produktivni čas

**Prehod:** delovni postopek, ki zajema čas od začetka dela ali od že izdelanega drevesa, zajema prehod do drevesa, ki je označeno za posek, in traja do odložitve delovnega orodja pri iskanemu drevesu.

**Pripravljalna dela:** snemanje časa pripravljajalnih del se začne, ko sekač svoje delovno orodje postavi na varno mesto. Poleg tega zajemajo pripravljajalna dela še čiščenje okolice drevesa, to je odstranitev polnilnega sloja, vej in kamenja, določitev težišča drevesa ter iskanje varnega umika ob padcu drevesa.

**Izdelava zaseka:** začne se takrat, ko delavec pristopi do drevesa in določi kraj zaseka, ki predstavlja smer padca, konča pa se, ko je zasek izdelan.

**Podžaganje:** ta operacija se začne, ko delavec zarezne z motorno žago v deblo in začne z oblikovanjem ščetine, medtem delavec prežaga vsa lesna vlakna, razen ščetine in pete, če je ta potrebna, konča pa se takrat, ko odloži motorno žago z namenom vstavljanja klinov za naganjanje drevesa.

**Klinjenje in naganjanje:** po končanem podžaganju sekač vstavi klin in takrat se ta delovni postopek začne. Naganjanje sekač izvede s pomočjo sekire, konča se s padcem drevesa ali z nadaljevanjem podžaganja.

**Obdelava korenovca in panja:** navadno se izvaja, ko je drevo že podrto in leži na tleh, če je drevo večjih dimenzij, se korenovec lahko obdela že na stoječem drevesu.

**Kleščanje:** sekač z motorno žago odstranjuje veje na že podrtem drevesu, začne se z žaganjem prve veje, konča se s krojenjem.

**Krojenje in prežaganje:** krojenje se začne z dolžinskim merjenjem pri iglavcih ter z označitvijo mesta prereza. Krojenju sledi prežaganje sortimenta.

**Obračanje sortimentov:** ker so veje na vseh straneh debla, so na spodnji strani debla nedostopne za kleščenje, zato sekač z obračalko obrne drevo in tako omogoči kleščenje tudi prej nedostopnih vej.

**Sproščanje obviselega drevesa:** ta delovni postopek se začne, če drevo ne pade na tla, pač pa obvisi na drugem drevesu. Zato sem spada več možnih postopkov dela. Sekač si lahko pomaga z obračalko, z dodatnim podžaganjem ali prežaganjem ščetine ter s spodnašanjem obviselega drevesa. Kadar imamo na voljo traktor, je najvarneje drevo sprostiti s pomočjo vitla. Postopek traja do padca obviselega drevesa na tla.

**Vzdrževanje gozdnega reda:** pri sečnji iglavcev zajema gozdni red pobiranje in zlaganje vej na kupe ter beljenje panjev, pri sečnji listavcev pa je treba veje umakniti s pravih poti.

#### Neproductivni čas

**Pripravljalno-zaključni čas:** začne se, ko sekač vstopi na delovišče. Sem spadajo različna dela: pripravljanje motorne žage, brušenje verige, dolivanje maziva in goriva ... Konča se takrat, ko začne sekač z delovnim postopkom prehoda.

**Neproductivni čas zaradi stroja:** zajema čas med delom, ko je potrebno dodatno vzdrževanje motorne žage z brušenjem ali menjavo verige, obračanje meča oziroma letve, čiščenje filtra, reševanje stisnjene letve motorne žage in največkrat tudi dolivanje goriva in maziva.

**Neproductivni čas zaradi organizacije:** gre za čas, ki je bil porabljen za dogovarjanje med delavci – traktorist in sekač ter pogovor z delovodjo. V to kategorijo smo vključili tudi vse zastoje zaradi iskanja orodja, pregled sečišča in pomoč sodelavcem.

**Neproductivni čas zaradi delavca:** predstavlja čas, ki ga je delavec porabil za fiziološke potrebe, preoblačenje in krajši oddihi.

**Glavni odmor:** predstavlja čas, ki si ga sekač vzame za daljši oddih in malico.

**Zastoj zaradi meritev:** ta čas je nastal zaradi zagotavljanja varnosti merilcev, zaradi dodatnih pojasnil in vprašanj, ki so nastala pri snemanju.

#### 4.4.4 Opis delovnih postopkov pri sečnji

##### Produktivni čas

**Vožnja do delovišča:** je čas, ki se začne z vožnjo po kamionski cesti do delovišča in do začetka vožnje po sečnih poteh.

**Vožnja po delovišču:** sem sodi čas, ki ga stroj potrebuje za vožnjo po sečnih poteh.

**Premik med stojišči:** delovni postopek se začne s premikom od končanega predhodnega obdelanega drevesa do naslednjega odkazanega drevesa.

**Nameščanje stroja:** ko se kolesa stroja za strojno sečnjo ustavijo, se konča vožnja po delovišču ali premik med stojišči, začne se nameščanje stroja in traja do premika dvigala.

**Iztegovanje dvigala:** pri iztegovanju dvigala snemamo čas, ki se začne s premikom kontrolne ročice dvigala do ustavitve dvigala pri odkazanem drevesu.

**Nameščanje glave:** poteka od trenutka ko se procesorska glava umiri in konča, ko odkazano drevo objame s potisnimi valji in z noži za kleščenje.

**Podiranje drevesa:** delovna operacija se začne, ko je drevo že objeto in začne z hidravlično verižno žago podžagovati, in traja do padca drevesa v vodoravni položaj, kakor določi strojnik.

**Izdelava sortimentov:** ta delovni postopek se začne, ko potisni valji začnejo premikati drevo in obenem z noži za kleščenje klestiti oziroma lomiti veje. V ta postopek spada tudi prežagovanje.

**Prekladanje sortimentov:** sem sodi vsako premikanje in približevanje sortimentov sečno-spravilni poti.

**Gozdni red:** veje iglavcev strojnik klesti pred strojem, navadno tam, kjer poteka sečna pot ali vlaka, zato dodatno zlaganje vej ni potrebno, vrhače in debelejše veje pa večkrat razžaga. Postopek je končan, ko so sečni ostanki na sečno spravilni poti ali vlaki.

V produktivni čas smo zaradi terenskih razmer in lažjega izvajanja del vključili v snemalni list še: **Pomoč sekača – prežagovanje listavcev, kleščenje debelejših vej.**

#### Neproduktivni čas

**Pripravljalno-zaključni čas:** strojnik je v tem času prišel na delovišče, pregledal stroj in opravil manjša vzdrževalna dela; po končanem delovnem dnevu je ponovno opravil pregled stroja.

**Neproduktivni čas zaradi stroja:** je čas med delom, ko je bilo potrebno dodatno vzdrževanje predvsem procesorske glave. Strojnik je moral večkrat ponovno namestiti izpadlo verigo ali jo celo zamenjati, odstraniti je bilo treba tudi veje, ki so se zataknille med nože in potisne valje. V ta čas smo šteli tudi popravilo klimatske naprave in hidravličnih cevi na procesorski glavi; popravilo je opravil serviser.

**Neproduktivni čas zaradi organizacije:** predstavlja čas, ki je bil porabljen za pogovor z delovodjo.

**Neproduktivni čas zaradi delavca:** to je čas, ki ga je delavec porabil za fiziološke potrebe in telefonske pogovore.

**Glavni odmor:** ta vzrok zastoja je predviden enkrat na dan, približno na sredini delovnega dneva, ki si ga vsak delavec vzame za daljši oddih in malico.

**Zastoj zaradi meritev:** ta čas navadno nastane zaradi dogovarjanja med strojnikom in merilcem. V našem primeru takega zastoja nismo imeli.



Slika 9: Stroj za sečnjo v mirovanju (Foto: Gorišek B.)

#### 4.4.5 Obdelava podatkov

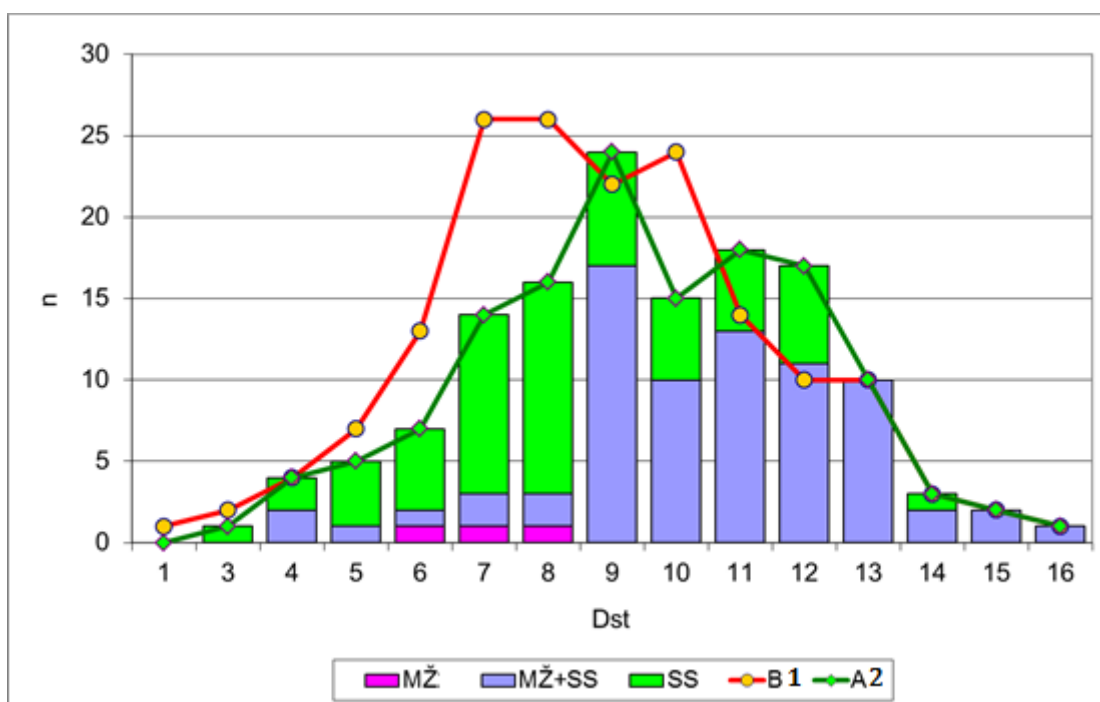
Vpisovanje podatkov v snemalne liste smo opravljali sproti, beležili smo vsako delovno operacijo pri klasični in strojni sečnji, čas trajanja in vse meritve, ki smo jih predhodno določili. Vse podatke smo nato vnesli v računalniški program Microsoft Excel, kjer smo uredili bazo podatkov, ločeno za vsak način sečnje posebej.

## 5 REZULTATI

### 5.1 OPIS TERENSKEGA DELA

Terensko delo in potek meritev smo opravljali v novomeškem Rogu . Oddelek smo razdelili v šest enot ali stratumov oziroma objektov. Razdeljene površine smo razdelili na dva dela A in B, te dele pa smo med seboj razdelili na A1, A2 in A3 ter enako B1, B2 in B3. Za sečnjo z motorno žago smo opravljali meritve 11 dni, za strojno sečnjo pa dva dni. Osnovo za izračun normativov smo vzeli iz uradnega lista, povemo lahko, da normativi za primerjane skupine temeljijo na različnih kazalcih: glede na premer drevesa (klasična sečnja) in glede na obseg drevesa pri strojni sečnji.

### 5.2 OPIS UPORABLJENIH TEHNOLOGIJ IN ODKAZANIH DREVES



Slika 10: Pregled uporabljene tehnologije dela po debelinskih stopnjah in debelinskih stopenj po objektih.

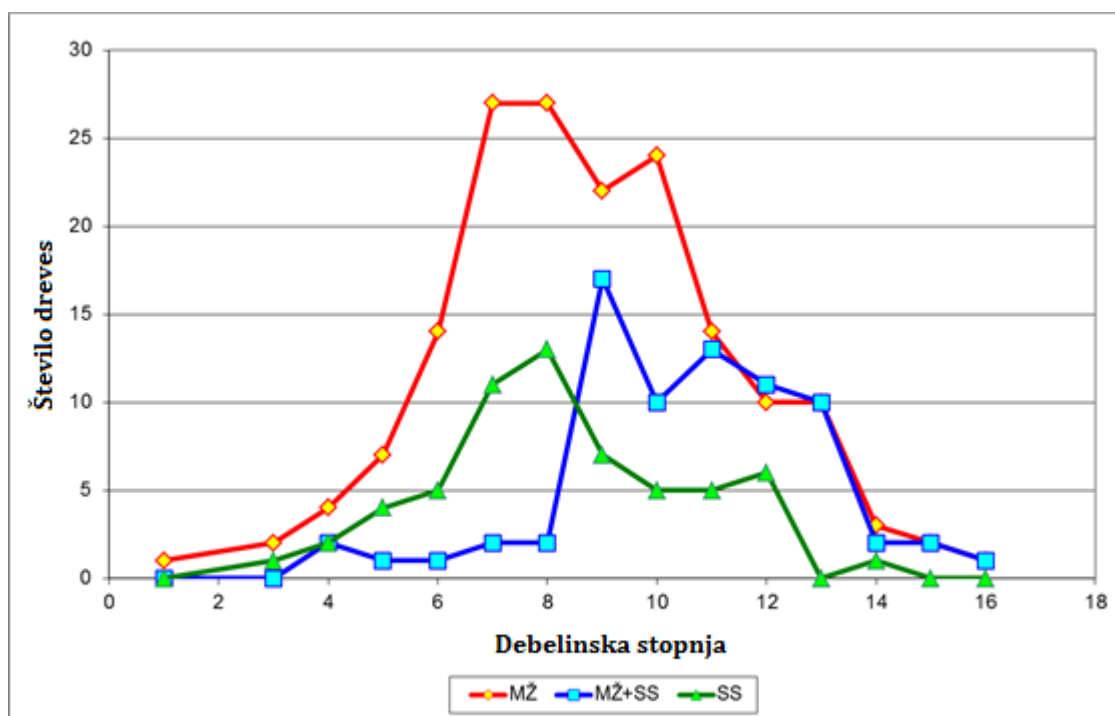


V izbranem stratumu A2 smo opravili sečnjo 138 dreves (enot), od tega smo pri 3 delo opravili z motorno žago, pri 30 drevesih smo kombinirali motorno žago in strojno sečnjo, pri 60 drevesih pa smo uporabili strojno sečnjo.

V stratumu B1 pa smo pri 165 drevesih delo opravili z motorno žago. Kombinirano tehniko MŽ + SS smo uporabili pri tistih drevesih, ki jih stroj za sečnjo ni mogel doseči zaradi terenskih razmer in zaradi prevelike debeline dreves.

S slike 10 je razvidno, da je v stratumu A prevladovala strojna sečnja v debelinskih stopnjah od 3. do 8., z višanjem debelinske stopnje pa se je njen delež manjšal. Tu je primat prevzela kombinacija obeh tehnologij.

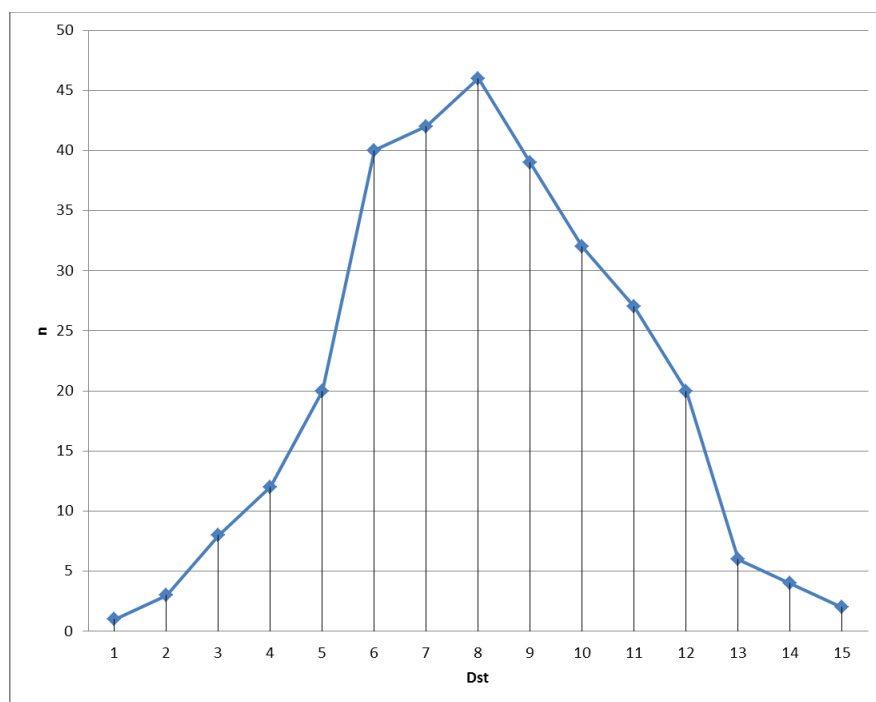
V stratumu B je potekala le sečnja z motorno žago.



Slika 11: Število dreves po debelinskih stopnjah glede na uporabljeno tehnologijo

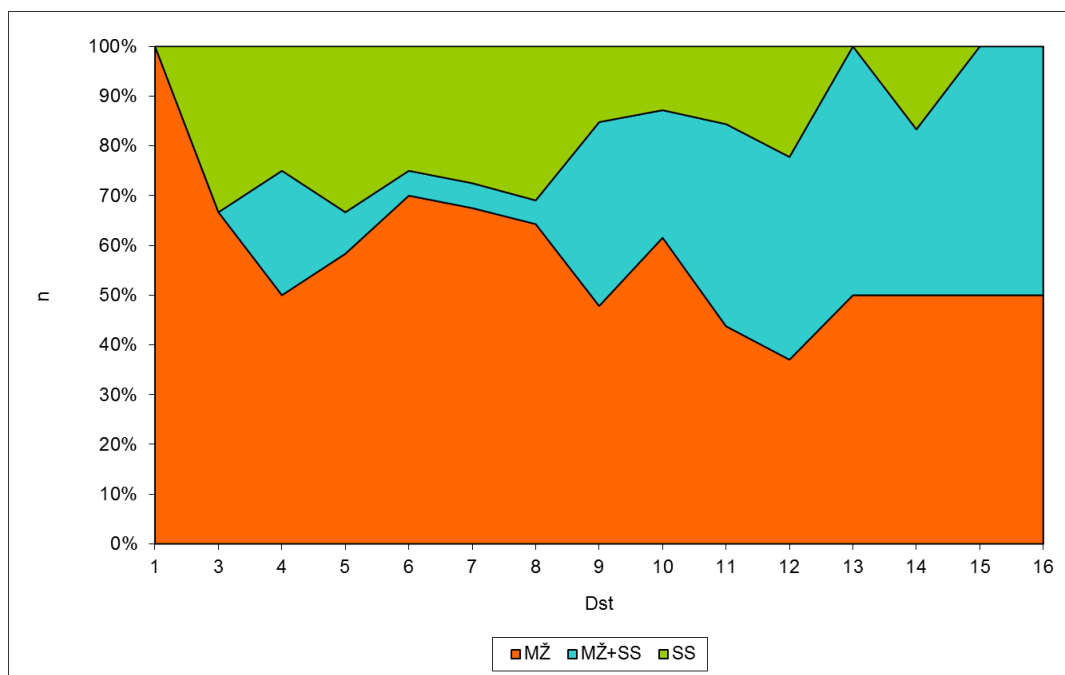
Slika 11 kaže frekvenčno porazdelitev vseh izdelanih dreves po debelinskih stopnjah. V celotnem vzorcu je bilo največ dreves (168) izdelanih z motorno žago, 74 s kombinacijo

motorne žage in strojne sečnje, s strojno sečnjo pa je bilo izdelanih 60 dreves. Pri izdelavi z motorno žago je kulminacija med 7. in 10. debelinsko stopnjo, kombinacija uporabljenih tehnologij pa je največ dreves zajela v 9. debelinski stopnji, izdelava s strojno sečnjo pa v 8. debelinski stopnji.



Slika 12: Število izdelanih dreves po debelinskih stopnjah

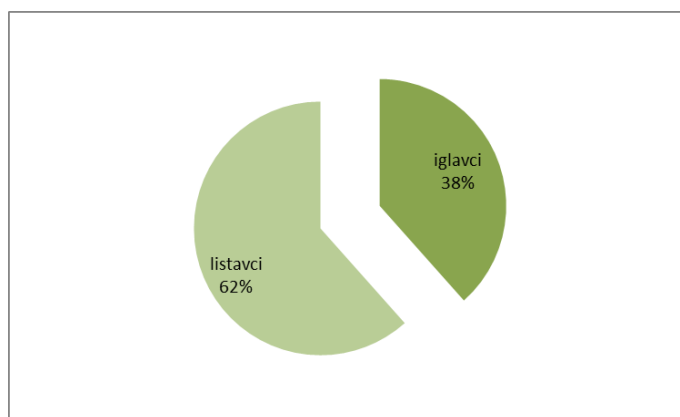
Opazimo, da slika izdelanih dreves po debelinskih stopnjah ima največji delež dreves v 8. debelinski stopnji, v debelinskih stopnjah od 6. do 10. je zajetih 187 enot (61,9 %). Povprečna debelinska stopnja znaša 9,1., standardni odklon pa 2,6.



Slika 13: Uporabljene tehnologije po debelinskih stopnjah v odstotkih

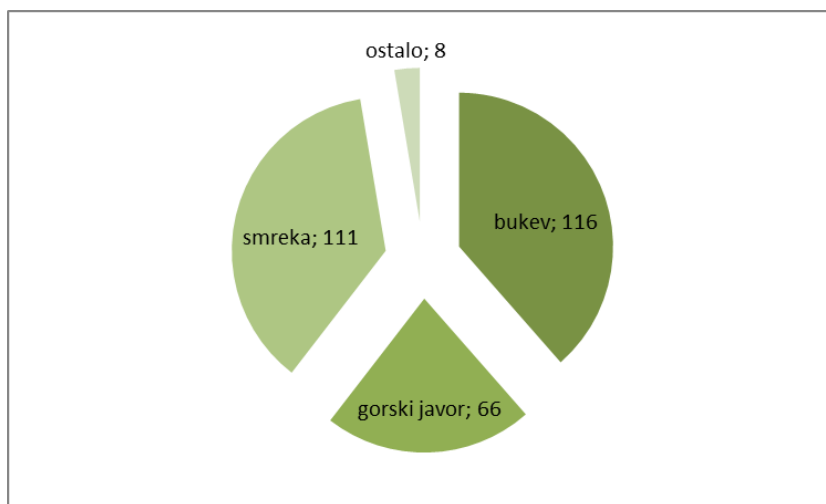
Pregled uporabljene tehnologije po debelinskih stopnjah v odstotkih potrjuje prevlado izdelave dreves z motorno žago v vseh debelinskih stopnjah, strojna sečnja pa ima največ dreves v debelinskih stopnjah med 3. in 8., kombinacija tehnologij pa v debelinskih stopnjah od 11. do 16.

### 5.3 STRUKTURA IZDELANEGA DREVJA



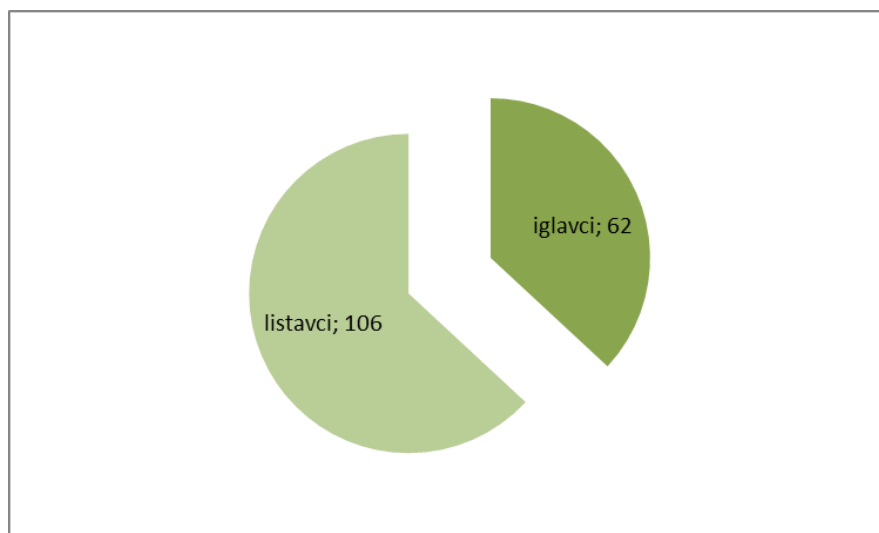
Slika 14: Struktura izdelanih dreves iglavcev in listavcev

V stratumih A in B prevladujejo listavci z 62 % deležem, iglavcev je 38 %.



Slika 15: Struktura izdelanega drevja po drevesnih vrstah

Med drevesnimi vrstami izdelanega drevja v glavnem srečamo le tri drevesne vrste, prevladujeta bukev z 38,5 % in smreka s 36,9 %.



Slika 16: Struktura izdelanega drevja z motorno žago med iglavci in listavci

Z motorno žago je bilo izdelanih 106 dreves (62,2 %) listavcev in 62 dreves (37,8 %) iglavcev. S kombinirano tehnologijo je bilo izdelanih 42 dreves (56,8 %) listavcev in 32 dreves (43,2 %) iglavcev. S strojno sečnjo je bilo izdelanih 38 dreves (63,3 %) listavcev in 22 dreves (26,7 %) iglavcev.

#### 5.4 PROSTORNINA IZDELANEGA DREVJA

Preglednica 6: Neto prostornina izdelanega drevja v m<sup>3</sup> po stratumih in uporabljenih tehnologijah

Stratum	MŽ		MŽ skupaj	MŽ+SS		MŽ+SS skupaj	SS		SS skupaj	Skupaj
	Igl	Lst		Igl	Lst		Igl	Lst		
A MŽ+SS		3,02	3,02	104,00	92,56	196,56	47,76	45,14	92,89	292,48
B MŽ	162,39	144,89	307,28							307,28
<b>Skupaj</b>	<b>162,39</b>	<b>147,92</b>	<b>310,31</b>	<b>104,00</b>	<b>92,56</b>	<b>196,56</b>	<b>47,76</b>	<b>45,14</b>	<b>92,89</b>	<b>599,77</b>

Neto prostornina izdelanega drevja v objektu A znaša 292,48 m<sup>3</sup>, v objektu B pa 307,28 m<sup>3</sup>, skupaj 599,77 m<sup>3</sup>. Iglavcev je bilo 314,15 m<sup>3</sup> (52,4 %) in 285,61 m<sup>3</sup> listavcev (47,6 %). Z motorno žago je bilo izdelanih 310,31 m<sup>3</sup> (51,7 %), s kombinacijo tehnologij 196,56 m<sup>3</sup> (32,8 %), s strojno sečnjo pa 92,98 m<sup>3</sup> (15,5 %).

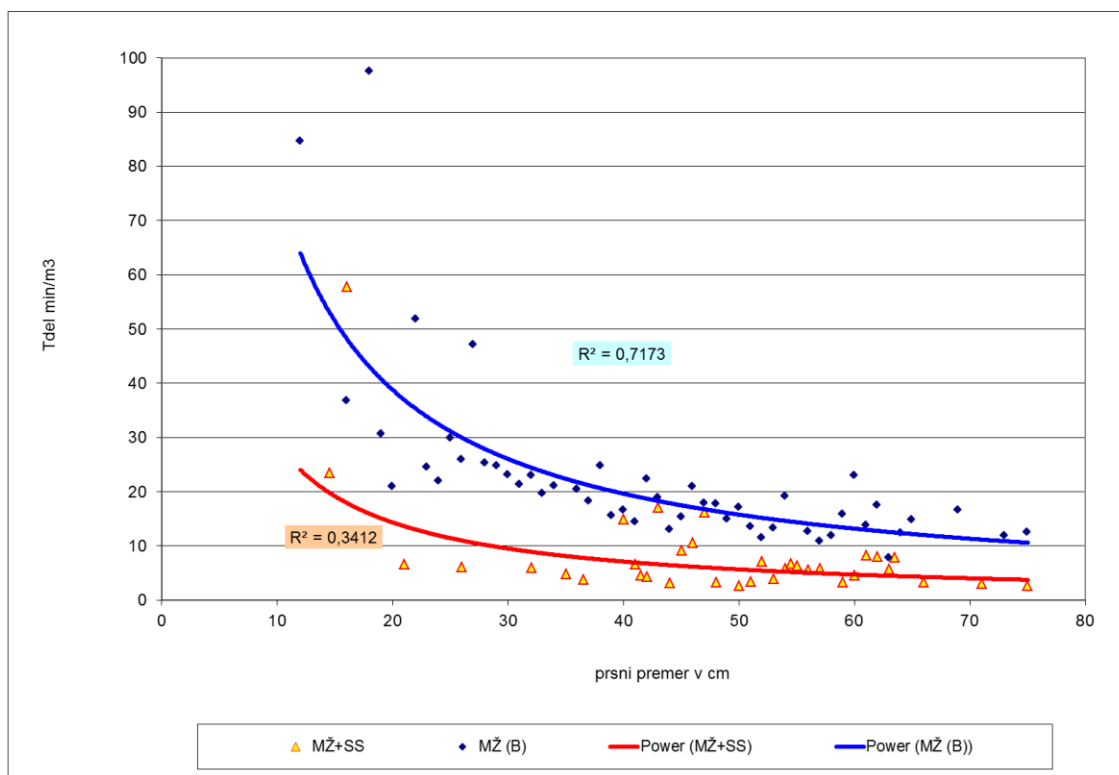
Preglednica 7: Povprečna neto prostornina izdelanega drevja v m<sup>3</sup> po stratumih in uporabljenih tehnologijah

Stratum	MŽ		MŽ skupaj	MŽ+SS		MŽ+SS skupaj	SS		SS skupaj	Skupaj
	Igl	Lst		Igl	Lst		Igl	Lst		
A (MŽ+SS)		1,01	1,01	3,25	2,20	2,66	2,17	1,19	1,55	2,13
B (MŽ)	2,62	1,41	1,86							1,86
<b>Skupaj</b>	<b>2,62</b>	<b>1,40</b>	<b>1,85</b>	<b>3,25</b>	<b>2,20</b>	<b>2,66</b>	<b>2,17</b>	<b>1,19</b>	<b>1,55</b>	<b>1,99</b>

Povprečna neto prostornina izdelanega drevesa znaša 1,99 m<sup>3</sup>, izdelanih le z motorno žago 1,85 m<sup>3</sup>, s kombinirano tehnologijo 2,66 m<sup>3</sup>, le s strojno sečnjo pa 1,55 m<sup>3</sup>. Povprečna neto prostornina v objektu A je bila 2,13 m<sup>3</sup>, v objektu B pa 1,86 m<sup>3</sup>.

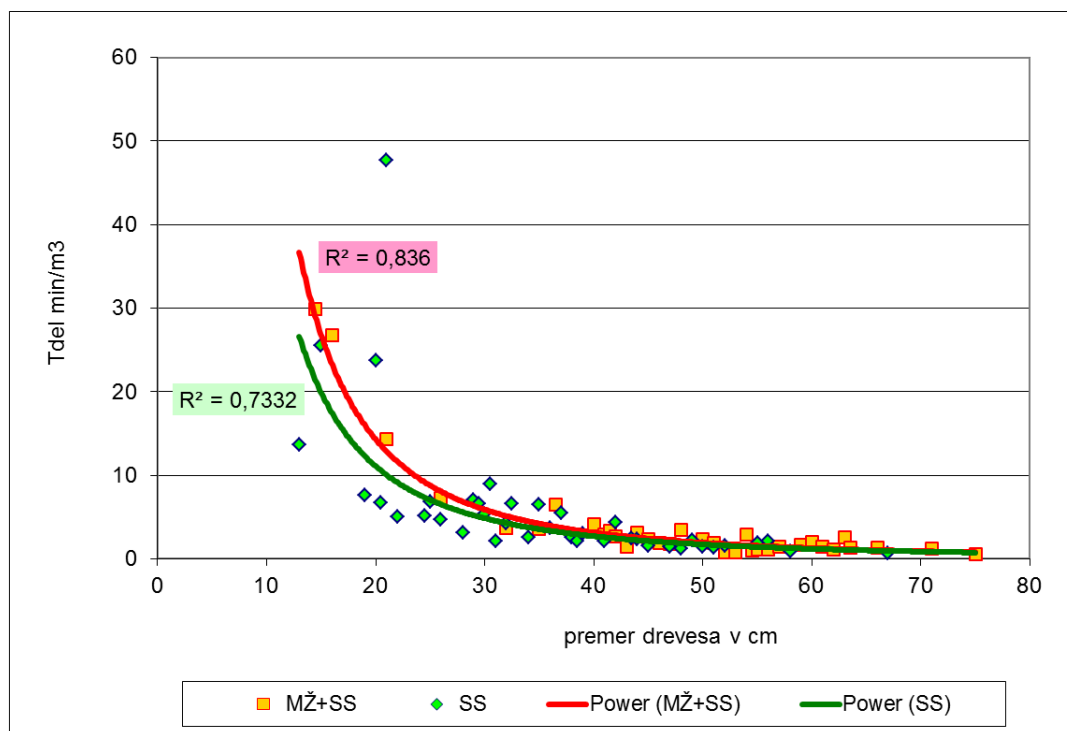
## 5.5 DELOVNI ČASI

Primerjava produktivnih časov je narejena z grafi in vrisano prilagoditveno funkcijo. Ob prilagoditveni funkciji je vpisan koeficient  $R^2$ .



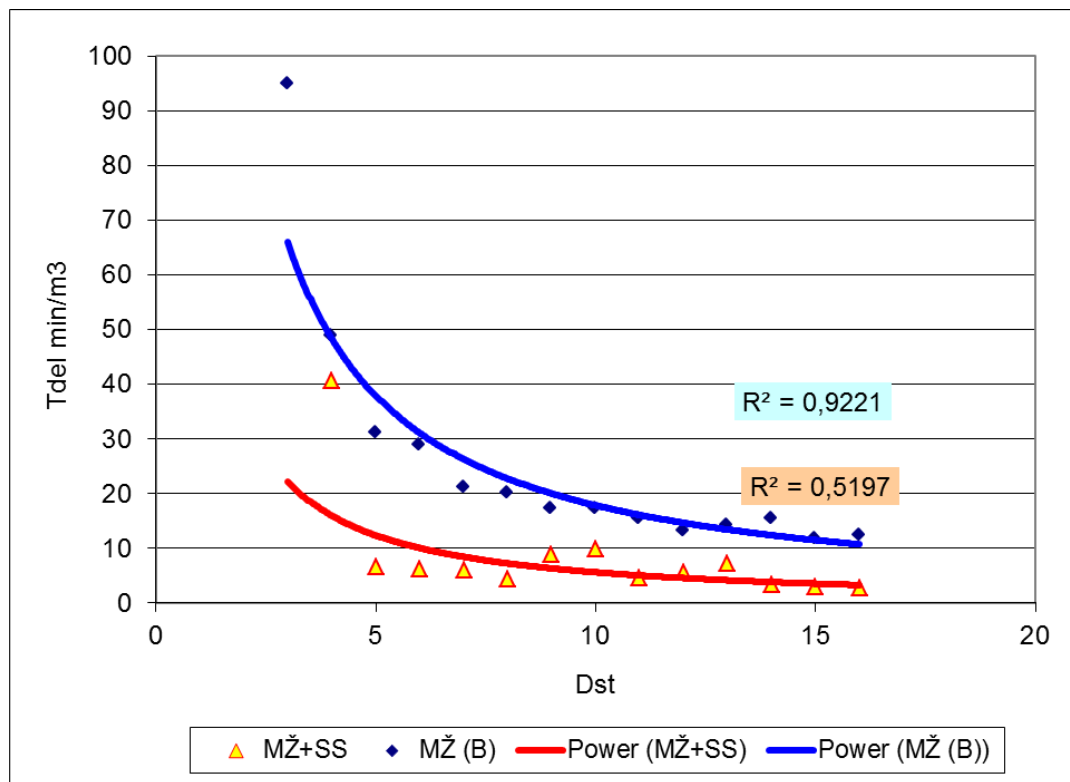
Slika 17: Posneti časi pri delu z motorno žago v odvisnosti od prsnega premera

Pri manjših drevesnih premerih je delovni čas na  $m^3$  znatno v prid strojni sečnji, pri velikih premerih je ta razlika manjša. Zanimivo pa je, da je razmerje delovnih časov (MŽ+SS : MŽ) pri majhnih in velikih premerih precej konstantno. Giblje se od 1 : 2,7 za najmanjše premere do 1 : 2,81 za največje premere dreves.



Slika 18: Delovni časi stroja za strojno sečnjo glede na prsni premer

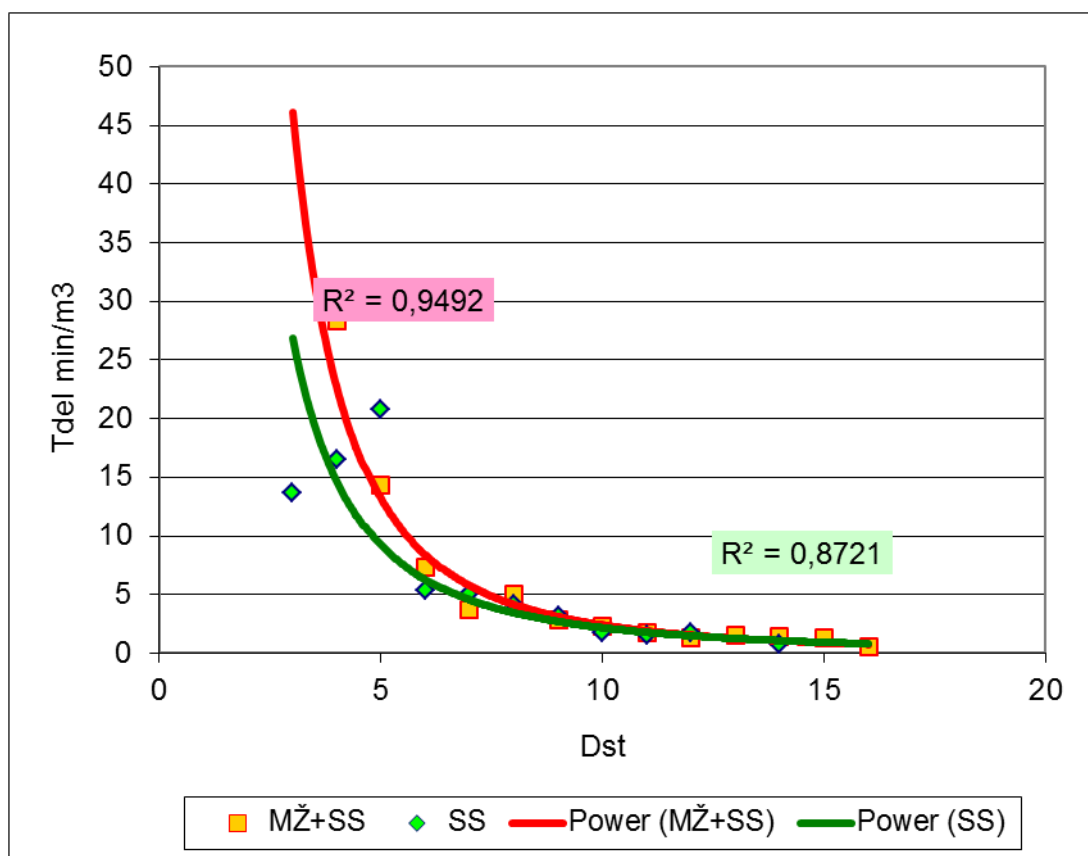
Pri manjših drevesnih premerih je delovni čas na  $m^3$  v prid strojni sečnji, pri velikih premerih skoraj ni razlike. Pri tem opazimo, da je razmerje delovnih časov (SS : MŽ+SS) pri majhnih in velikih premerih precej konstantno, če upoštevamo prilagoditveni funkciji. Giblje se od 1 : 1,29 za najmanjše premere do 1 : 1,04 za največje premere dreves.



Slika 19: Delovni časi motorne žage glede na debelinsko stopnjo.

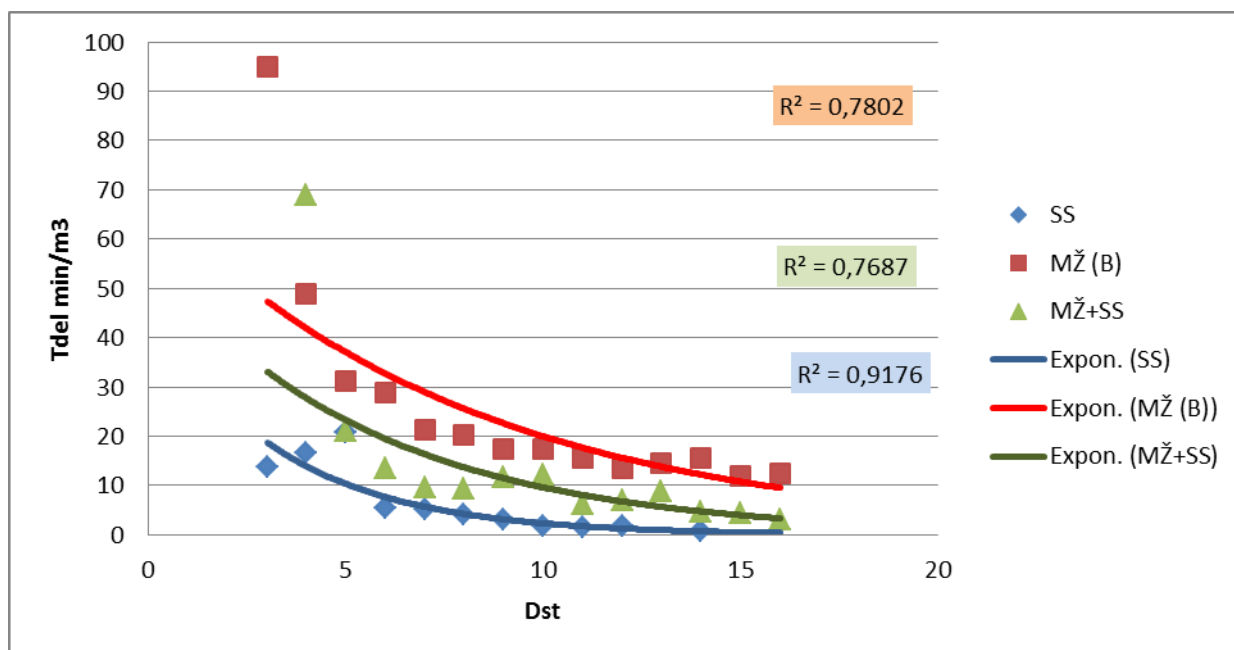
Delovni časi motorne žage se pri nižjih debelinskih stopnjah bolj razlikujejo kot pri višjih debelinskih stopnjah. Prilagoditvena funkcija je v primeru uporabe pri kombinirani sečnji manj zanesljiva kot v primeru klasične sečnje. Gre za padajoče funkcije, kar pomeni, da se delovni čas v  $\text{min/m}^3$  z višanjem debelinske stopnje eksponentno zmanjšuje.





Slika 20: Delovni časi stroja za strojno sečnjo glede na debelinsko stopnjo.

Razlike med delovnimi časi stroja pri kombinirani sečnji in pri strojni sečnji se manj razlikujejo kot v prejšnjem primeru. Obe prilagoditveni funkciji sta zelo podobni in padajoči. Razlike v delovnih časih padajo z višanjem debelinske stopnje. Delovni čas v  $\text{min/m}^3$  se z višanjem debelinske stopnje eksponentno zmanjšuje.



Slika 21: Skupni delovni časi na m<sup>3</sup> po debelinskih stopnjah

Pregled skupnih delovnih časov v minutah na m<sup>3</sup> po debelinskih stopnjah nam kaže, da v vseh primerih delo najhitreje opravi stroj za strojno sečnjo, več časa je potrebna pri kombinirani izdelavi drevja, največ pa pri klasičnem delu z motorno žago. Največ izdelanih dreves je bilo od 6. do 10. debelinske stopnje. Razmerje delovnih časov v minutah na m<sup>3</sup> po teh debelinskih stopnjah nam kaže Preglednica 5.

Preglednica 8: Razmerja skupnih delovnih časov na m<sup>3</sup>

D. st	Razmerje SS : MŽ+SS : MŽ
5	1 : 1,01 : 1,5
6	1 : 2,5 : 5,4
7	1 : 1,9 : 4,2
8	1 : 2,2 : 4,81
9	1 : 3,7 : 5,5
10	1 : 6,9 : 9,9
11	1 : 4,24 : 10,49

## 5.6 RAZPOREDITEV DELOVNEGA ČASA

Posneti čas je treba preračunati na delovni čas. Koeficient med preračunanim delovnim časom in posnetim časom je za sekača 0,1094, za kombinirano tehnologijo 0,2735 in za strojno sečnjo 1,302.

Preglednica 9: Razporeditev delovnega časa za MŽ

Stratum	Vrsta	Delovni čas		Relativni delež v %
		Absolutno v min		
		Posneti čas	Delovni čas	
A (MŽ+SS)	Produktivni čas	39,47	4,32	73,22 %
	Neproduktivni čas	14,43	1,58	26,78 %
	Skupaj	53,90	5,89	100,00 %
<b>B (MŽ)</b>				
B (MŽ)	Produktivni čas	3088,15	337,74	71,24 %
	Neproduktivni čas	1246,83	136,36	28,76 %
	Skupaj	4334,98	474,11	100,00 %
<b>A+B</b>				
A+B	Produktivni čas	3127,62	342,06	71,26 %
	Neproduktivni čas	1261,27	137,94	28,74 %
	Skupaj	4388,88	480,00	100,00 %

Pri izdelovanju dreves z motorno žago je visok delež produktivnega časa, kar 71,24 %. Pripisemo ga lahko izkušnosti in izjemni izurjenosti delavca – sekača in tipu delovišča, ki omogoča večje učinke. Ob tem je treba poudariti, da so visoki učinki lahko hkrati tudi povod za številne nesreče pri delu, predvsem pa pomenijo dolgoročno tveganje za zdravje sekača.

Preglednica 10: Razporeditev delovnega časa za MŽ + SS

Stratum	Vrsta	Delovni čas		Relativni delež v %
		Absolutno v min		
		Posneti čas	Delovni čas	
A (MŽ+SS)	Produktivni čas	733,05	200,52	57,65 %
	Neproduktivni čas	538,55	147,31	42,35 %
	Skupaj	1271,60	347,83	100,00 %
A (SS)	Produktivni čas	276,15	75,54	57,15 %
	Neproduktivni čas	207,04	56,63	42,85 %
	Skupaj	483,19	132,17	100,00 %
Skupaj A(SS)	Produktivni čas	1009,20	276,05	57,51 %
	Neproduktivni čas	745,59	203,95	42,49 %
	Skupaj	1754,79	480	100,00 %

Kombinacija tehnologij, ki je bila uporabljena v tem primeru, ima skromen delež (57,65 %) produktivnega časa. Pripisati ga je mogoče napačni presoji o uporabljeni kombinaciji, neizkušenosti strojnika, zastojev zaradi upoštevanj določil varstva pri delu. Znano je, da je kombinacija tehnologij, kjer je le-ta upravičena, organizirana tako, da najprej opravijo svoje delo sekači, potem delo v objektu dokončamo s strojem.

Preglednica 11: Razporeditev delovnega časa za SS

Stratum	Vrsta	Delovni čas		Relativni delež v %
		Absolutno v min		
		Posneti čas	Delovni čas	
A (SS)	Produktivni čas	207,88	270,72	56,40 %
	Neproduktivni čas	160,71	209,28	43,60 %
	Skupaj	368,59	480,00	100,00 %

Majhen delež produktivnega časa (56,4 %) pri strojni sečnji je mogoče pripisati neizkušenosti strojnika, neprimernosti delovišča za strojno sečnjo: previsoke debelinske stopnje za ekonomično strojno sečnjo, neprimerna mešanost sestoja – premajhen delež

iglavcev (priporočeno nad 70 %, v stratumu A pri strojni sečnji pa le 47,4 %), premajhna intenziteta odkazila zaradi pomladitvene sečnje, kraški teren z visoko skalovitostjo in velikimi nakloni, ki ovirajo nemoteno gibanje stroja.

Koeficient neproduktivnega časa je pomemben za normiranje. Dobimo ga z meritvami in ga moramo priznati delavcu. Izračuna se po formuli

$$Fn = 1 + \frac{Tn_{prerač}}{Tp_{prerač}}$$

$Tn_{prerač}$  – preračunani neproduktivni čas

$Td_{prerač}$  – preračunani produktivni čas

Za delo z motorno žago v našem primeru znaša 1,47, za strojno sečnjo pa 1,83.

## 6 ZAKLJUČKI

S časovno analizo učinkov različnih vrst sečnje v sestoju, kjer prevladujejo listavci, smo želeli primerjati tehnologijo strojne sečnje z dosedanjo tehnologijo sečnje in izdelave z motorno žago in kombinirano tehnologijo. Namen naloge je bil pridobiti informacije o smiselnosti uporabe strojne sečnje na kraškem terenu v starejših mešanih in pomlajenih sestojih novomeškega dela Kočevskega Roga. Na ta način smo želeli dobiti informacije o učinkih sečnje po posameznih tehnologijah v  $\text{min}/\text{m}^3$  ter opraviti analizo strukture delovnega časa za posamezno uporabljeno tehnologijo. Namen raziskave je bil potrditi ali zavrniti hipotezo o smiselnosti uporabe kombinacije sečnje z motorno žago in s strojem za strojno sečnjo, saj so dosedanje izkušnje s strojno sečnjo listavcev v tako specifičnih kraških terenskih razmerah in v pomlajenih bukovih sestojih majhne.

Med drevesnimi vrstami izdelanega drevja v našem primeru srečamo le tri drevesne vrste, prevladujeta bukev z 38,5 % in smreka s 36,9 %. Z motorno žago je bilo izdelanih 106 dreves (62,2 %) listavcev in 62 dreves (37,8 %) iglavcev. S kombinirano tehnologijo je bilo izdelanih 42 dreves (56,8 %) listavcev in 32 dreves (43,2 %) iglavcev. S strojno sečnjo je bilo izdelanih 38 dreves (63,3 %) listavcev in 22 dreves (26,7 %) iglavcev.

Neto prostornina izdelanega drevja je v stratumu A 2 znašala  $292,48 \text{ m}^3$ , v stratumu B 1 pa  $307,28 \text{ m}^3$ , skupaj  $599,77 \text{ m}^3$ . Tako je bilo  $314,15 \text{ m}^3$  iglavcev (52,4 %) in  $285,61 \text{ m}^3$  listavcev (47,6 %). Z motorno žago je bilo izdelanega  $310,31 \text{ m}^3$  lesa (51,7 %), s kombinacijo tehnologij  $196,56 \text{ m}^3$  (32,8 %), s strojno sečnjo pa  $92,98 \text{ m}^3$  (15,5 %).

Povprečna neto prostornina vseh posekanih dreves je znašala  $1,99 \text{ m}^3$ , izdelanih z motorno žago  $1,85 \text{ m}^3$ , s kombinirano tehnologijo  $2,66 \text{ m}^3$ , le s strojno sečnjo pa  $1,55 \text{ m}^3$ . Povprečna neto prostornina v stratumu A 2 je bila  $2,13 \text{ m}^3$ , v B 1 pa  $1,86 \text{ m}^3$ .

Pregled skupnih delovnih časov (v  $\text{min}/\text{m}^3$ ) kaže, da v vseh primerih delo najhitreje opravi stroj za strojno sečnjo, nekaj več časa je potrebnega pri kombinirani izdelavi drevja, največ

pa pri klasičnem delu z motorno žago. Razlike v delovnih časih se z debelinsko stopnjo manjšajo.

Pri manjših drevesnih premerih je delovni čas na  $m^3$  v prid strojni sečnji, blizu ji je kombinirana tehnologija, klasična sečnja pa zahteva več časa. Pri velikih premerih je razlika med tehnologijami precej manjša.

Pregled skupnih delovnih časov v minutah na  $m^3$  po debelinskih stopnjah kaže, da v vseh primerih delo najhitreje opravi stroj za sečnjo, več časa je potrebnega pri kombinirani izdelavi drevja, največ pri klasičnem delu z motorno žago.

Analiza delovnega časa kaže, da je pri izdelovanju dreves z motorno žago visok delež produktivnega časa, kar 71,22 %. Pripisemo ga lahko izjemni izurjenosti sekača. Vemo pa, da visok delež produktivnega časa pomeni tveganje za zdravje delavca. Kombinacija tehnologij ima skromen delež (57,65 %) produktivnega časa. Majhen delež produktivnega časa (56,4 %) dosega tudi strojna sečnja.

Z analiziranih vidikov lahko podvomimo v učinkovitost in ekonomičnost strojne sečnje na kraškem terenu. Zagotovo je nizek delež produktivnega časa mogoče pripisati neizkušenosti strojnika in neprimernosti delovišča za strojno sečnjo: predebela drevesa za ekonomično strojno sečnjo, neprimerna mešanost sestoja – premajhen delež iglavcev (priporočeno nad 70 %, v stratumu A 2 pri strojni sečnji pa le 47,4 %), premajhna intenziteta odkazila zaradi pomladitvene sečnje in kraški teren z visoko skalovitostjo in velikimi nakloni, ki ovirajo nemoteno gibanje stroja. Na kraškemu terenu in pri pomladitveni sečnji se je klasična sečnja z motorno žago glede na delež produktivnega časa izkazala najbolje, v min na  $m^3$  pa je dominirala strojna sečnja. Zagotovo bi bili rezultati drugačni (bolj v prid strojni sečnji), če bi na istem terenu izvajali končni posek.

## 7 POVZETEK (SUMMARY)

### 7.1 POVZETEK

Diplomska naloga obravnava primerjavo delovnih časov treh različnih tehnologij: klasičnega poseka z motorno žago, kombinirane uporabe klasičnega poseka in strojne sečnje (za visoke debelinske stopnje in nedostopna drevesa sekač najprej drevo poseka in /ali delno izdela, klešččenje in končen razrez sortimentov pa opravi stroj) in strojne sečnje. Na osnovi meritev in izračunov skušamo odgovoriti na vprašanje o primernosti uporabe tehnologije na kraškem terenu v primeru pomladitvene sečnje. V gozdnogospodarski enoti Poljane smo izbrali oddelek 43 zaradi dobre dostopnosti, zrelosti sestoja za posek in terenske možnosti uporabe tako klasične kot strojne sečnje. Terensko snemanje podatkov smo opravljali leta 2009 v avgustu, septembru in oktobru.

Neto prostornina izdelanega drevja je v objektu A2 znašala 292,48 m<sup>3</sup>, v objektu B 1 pa 307,28 m<sup>3</sup>, skupaj 599,77 m<sup>3</sup>. Iglavcev je bilo 314,15 m<sup>3</sup> (52,4 %) in 285,61 m<sup>3</sup> listavcev (47,6 %). Z motorno žago je bilo izdelanih 310,31 m<sup>3</sup> (51,7 %), s kombinacijo tehnologij 196,56 m<sup>3</sup> (32,8 %), s strojno sečnjo pa 92,98 m<sup>3</sup> (15,5 %).

Primerjava delovnih časov v min na m<sup>3</sup> je na strani strojne sečnje, njen primat je največji v nižjih debelinskih stopnjah, z višanjem debelinske stopnje se zmanjšuje. Kombinirana tehnologija je nekje med obema, a bližje strojni sečnji kot motorni žagi.

Primerjava produktivnih časov je močno v korist sekaču z motorno žago (z 71,22 % produktivnega časa), sledi kombinacija tehnologij (57,65 % produktivnega časa), najskromnejša pa je strojna sečnja (56,4 % produktivnega časa) .

Poleg naštetih kazalcev na ekonomičnost uporabe posamezne tehnologije vplivajo tudi drugi dejavniki – med njimi so zelo pomembni stroški dela. Med drugimi dejavniki ne smemo zanemariti vplivov uporabljenih tehnologij na okolje in humanizacijo dela pri sečnji v gozdovih.



## 7.2 SUMMARY

The thesis discusses relative work hour requirements and productivity of three different technologies: chain saw tree-felling method, combined use of chain saw tree-felling and mechanized tree-felling methods (large diameter and inaccessible trees are first felled and/or partly processed by a cutter, while the rest of the processing (debranching and assorted cutting up) is done by processor), and mechanized tree-felling. We tried to address the suitability of use of various technologies for tree-felling on karst terrain in the case of rejuvenated forest stands by carrying out measurements and calculations in the Gozdno Gospodarska Enota (Forest Service Unit) of Poljane; we chose compartment 43 for good accessibility, maturity of the forest stand for tree-felling and the suitability of the terrain for use of both chain saw tree-felling and mechanized tree-felling. Field data collection was done in August, September and October 2009.

The net volume of processed wood was 292.48 m<sup>3</sup> in Stratum A 2 and 307.28 m<sup>3</sup> in Stratum B 1, bringing the total to 599.77 m<sup>3</sup>; 52,4 % of this came from coniferous (314.15 m<sup>3</sup>) and 47,6 % from deciduous trees (285.61 m<sup>3</sup>). Furthermore, 51.7 % of the total volume was processed using chain saw (310.31 m<sup>3</sup>), 32.8 % using combined technologies (196.56 m<sup>3</sup>), and 15.5 % using mechanized approaches (92.98 m<sup>3</sup>).

A comparison of work hours per volume (min per m<sup>3</sup>) shows mechanized tree-felling to have an advantage and primacy over other approaches mostly for smaller diameter classes of trees; the advantage decreases with increasing stem diameter. Combined technologies fall between the chain saw tree-felling and mechanized approaches but closer to the latter. However, the picture is different in the case of productivity, where the chain saw tree-felling method of loggers with chain saws has clear advantage (71.22 %) over the combination of technologies (57.65 %), while mechanized tree-felling is the least efficient (56.4 %).

In addition of the given indicators of productivity there are other factors that influence the economies of use of particular technologies, such as labor costs, impact on the environment and humanization of labor of tree-felling in forests.

## 8 REFERENCE

Diaci J., Magajna B. 2002. Nekatero predhodno gozdnogojitvene usmeritve pri uvajanju strojne sečnje v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji- zbornik ob posvetovanju, Ljubljana, GZS Združenje za gozdarstvo: 33-47.

Gorišek B. 2009. »Meritve na terenu v gozdnogospodarski enoti Poljane«. Veliki Lipovec (neobjavljeno, 1. oktober. 2009).

Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Poljane za leto 2004–2013. 2003. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Podturn.

Husqvarna. 2016. (avgust 2016).

<http://www.husqvarna.com/us/products/chainsaws/372-xp-x-torq/965968308/>

John Deere. 2016. (avgust 2016)

[http://afco.concessionjrd.com/content/download/17670/89676/version/1/file/jd\\_harvhead\\_h480\\_en.pdf](http://afco.concessionjrd.com/content/download/17670/89676/version/1/file/jd_harvhead_h480_en.pdf)

Judnič M. 2007. Gojitveni vidiki uporabe strojne sečnje za redčenje sestojev s prevladujočimi listavci: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Kepić B. 2003. Študija časa in učinkov pri strojni sečnji s harvesterjem Valmet 911: diplomska naloga (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 62 str.

Košir B. 1997. Pridobivanje lesa: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 331 str.

Košir B, Robek R. 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanec. V: Zbornik gozdarstva in lesarstva, 62: 87-115.

Košir B. 2002a. Tehnološke možnosti strojne sečnje. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 66–82

Košir B. 2002b. Vpliv strojne sečnje na sestoj in gozdna tla. V: Strojna sečnja v Sloveniji- zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, GZS, Združenje za gozdarstvo: 66-82.

Košir B. 2004a. Dejavniki razvoja tehnoloških sprememb. Gozdarski vestnik, 62, 1: 3–11

Košir B. 2004b. Učinki dela za strojno sečnjo. Gozdarski vestnik, 62, 1: 25–31

Krč J. 2002. Sestojne in terenske možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji- zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za Gozdarstvo: 21–35

Lipoglavšek M. 2003. Postranski gozdni proizvodi: študijsko gradivo.

Magajna B. 2000. Drugo redčenje s strojno sečnjo: objekt Žakanc: strokovna naloga. Sežana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana.

Marušič J. 1998. Študij časa s strojem za sečnjo Tiberjack FMG 1270 v gospodarski enoti Ravnik: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Mikec S. 2011. Spravilo lesa iz pomlajenih sestojev na območju Novomeškega Roga: diplomska naloga (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Pfajfar P. 2006. Časovna študija priprave dela pri strojni sečnji: diplomska naloga (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.

»Slike in karte«. 2011. Novo mesto. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto (neobjavljeno, 30. avg. 2011)

Stihl. 2016. (avgust 2016).

<http://www.stihl.co.za/STIHL-Products/Chainsaws/Petrol-Chainsaws-for-Forestry/2623-130/MS-361.aspx>

Ucin Z. 2004. Sečnja debelega drevja s strojem za sečnjo Konigstiger: diplomska naloga (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.

Vranešič U. 2008. Primerjava učinkov in stroškov dveh tehnologij pridobivanja lesa v listnatih sestojih: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.

Winkler I. 2002. Uvodnik. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju.

Krajčič D. (ur.). Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 4–6.

## ZAHVALA

Zahvala gre najprej mentorju prof. dr. Boštjanu Koširju za vso njegovo dobro voljo, pripravljenost in potrpežljivost ter seveda pomoč pri izdelavi tega diplomskega dela. Prav tako se zahvaljujem somentorju, doc. dr. Juriju Marenčetu, ki mi je s svojimi praktičnimi nasveti in zavzetostjo svetoval. Hvala tudi recenzentu prof. Janezu Krču za recenzijski pregled diplomskega dela.

Pri raziskavi in meritvah na tem objektu je bilo veliko sodelavcev, zato bi se najprej rad zahvalil gozdarjem Zavoda za gozdove Slovenije, še posebej revirnim gozdarjem krajevne enote Podturn, ter izvajalcem gozdarjem Gozdnega gospodarstva Novo mesto, d.d. Hvala tudi Brunu Kondi in Sebastjanu Mikcu za pomoč pri opravljanju meritev ter Matevžu Miheliču in Mariji Černe.

Biti gozdar je zame najlepši poklic na svetu in z ljudmi dobre volje ga je mogoče živeti tudi v kakšnem drugem stanu, zato bi se rad zahvalil prijateljem za vse spodbude, da sem z diplomskim delom zaključil študij gozdarstva, še posebej prof. Evi Čeč, Maticu Miheliču, Janezu Arnežu in Urški Lampret ter mojim domačim, ki so mi sploh omogočili študij.

## PRILOGE

### Priloga A

Tabela za popis odkazanih dreves pri strojni sečnji

Popis odkazanih dreves (konkurenti) v stratumu A 2 (strojna sečnja)										
Popis pred sečnjo					Pri sečnji					
Št. drev.	Drev. vrsta	Premer	Dolžina krošnje (%)	Premer krošnje (m)	Št. Plosk. središča	Razd. do Azimut	Azimut	Položaj krošnje	Posekal	Opomba
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

## Priloga B

### Delovni list za popis dreves pri sečnji z motorno žago

	Podatki o drevesu									
Št. Drevesa	Drevesna v	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime	Št. Sortime



Priloga C

Snemalni list za strojno sečnjo

HARVESTER		DELAVEC		Datum		Merilci	
Objekt		Datum		Konec snemanja		Merilci	
Začetek snemanja		Konec snemanja					
Smer sečnje		Naklon sečne vlake					
Operacija, razdalja	Št. Drevesa	Št. Drevesa	Št. Drevesa	Št. Drevesa	Št. Drevesa	Tla (nosilnost, sneg)	Št. Drevesa
Voznja do delovišča							
Razdalja do delovišča (m)							
Voznja po delovišču							
Razdalja po delovišču (m)							
Premik med stojišči, nameščanje stroja							
Razdalja premika (m)							
Iztegovanje dvigala, nameščanje glave							
Podiranje in izdelava sortimentov							
Podiranje drevesa brez sortimentov							
Prekladanje sortimentov							
Gozdni red							
Zastoji nad 15 min							
Neprod - stroj							
Neprod - organizac							
Neprod - delavec							
Vzrok zastojev							
Glavni odmor							
Pripravljeno zaključni čas							
Zastoj zaradi meritev							
HARVESTER		Datum		Merilci:			
Št. Drevesa							
Globina žive krošnje (% višine drevesa)							
Globine vse krošnje (% višine drevesa)							
Št. Osi debila (os = sortimenti)							
Dr. vrsta*							
Prsni premer drevesa *							
Število kosov sortimentov							
Komercialna dolžina							
Dolžina vrhača							
Vejnatos: debeline vej, ki so ostanek							
Vejnatos: št. Vencev oz. vej na 1m							
Opombe (sušica, poškodovano itd.)							
Smer podiranja drevesa glede na vrh							
Smer podiranja glede na kot							
Na enem listu so podatki za do 10 dreves							
*zapišemo in ocenimo, če drevi nima številke							
		V karto delovnega polja vrišpemo smer padca drevec					
		Os debila predstavlja del iz katerega izdelamo sortimente					

## Priloga D

### Snemalni list za sečnjo z motorno žago (a)

<b>Motorna žaga</b>	<b>DELAVEC</b>	Številka drevesa	Datum	Merilci
Objekt			Konec snemanja	
Začetek snemanja				
Operacija (min/100)	Razdalje (m)			
Prehod				
Pripravljalna dela				
Izdelava zaseka				
Klinjenje in naganjanje				
Obdelava korenovca in panja				
Kleščenje				
Krojenje in prežagovanje				
Obračanje sortimentov				
Ročno zibranje in poravnavanje				
Pomoč traktoristu				
Sproščanje obvislega drevja				
Vzdrževanje gozdnega reda				
Zastoji nad 15 min				
Neprod - stroj				
Neprod - organizac				
Neprod - delavec				
<b>Vzrok zastojev</b>				
Glavni odmor				
Pripravljalno zaključni čas				
Zastoj zaradi meritev				
Poraba goriva				
Poraba maziva				

## Priloga E

### Snemalni list za sečnjo z motorno žago (b)

Motorna žaga	Številka drevesa		Merilci:
	Datum		
Drevesna vrsta			
Premer			
Dolžina			
Globina žive krošnje (% višine drevesa)			
Globine vse krošnje (% višine drevesa)			
Št. Osi debla (os = sortimenti)			
Sortiment			
Prsni premer drevesa			
Dolžina vrhača			
Tarifa			
Vejnastost: debeline vej, ki so ostanek			
Vejnastost: št. Vencev oz. vej na 1m			
Opombe (sušica, poškodovano itd.)			
Temperatura, padavine, sneg			
Prehodnost, naklon terena			
Smer podiranja drevesa glede na vrh			
Smer podiranja glede na kot			
Oddaljenost panja od vlake	V karto delovnega polja vrispemo smer padca drevec		
Na enem listu so podatki za eno drevo	Os debla predstavljaja del iz katerega izdelamo sortimente		