

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

Uroš VRANEŠIČ

**PRIMERJAVA STROŠKOV IN UČINKOV DVEH
TEHNOLOGIJ PRIDOBIVANJA LESA V LISTNATIH
SESTOJIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

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

Uroš VRANEŠIČ

**PRIMERJAVA STROŠKOV IN UČINKOV DVEH TEHNOLOGIJ
PRIDOBIVANJA LESA V LISTNATIH SESTOJIH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARE THE EFFECTS AND COSTS OF TWO DIFFERENT
TECHNOLOGIES OF WOOD LOGGING IN DECIDUOUS
CONOPIES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete na Univerzi v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za Gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Študija časa in učinkov je bila izvedena v gozdnogospodarskem območju Novo mesto v gospodarski enoti Mirna gora, oddelek 3.

Študijska komisija oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je na svoji seji dne 23.6.2006 za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Janeza Krča in za recenzenta prof. dr. Boštjana Koširja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član :

Datum zagovora:

Naloga 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.

Uroš Vranešič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 301+307+22:176.1(043.2)=163.6
KG	strojna sečnja/listavci/učinki/stroški/primerjava
AV	VRANEŠIČ, Uroš
SA	KRČ, Janez (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2008
IN	PRIMERJAVA STROŠKOV IN UČINKOV DVEH TEHNOLOGIJ PRIDOBIVANJA LESA V LISTNATIH SESTOJIH
TD	diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 80 str., 39 pregl., 16 sl., 0 pril., 29 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AL	

Meritve za diplomsko delo so potekale septembra in oktobra 2005 v gozdnogospodarski enoti Mirna gora. Namen naloge je bil primerjati učinke in stroške dveh tehnologij pridobivanja lesa v listnatih sestojih. V diplomskem delu so prikazane tudi študije časov. Oddelek so razdelili na štiri stratume, dva za strojno ter dva za klasično sečnjo. Drevju označenemu za posek, so za potrebe nadaljnje študije izmerili prsni premer, ocenili globino krošnje, debelino vej ter obliko debla. Ugotovitve kažejo, da je učinkovitost odvisna od morfoloških lastnosti. Sečnja dreves s strojem za sečnjo je učinkovitejša pri enoosnih drevesih, s kratko krošnjo ter tankimi vejami kot pa v sestojih s prevladujočimi drevesi z globoko krošnjo, večosnim deblom ter debelimi vejami v krošnji. Povprečni učinek na delovno uro pri strojni sečnji znaša $6,78 \text{ m}^3$, strošek sečnje pa $15,23 \text{ €/m}^3$. Povprečni učinek na produktivno uro pa znaša $9,42 \text{ m}^3$. Pri klasičnem načinu sečnje pa je povprečni učinek $1,76 \text{ m}^3$ na delovno uro, stroški sečnje pa znašajo povprečno $10,08 \text{ €}$. Cena spravila lesa z gozdarskim traktorjem na delovno uro znaša v povprečju $11,57 \text{ €/m}^3$. Povprečni stroški izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem znašajo $6,44 \text{ €/m}^3$ na delovno uro oziroma $5,01 \text{ €/m}^3$ na produktivno uro.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Gth
DC	FDC 301+307+22:176.1(043.2)=163.6
CX	mechanized harvesting/deciduous trees/productivity/costs/comparison
AU	VRANEŠIČ, Uroš
AA	KRČ, Janez (supervisor)
PP	SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2008
TI	COMPARE THE EFFECTS AND COSTS OF TWO DIFFERENT TECHNOLOGIES OF WOOD LOGGING IN DECIDUOUS CANOPIES
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	VII, 80 p., 39 tab., 16 fig., 0 ann., 29 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The measurements BA thesis took place in September and October 2005 in the forest management unit Mirna gora. The aim of this thesis was to compare the productivity and costs of two different technologies of wood logging in deciduous canopies. The thesis also includes time studies. The department was divided in four parts, two for mechanized and two for classical tree felling. In order to carry on the research, we measured the diameter at breast height of the trees marked for felling and also estimated their crown depth, branch width and tree trunk form. The findings show that the efficiency of mechanized tree felling depends on morphological characteristics of trees. Mechanized tree felling with a harvester seems to be more efficient with one axis trees which have a short crown and thin branches rather than with trees which have a deep crown, multi axis trunk and thick branches in the crown. The average effect per working hour in mechanized tree felling comes up to 6.78 m³ and costs reach 15.23 €/m³. The average productivity per productive hour amounts to 9.42 m³. Whereas in classical tree felling the average productivity reaches 1.7 m³ per working hour and the costs amount to 10.08 €. The costs of wood gathering with a forest tractor add to 11.57 €/m³ per working hour. The average costs of wood transport with a forwarder amount to 6.44 €/m³ per working hour or 5.01 €/m³ per productive hour.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	NAMEN NALOGE	2
3	DOSEDANJE RAZISKAVE	3
4	METODE RAZISKOVANJA	6
4.1	OSNOVE PREUČEVANJA DELA	6
4.2	OPIS STROJEV V POSKUSU	6
4.3	METODA MERJENJA ČASOV	10
4.4	OBJEKT RAZISKOVANJA	11
4.4.1	Opis raziskovalnega objekta	11
4.4.2	Preteklo gospodarjenje z gozdovi	12
4.4.3	Stanje sestojev danes	13
4.5	METODA DELA	13
4.5.1	Priprava dela	13
4.6	SESTAVINE DELOVNEGA ČASA	14
4.6.1	Opis delovnih postopkov pri strojni sečnji	14
4.6.2	Opis delovnih postopkov pri klasični sečnji	16
4.6.3	Opis delovnih postopkov pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem	19
4.6.4	Opis delovnih postopkov pri spravilu lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem	20
4.7	METODA ZAJEMANJA SESTOJNIH PARAMETROV IN OSTALIH PODATKOV ZA NADALJNO ANALIZO	23
5	REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZA	25
5.1	ZNAČILNOSTI DELA PRI SEČNJI S STROJEM TIMBERJACK 1270B	25
5.2	SESTAVA DELAVNIKA	25
5.3	IZBOLJŠANA SESTAVA DELAVNIKA	28
5.4	PRIMERJAVA ČASOVNE ANALIZE DELA V RAVNINI IN NA NAGNJENEM TERENU	29
5.5	ZNAČILNOSTI DELA PRI KLASIČNI SEČNJI Z MOTORNO ŽAGO	31
5.6	PRIMERJAVA UČINKOV MED STROJNO IN KLASIČNO SEČNJO	35
5.7	VPLIV OBLIKE DREVEŠA NA UČINEK PRI STROJNI IN KLASIČNI SEČNJI	38
5.7.1	Vpliv globine krošnje na trajanje izdelave drevesa	40
5.7.2	Vpliv oblike debla na trajanje glavnega produktivnega časa pri izdelavi drevesa	43
5.7.3	Vpliv debeline vej na trajanje izdelave drevesa pri stojni in klasični sečnji	45
5.7.4	Vpliv zgradbe sestoja na trajanje izdelave drevesa pri stojni in klasični sečnji	46
5.8	IZRAČUNI IN ANALIZA STROŠKOV PRI OBEH TEHNOLOGIJAH PRODOBIVANJA LESA	48
5.9	PRIMERJAVA STROŠKOV IN UČINKOV OBEH TEHNOLOGIJ SEČNJE	53
5.9.1	Povprečni stroški in učinki obeh tehnologij sečnje	53
5.9.2	Vpliv morfologije dreves na stroške in učinke	56
5.10	PRIMERJAVA SPRAVILA LESA PRI OBEH TEHNOLOGIJAH	58
5.10.1	Časovna analiza spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem	58
5.10.2	Analiza učinkov in stroškov pri spravilu lesa s traktorjem John Deer 6220	62
5.10.3	Časovna analiza spravila izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem	64
5.10.4	Analiza učinkov in stroškov pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem	68
5.11	PRIMERJAVA SEKUNDARNIH PROMETNIC PRI OBEH TEHNOLOGIJAH	70
6	RAZPRAVA IN SKLEPI	72
7	POVZETEK	76
8	VIRI	78

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povzetek strukture delovnega dne pri sečnji s strojem za sečnjo	26
Preglednica 2: Izboljšana sestava delavnika	28
Preglednica 3: Primerjava in časovna analiza dela med ravnino in naklonom	29
Preglednica 4: Primerjava posameznih parametrov	30
Preglednica 5: Prikaz strukture delavnika po delovnih operacijah	32
Preglednica 6: Prečiščena struktura delavnika	34
Preglednica 7: Prikaz dreves po premerih in volumnih pri strojni sečnji	35
Preglednica 8: Prikaz dreves po premerih in volumnih pri klasični sečnji	36
Preglednica 9: Prikaz učinkov pri klasični sečnji listavcev po posameznih dnevih	36
Preglednica 10: Prikaz primerjave povprečnega trajanja glavnega produktivnega časa ter standardnega odklona za vsa drevesa pri strojni in klasični sečnji	39
Preglednica 11: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi dreves z globoko in kratko krošnjo ter razmerje med njima pri strojni sečnji	41
Preglednica 12: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi dreves z globoko in kratko krošnjo ter razmerje med njima pri klasični sečnji	41
Preglednica 13: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi enoosnih in večosnih dreves pri strojni sečnji (min/drevo)	43
Preglednica 14: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi enoosnih in večosnih dreves pri klasični sečnji (min/drevo)	43
Preglednica 15: Trajanje glavnega produktivnega časa pri strojni izdelavi dreves z različno debelimi vejami v krošnji (min/drevo)	45
Preglednica 16: Trajanje glavnega produktivnega časa pri klasični izdelavi dreves z različno debelimi vejami v krošnji (min/drevo)	45
Preglednica 17: Prikaz porabe časa za izdelavo dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji	47
Preglednica 18: Prikaz porabe časa za izdelavo dreves z enoosnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji	47
Preglednica 19: Kalkulacija za klasično sečnjo z motorno žago Husqvarna 372 XP	49
Preglednica 20: Kalkulacija stroškov spravila lesa z gozdarskim traktorjem John Deere ..	50
Preglednica 21: Kalkulacija stroškov dela za stroj za sečnjo Timberjack 1270 B	51
Preglednica 22: Kalkulacija stroškov dela s strojem za izvoz lesa Timberjack 1010 D	52
Preglednica 23: Povprečna poraba časa pri strojni sečnji za izdelavo dreves v glavnem produktivnem času, produktivnem času in delovnem času	53
Preglednica 24: Stroški strojne sečnje dreves in prikaz produktivnosti po debelinskih stopnjah	54
Preglednica 25: Povprečna poraba časa pri klasični sečnji za izdelano drevo v glavnem produktivnem času, produktivnem času in delovnem času	54
Preglednica 26: Stroški klasične sečnje dreves in prikaz produktivnosti po debelinskih stopnjah	54
Preglednica 27: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji pri strojni sečnji	56
Preglednica 28: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo dreves z enoosnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji pri strojni sečnji	56

Preglednica 29: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji pri klasični sečnji....	57
Preglednica 30: Prikaz porabe časov, produktivnosti in stroškov za izdelavo dreves z enosnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji pri klasični sečnji.....	57
Preglednica 31: Povzetek strukture delovnega dne pri spravilu lesa s traktorjem John Deere 6220.....	59
Preglednica 32: Prečiščena struktura delavnika	61
Preglednica 33: Povprečne vrednosti za spravilo lesa glede na dolžino vlačanja	62
Preglednica 34: Povzetek strukture delovnega dne pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem Timberjack 1010D	64
Preglednica 35: Prečiščena struktura delavnika	66
Preglednica 36: Prikaz nekaterih povprečnih vrednosti za izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem.....	68
Preglednica 37: Prikaz stroškov in učinkov na delovno in produktivno uro.....	69
Preglednica 38: Primerjava stroškov pri obeh tehnologijah pridobivanja lesa	69
Preglednica 39: Razporeditev novih in obstoječih prometnic po sečno spravilnih enotah .	70

KAZALO SLIK

Slika 1: Podoba sestojev na raziskovalnem objektu.....	12
Slika 2: Frekvenčna porazdelitev dreves pri klasični sečnji.....	37
Slika 3: Frekvenčna porazdelitev dreves pri strojni sečnji.....	37
Slika 4: Porazdelitve odkazanih dreves po debelinskih stopnjah.....	38
Slika 5: Glavni produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri strojni in klasični sečnji.....	40
Slika 6: Glavni produktivni časa v odvisnosti od globine krošnje pri strojni sečnji.....	42
Slika 7: Glavni produktivni čas pri izdelavi enosnih ter večosnih dreves pri strojni izdelavi drevesa.....	44
Slika 8: Kleščenje dreves z rogovilo v krošnji.....	44
Slika 9: Prikaz potrebnega časa za izdelavo drevesa v odvisnosti od debeline vej pri strojni sečnji.....	46
Slika 10: Primerjava stroškov sečnje obeh tehnologij.....	55
Slika 11: Trajanje zbiranja lesa v odvisnosti od povprečnega volumna sortimenta v bremenu (min/ciklus).....	58
Slika 12: Vlačenje bremena pri spravilu lesa s traktorjem John Deree.....	63
Slika 13: Trajanje nakladanja lesa v odvisnosti od povprečnega volumna sortimenta (min/ciklus).....	65
Slika 14: Trajanje delovnega postopka premik med nakladanjem v odvisnosti od koncentracije lesa na sečnih poteh.....	67
Slika 15: Večja koncentracija izdelanih sortimentov ob sečni poti.....	67
Slika 16: Karta prometnic v oddelku 3 (merilo 1:5000).....	71

1 UVOD

Tehnološki razvoj je kot hitra reka. Ali plavaš v njej in izkoriščaš njeno moč v svoj prid, ali pa potoneš (Winkler, 2002).

Tehnično obdobje, v katerem živimo, se je pričelo v začetku šestdesetih let prejšnjega stoletja z uvedbo motornih žag pri sečnji in uveljavljanje mehaniziranega transporta lesa. S približevanjem Slovenije razvitemu svetu in njegovim ekonomskim pravilom postaja tudi v slovenskih gozdovih realnost nova tehnologija pridobivanja lesa, za katero je še nedolgo nazaj gozdarska stroka menila, da se nam je ni treba bati.

Strojna sečnja se je v preteklosti razvijala v deželah, kjer so v manj zahtevnih terenskih razmerah prevladovali iglasti sestoji tanjših dimenzij, gospodarili pa so velikopovršinsko ter golosečno. Tehnologija strojne sečnje in izdelave lesa se neprestano izpopolnjuje ter se vedno bolj prilagaja terenskim in sestojnim razmeram kakršne imamo tudi v Sloveniji (Košir, 2004).

V Sloveniji je strojna sečnja uveljavljena predvsem pri sečnji sestojev, kjer prevladujejo iglavci. Na splošno je veljalo, da strojna sečnja ni primerna za sečnjo listavcev.

Diplomsko delo obravnava primerjavo stroškov in učinkov dveh tehnologij pridobivanja lesa, in sicer sečnjo z motorno žago in spravilo lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem ter sečnjo s strojem za sečnjo in izvozom lesa z zgibnim polprikoličarjem v drogovnjakih do tanjših debeljakih s prevladujočim deležem listavcev. Raziskava je potekala jeseni 2005 na novomeškem gozdnogospodarskem območju, KE Črnomelj, GGE Mirna gora, oddelek 3. Raziskava je potekala v sklopu delavnice Zavoda za gozdove Slovenije, Gospodarske zbornice, gozdarsko gospodarskimi družbami in Biotehniško fakulteto. Pripomogla pa naj bi k izobraževanju, spoznavanju ter uveljavljanju strojne sečnje pri gospodarjenju v sestojih s prevladujočim deležem listavcev.

2 NAMEN NALOGE

V preteklosti je bila strojna sečnja usmerjena predvsem na sečnjo v iglastih gozdovih. V zadnjem obdobju pa se vse več izvajalcev gozdarskih del odloča za nakup strojev za sečnjo, čeprav še sami nismo v zadostni meri seznanjeni, v katerih sestojih in terenskih razmerah je strojna sečnja učinkovitejša, gospodarnejša in bolj ekološko sprejemljiva kot pa klasična izvedba sečnje in spravila.

Primernost strojne sečnje pri redčenju bukovih sestojev smo leta 2005 preizkusili tudi v gozdnogospodarskem območju Novo mesto.

Namen diplomskega dela je:

- ugotoviti uporabnost in učinkovitost strojne sečnje pri redčenju listnatih sestojev,
- primerjava klasične sečnje ter strojne sečnje,
- primerjava izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem in spravilo lesa s traktorjem,
- primerjava gostote sekundarnih prometnic pri strojni in klasični sečnji,
- primerjava stroškov in učinkov pridobivanja lesa pri obeh tehnologijah po proizvodnih fazah,
- ugotoviti, kateri parametri dreves vplivajo na učinkovitost strojne sečnje.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Strojna sečnja je že precej časa uveljavljena v tujini, predvsem v razvitih deželah srednje in severne Evrope. Prav zaradi tega dejstva večina raziskav prihaja od tam. Dandanes pa najdemo sodobne tehnologije strojne sečnje tudi v deželah, kjer prevladujejo listavci, pri redčenjih ter v vse bolj zahtevnejših terenih.

Strojna sečnja v Sloveniji se je sprva uvajala predvsem pri sanacijah snegolomov in vetrolomov. Leta 1996 so strojno sečnjo uporabili pri sanaciji snegoloma v gospodarski enoti Ravnik, na osnovi tega je nastalo tudi diplomsko delo (Marušič, 1998). Strojna sečnja se je v tem primeru izkazala za zelo učinkovito in uporabno.

V začetku leta 2000 so strojno sečnjo uporabili prav tako v iglastih sestojih, in sicer pri redčenju sestojev rdečega bora na Krasu. Na tem objektu je bila izdelana tudi strokovna naloga (Magajna, 2000).

V Sloveniji je bilo narejenih malo raziskav o možnosti uporabe strojne sečnje pri sečnji listavcev. Študijo časa in učinkov pri sečnji črne jelše in velikega jesena je ugotavljal Kepić (2003). Ugotovil je, da se poraba časa na posamezno drevo povečuje z neto volumnom drevesa ter da je poraba časa pri jesenu višja kot pri jelši, predvsem zaradi fizioloških razlik med drevesnima vrstama. Dnevni učinki stroja pri povprečnem drevesu $0,78 \text{ m}^3$ so bili med $14,8 \text{ m}^3$ in $16,5 \text{ m}^3$ na produktivno uro. Povprečna poraba produktivnega časa je bila med 2,44 in 3,95 min/drevo.

Krč (2002) ugotavlja, da je od vseh površin gozdov v osnovni različici, v katero uvršča gozdove z naslednjo vrednostjo vplivnih dejavnikov: največ 30 % naklon terena, najmanj 70 % delež iglavcev v lesni zalogi ter največ 50 % skalovitost in izločitvijo vrtačastih terenov primernih 9 % oziroma 7 % površin v državni lasti.

V času, ko v Slovenijo vstopajo sodobne tehnološke rešitve, ki so sorazmerno učinkovite, po drugi strani pa precej drage, je potrebno skrbno pretehtati pogoje za uporabo

kombinacije tehnologij, ki bodo kar v največji meri prilagojene našim proizvodnim razmeram (Krč in Košir, 2004).

Krč in Košir (2004) še navajata, da so podatki o ceni dela na enoto časa ter učinki pri delu in z njima neposredno povezana lastna cena izdelka osnova za primerjavo različnih tehnoloških rešitev.

V kolikor se bo izvedba strojne sečnje uspešno izkazala tudi v sestojih listavcev, smo prepričani, da se bo ta odstotek primernih površin še povečal.

Ker strojna sečnja predstavlja novost glede na dosednji način dela, je potrebno izdelati še veliko raziskav za uveljavitev le te na območju Slovenije. Pfajfar (2006) je spremljala terensko pripravo dela pri strojni sečnji in ugotavlja, da je kvalitetna priprava dela ključnega pomena za racionalno opravljeno izvedbo strojne sečnje.

Poškodbe tal pri sečnji s strojem za sečnjo in pri spravilu lesa z zgibnim polprikoličarjem je na istem objektu v svojem diplomskem delu preučeval Mali (2006). V njem so prikazani rezultati analize in izračuni vplivnih dejavnikov na nosilnost in poškodbe ter izračuni vplivnih dejavnikov na nosilnost in poškodbe tal. Povprečna vrednost konusnega indeksa je znašala na grebenu 2024 kPa, na ostalih tleh 1974 kPa ter v vrtači 1775 kPa. Med tehnologijama ni dokazanih razlik v poškodovanosti tal, medtem ko obstajajo razlike v nosilnosti tal.

Gojitveni vidik uporabe strojne in klasične sečnje v sestojih s prevladujočim deležem listavcev je na istem objektu preučevala Judnič (2006). Diplomsko delo obravnava analizo poškodovanosti vseh dreves, analizo sproščenosti izbrancev ter svetlobne razmere v sestoju. Ugotovitve kažejo, da je poškodovanost večja pri strojni sečnji (31,6 %) kot pri klasični sečnji (18,9 %). Največ novih poškodb je na deblu, še posebej pri strojni tehnologiji sečnje lesa.

Žlogar (2007) ugotavlja primernost traktorskih vlak za izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem. Ugotovitve kažejo, da za izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem ni

primernih le 3 % traktorski vlak, sicer pa nova tehnologija potrebuje 61 % več pravih poti kot pa tehnologija traktorskega spravila.

Francoski raziskovalci združeni v skupino AFOCEL (2001) so v zadnjem obdobju naredili veliko raziskav o možnosti uporabe strojne sečnje v listnatih sestojih. Zanimali so jih predvsem stroški dela in prag rentabilnosti dela. Ugotovili so, da znaša povprečna urna postavka za srednje velik stroj za sečnjo 115 € oziroma 15 € /m³, pri minimalni produktivnosti 7,5 m³/ produktivno uro. Prav tako prag rentabilnosti ni dosežen pri povprečnem drevesu pod 0,100 m³.

Švedski raziskovalec Lageson (1996) ugotavlja, da na učinkovitost strojne sečnje najbolj vpliva povprečna velikost drevesa in število odkazanih dreves na hektar. Prav tako so večji učinki pri končnih sečnjah kot pri redčenjih. Učinkovitost je prav tako odvisna od gostote sestoja ter drevesne vrste, saj le ta vpliva nanj s svojimi morfološkimi značilnostmi.

4 METODE RAZISKOVANJA

4.1 OSNOVE PREUČEVANJA DELA

Preučevanje časa je uporaba določenih metod z namenom, da določimo časovno trajanje nekega dela in da izračunamo normative časa. Namen preučevanja časa ter metod dela je prispevati k najracionalnejši izrabi človeških in materialnih sil pri vsaki konkretni aktivnosti (Winkler, 1997: 19).

Določen delovni proces, ki ga želimo preučevati, izločimo iz gozdne proizvodnje ter ga razdelimo na njegove sestavne dele. Nastane tehnološka karta, na podlagi katere izdelamo snemalni list oziroma v našem primeru računalniški program za terensko snemanje podatkov. Sledi poskusno snemanje, dokler se delavec ne prilagodi sistemu dela. Potem pa lahko z različnimi metodami začnemo z dejanskim snemanjem delovnega procesa. Pred ugotavljanjem norm je potrebno delovni proces izboljšati in racionalizirati ter šele takrat določiti ustrezno normo. Normativ, po katerem naj bi delavec delal na konkretnem delovišču, oblikujemo z analizo vseh elementov, vključno s presojo racionalnosti organizacije dela, smotrne uporabe strojev in orodja ter stimulatивne ekonomske politike podjetja (Kovač in sod., 1963).

4.2 OPIS STROJEV V POSKUSU

Strojno sečnjo s strojem Timberjack 1270D in spravilo lesa z zgibnim polprikoličarjem Timberjack 1010D je opravilo Gozdno gospodarstvo Bled d.d., klasično sečnjo z motorno žago Husqvarna 372 XP in spravilo lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem John Deree 6220 pa delavci Gozdnega gospodarstva Novo mesto d. d.

Prikaz tehničnih značilnosti zgibnega polprikoličarja **Timberjack 1010 D**.

Teža: 12000 – 12500 kg

Dolžina (A): 9,30 m

Širina (B): 2,68 – 2,86 m

Višina (C): 3,70 m

Prehodnost (D): 60,5 cm

Medkolesni razmak (E):
4,80 m

Širina nakladalnega
prostora (F): 2,66 m

Dolžina nakladalnega
prostora (G): 4,9 m

Doseg nakladalne
naprave (H): 8,5 m

Nosilnost: 11000 kg

Vhodni kot (I): 30°

Motor :

Model: Johh Deere 4045H, 4
valjni, turbo diesel

Moč: 86 kW (115 KM) pri
2000 obr/min

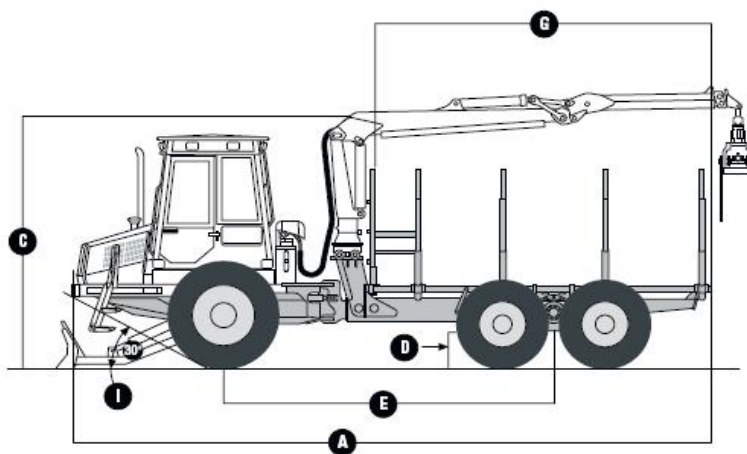
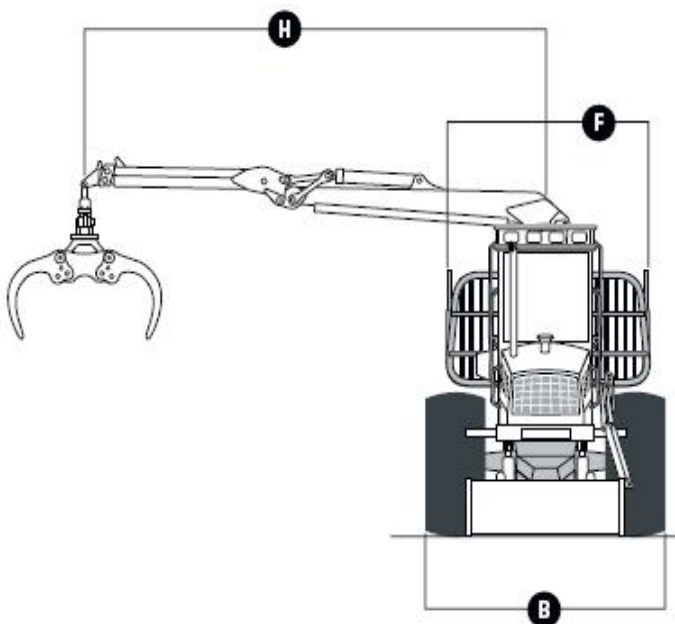
Navor: 498Nm pri 1400
obr/min

Prostornina rezervoarja za
gorivo: 113 litrov

Vozna hitrost: 0- 22 km/h

Vlečna sila: 140 kN

Prenos moči: hidrostatski,
krmljen preko računalniško
podprtega sistema



Sliki: Tehnične značilnosti zgibnega
polprikoličarja Timberjack 1010 D

(Vir:

Wheeled harvesters ..., 2007)

Prikaz tehničnih značilnosti stroja za sečnjo **Timberjack 1270 B**.

Teža: 17500 kg

Dolžina (A): 7,58 m

Širina (B): 2,68 - 2,86m

Transportna višina

s fiksno kabino (C1): 3,70 m

Prehodnost (D): 62,5 cm

Medosni razmak (E): 4,05 m

Doseg hidravlične roke

za sečnjo (F): 11,5 m

Dolžina zadnjega dela (G): 3,90 m

Motor:

Model: John Deere 6081 HTJ, 6
valjni turbo diesel

Moč: 160 kW (215 KM) pri 1400 –
2000 obr/min

Navor: 1100 Nm pri 1100 obr/min

Prostornina rezervoarja

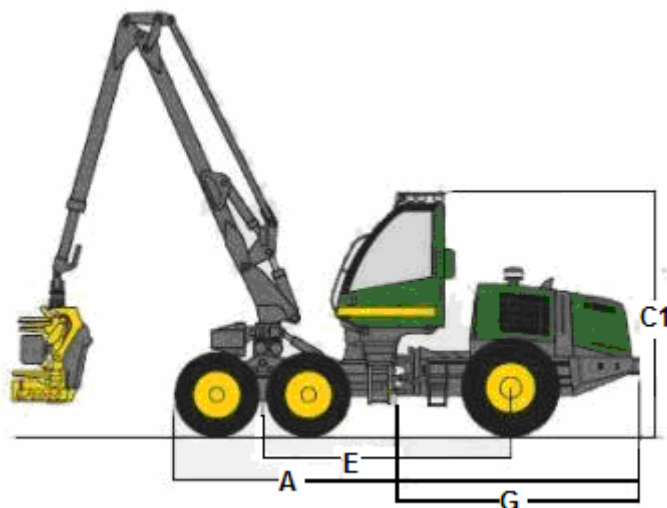
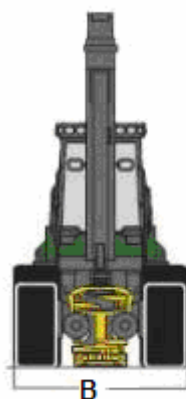
za gorivo: 480 litrov

Vozna hitrost : 0 – 25 km/h

Vlečna sila: 160 kN

Hidravlični sistem: pretok 304 l/min
pri 1600 obr/min, delavni tlak 24 -
28 mPa

Glava za sečnjo: H754



Slike: Tehnične značilnosti stroja za sečnjo Timberjack 1270 B. (Vir: Wheelled harvesters ..., 2007)

Spravilo lesa smo izvedli s prilagojeni kmetijskim traktorjem **John Deere 6220**. Prikaz tehničnih značilnosti delovnega sredstva.



Slika: John deere 6220 (Foto: U. Vranešič)

Traktor:

Teža traktorja z gozdarsko nadgradnjo (brez verig): 5880 kg

Dolžina: 5,15 m

Višina: 2,7 m

Širina: 2,15 m

Prehodnost (klirens): 350 mm

Moč motorja: 66 kW (90 KM)

Menjalnik: Power reverzer 16/16

Hidravlična sklopka

Zavore: nožne, hidravlično upravljanje disk zavor, delovanje ločeno in sočasno, pri sočasnem zaviranju se samodejno vključi prvi pogon. Ročna zavora deluje za obe kolesi sočasno in je neodvisna od nožne zavore

Vitel:

Teža: 300 kg

Tip: Igland 6002 Pronto, dvobobenski

Vlečna sila: 6000 kN na vsak boben

Kapaciteta vrvi: 2 × 60 m (12mm)

Upravljanje: Elektro hidravlično in radijsko daljinsko

Pogon: verižno preko zobnika

Sklopka: Suha enoplaščna

Prikaz tehničnih značilnosti motorne žage **Husqvarna 372 XP** s katero je bila izvedena sečnja dreves.

Teža brez meča in verige: 6,1 kg
Prostornina motorja: 70,7 cm³
Moč: 3,9 kW / 5,3 KM
Najvišja dovoljena hitrost: 13500 obr/min
Rezervoar za gorivo: 0,77 l
Rezervoar za olje: 0,40 l
Korak verige: 3/8"
Nivo ropota: 103 dB (A)ž



Slika: Motorna žaga Husqvarna 372 XP (vir:
Motorna žaga, 2007)

4.3 METODA MERJENJA ČASOV

Snemanje trajanja delovnih postopkov je potekalo po kronometrični metodi s pomočjo ročnega prenosnega računalnika znamke Psion.

V Psion je bil vnesen računalniški program, ki je imel 14 postopkov v primeru snemanja strojne sečnje. Ko smo snemali izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem je program vseboval 12 postopkov. V primeru klasične sečnje z motorno žago 18 postopkov in v primeru spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem 14 postopkov, ki smo jih lahko izbirali s pritiski na ustrezne gumbе.

Snemalec spremlja delovni proces in s pritiskom na tipkovnico Psiona beleži točke oziroma čase, ko se en postopek konča in drugi začne. Snemalec mora v času med dvema razmejitvenima točkama s seznama spremenljivk, ki so izdelane po snemalnem listu v prilogi, izbrati spremenljivko, ki beleži čas tekočega postopka. Ko je opazovani delovni postopek zaključen s pritiskom na tipko, program samodejno izračuna čas postopka in ga zapiše v dve datoteki: kontinuirano in ničelno. Program izmeri čas postopka, ki predstavlja razliko v sistemskem času med dvema razmejitvenima točkama. Vrednost nato prišteje ustreznim spremenljivki v ničelni datoteki. Hkrati zapiše tudi vrednost za številko

posameznega drevesa, postopek in sistemski čas v poseben zapis kontinuirane datoteke. Razlika med obema datotekama je torej v tem, da lahko iz kontinuirane razberemo, koliko je bilo vnosov pod isto spremenljivko, iz ničelne pa se tega ne da razbrati, saj dobimo samo vsoto trajanja po postopkih za tisto drevo. Iz ničelne datoteke takoj dobimo trajanje določenega delovnega postopka, iz kontinuirane pa moramo to šele izračunati. Ob koncu vsakega snemalnega dne smo podatke kopirali preko standardnega vmesnika (RS232) v spomin prenosnega osebne računalnika. S pomočjo Microsoft Excela smo nato dobili zapise izmerjenih časov.

4.4 OBJEKT RAZISKOVANJA

4.4.1 Opis raziskovalnega objekta

Terensko zajemanje podatkov smo opravili septembra in oktobra 2005 v gozdnogospodarskem območju Novo mesto v gospodarski enoti Mirna gora, oddelek 3.

Gozdnogospodarska enota obsega 3860 ha površine gozdov pretežno v državni lasti (90 %), hkrati pa predstavlja JV del roškega masiva, ki ga z juga in jugovzhoda obdaja belokranjska nižina. Na severnem delu prevladuje tipični visoki kras, kjer z najvišjim vrhom 1055 m n.m.v. izstopa Mirna gora.

Na tem območju letno pade okoli 1400 mm padavin, z dvema maksimumoma in sicer v juniju in oktobru. Gre večinoma za planotast kraški teren s plitvimi vrtačami in grebeni, kjer bolj poredko srečamo vodne vire. V južnem delu enote, kjer so se na apnenčasti matični podlagi razvila rjava pokarbonatna tla, prevladujejo predgorski bukovi gozdovi na rastišču združbe *Hacquetio – Fagetum*. Na severnem delu enote pa prevladujejo triadni in jurski dolomiti, na katerih najdemo različne rendzine. V tem delu prevladujejo jelovo bukovi gozdovi na rastišču *Omphalodo – Fagetum* (Gozdnogospodarski načrt ..., 1999).

V oddelku 3 prevladuje gozdna združba *Omphalodo – Fagetum galietosum odorati* (90 %), preostali del pa *Omphalodo – Fagetum aceretosum*. Omenjeni združbi sta eni boljših v okviru dinarsko jelovo bukovih gozdov s proizvodno sposobnostjo rastišča 8,9 m³/ha

(Gozdnogospodarski načrt ..., 1999) in je 100 % izkoriščena. Oddelek leži na pobočju z nadmorskimi višinami od 810 do 930 m. Relief je stopničast in vrtačast, ekspozicija največkrat severovzhodna z maksimalnim naklonom 45 %. Skalovitost je zaradi dolomitne podlage minimalna.



Slika 1: Podoba sestojev na raziskovalnem objektu

4.4.2 Preteklo gospodarjenje z gozdovi

Velik del sestojev na severnem delu je spremenjenih zaradi močnih sečenj pred in po drugi svetovni vojni ter zaradi obnov s sadnjo smreke na velikih površinah. Današnja slika sestojev, kjer se nahaja raziskovalni objekt, je posledica nekdanjega gospodarjenja z gozdovi v tem prostoru. Pred prvo svetovno vojno je s temi gozdovi gospodaril grof Auersperg. Po prvi svetovni vojni je zaradi takratne agrarne reforme izgubil večji del svojih gozdov, a kljub temu na podlagi koncesijskega razmerja s kraljevino SHS nadaljeval z gospodarjenjem. Za gozdove so napočili težki časi, saj so pričeli z obsežno eksploatacijo do tedaj skoraj nedotaknjenih gozdov. Auersperg je trgoval z družbo Jugoles iz Črnomlja, ki je od njega kupovala les na panju. Zaradi lažjega izkoriščanja teh gozdov je družba Jugoles leta 1929 zgradila ozkotirno gozdno železnico od Črnomlja do Travnika v skupni dolžini 26 km. Ker je takrat bolj ali manj vladal le ekonomski interes, so posekali le

debelejši in vrednejši les. Železnica je delovala do leta 1936, v sedmih letih delovanja pa naj bi po ocenah pripeljali 340.000 m³ lesa (Držaj, 2005).

4.4.3 Stanje sestojev danes

Danes v oddelku 3 prevladujejo tanjši debeljak bukve s smreko in gorskim javorjem (13,86 ha). Manjši del površin (4,6 ha) zavzemajo drogovnjaki smreke s primesjo listavcev, ostalo so drogovnjaki bukve s primesjo gorskega javorja. V vrtačah, na globokih tleh z več hranili, pa najdemo nekvaliteten debeljak smreke z manjšo primesjo listavcev. V drevesni sestavi najdemo posamično še gorski brest, ki je močno poškodovan od divjadi ter jelko.

4.5 METODA DELA

4.5.1 Priprava dela

Raziskovalni objekt, oddelek 3 smo razdelili na 4 homogene enote – stratume, ki so hkrati predstavljali tudi štiri sečnospravilne enote. Dva naključno izbrana stratuma (II in IV) sta bila namenjena za klasično sečnjo in spravilo s prilagojenim traktorjem, preostala dva (I in III) pa za sečnjo s strojem in spravilo z zgibnim polprikoličarjem.

Znotraj stratuma II in stratuma III smo vsa odkazana drevesa označili z zaporednimi številkami ter za vsako drevo posebej ocenili naslednje karakteristike:

- **drevesno vrsto**,
- **prsni premer** smo ugotavljali z gozdarsko premerko na **1 cm natančno**
- **obliko debla** smo razdelili v tri razrede, in sicer:
 1. razred: **enoosno**-enovrhato deblo
 2. razred: **dvoosno**-razsohlo deblo
 3. razred: **večosno**-večvrhato deblo

- **dolžino krošnje** smo razdelili v tri razrede, in sicer:

1. razred: krošnja predstavlja $\frac{1}{2}$ **višine drevesa**
2. razred: krošnja predstavlja $\frac{1}{3}$ **višine drevesa**
3. razred: krošnja predstavlja $\frac{1}{4}$ **višine drevesa**

- **debelino vej** v krošnji smo prav tako razdelili v tri razrede, in sicer:

1. razred: debelina vej **do 10 cm**
2. razred: debelina vej **med 10 in 15 cm**
3. razred: debelina vej **nad 15 cm**

- pod **ostalo** smo zabeležili posebnosti drevesa kot npr. izrazita krivost debla.

4.6 SESTAVINE DELOVNEGA ČASA

Delovni čas sestavljata *produktivni čas* in *neproduktivni čas*. Neproduktivni čas sestavljajo dodatni čas, glavni odmor in pripravljajno zaključni čas. Oba časa smo za potrebe nadaljnjih analiz razdelili na delovne postopke.

Vsak delovni proces najlažje snemamo in opišemo, če ga razčlenimo na posamezne delovne postopke.

4.6.1 Opis delovnih postopkov pri strojni sečnji

Produktivni čas

Vožnja v sestoji: Predstavlja čas, ki ga stroj potrebuje pri vožnji po sečnih poteh oz. za premike med enim in drugim drevesom, da bi tam opravil ostale postopke dela. Delovni postopek se konča, ko se kolesa stroja ustavijo in strojnik začne izvajati drugi delovni postopek

Nameščanje: Po končani vožnji po sečnih poteh strojnik z minimalnimi korekcijami namesti stroj za sečnjo tako, da bodo nadaljnji postopki dela opravljeni čim varnejše in učinkovitejše. Takoj, ko se premakne ročica stroja, se postopek konča.

Iztegovanje ročice: Obsega čas, ko začne strojnik približevati sečno glavo ob korenčnik drevesa ter ga z noži za kleščenje in potisnimi valji objame. Postopek se konča takrat, ko zaslišimo verižno žago pri podžagovanju.

Podiranje in obdelovanje: Sem sodi podiranje, kleščenje, krojenje in podžagovanje. Strojnik približa glavo za sečnjo ob korenovec debela drevesa, ki ga želi podreti. Z noži za kleščenje stisne deblo in ga s hidravlično gnano verižno žago podžaga. Drevo nato potisne na tla in v smer, ki mu omogoča najugodnejše obdelovanje drevesa s čim manjšimi poškodbami okoliškega drevja. Valji v sečni glavi nato deblo potegnijo skozi nože za kleščenje. Po želji strojnika ali na vnaprej programirani dolžini se valji ustavijo, strojnik pa s pritiskom na gumb aktivira verižno žago in sortiment je prežagan. Dolžina sortimenta se meri z zobatim kolesom, ki je lociran v sečni glavi. Postopek podiranje in obdelovanje se začne, ko zaslišimo verižno žago pri podžagovanju in konča, ko pade zadnji sortiment drevesa iz sečne glave.

Gozdni red: Strojnik zaradi premajhnega premera drevesa ne izdeluje več sortimentov, ampak večino ostankov, vej in vrhačev prežaguje tako, da padajo pred stroj. Le izjemoma je strojnik zbiral sečne ostanke iglavcev ter jih polagal na sečno pot. Tako položeni ostanki na sečni poti obvarujejo gozdna tla pred poškodbami. Postopek se zaključi, ko so vsi sečni ostanki na vlaki.

Neproductivni čas

Pripravljalno – zaključni čas: Ta postopek se začne s prihodom delavca na delovno mesto in pripravo delovnih sredstev za delo. V ta čas sodijo razna vzdrževalna dela pred pričetkom dela kot so brisanje stekla kabine, preverjanje nivoja goriva v rezervoarju, ogrevanje stroja in hidravličnega sistema za normalno delovanje. Po zaključenem delovnem dnevu pa brušenje verige, mazanje zgibnih mest sečne glave in stroja za sečnjo, točenje goriva in olja v stroj za sečnjo ter zavarovanje stroja v času strojnikove odsotnosti. Sem spada tudi vožnja po delovišču, ki predstavlja čas, ki ga stroj porabi pri vožnji, da pride na pravo mesto za pričetek dela.

Vožnja do delovišča: Začne se, ko se kolesa stroja za sečnjo začnejo premikati ter predstavlja čas, ki ga stroj porabi pri vožnji po gozdnih cestah od enega do drugega delovišča. Vključen je tudi čas vožnje po kamionski cesti. V našem primeru tega časa nismo zabeležili, ker je snemanje sečnje potekalo le na enem delovišču.

Zastoj zaradi stroja: Obsega čas popravljanja in vzdrževanja stroja. Skrhana veriga verižne žage in njena zamenjava je bila pogost razlog za prekinitev dela prav tako njeno napenjanje. Pogost razlog zastojev so bile tudi počene hidravlične cevi. Vsa popravila je strojnik opravil sam. Delovni postopek se je končal, ko so bili odpravljeni vsi razlogi, ki so onemogočali normalen potek dela.

Zastoj zaradi organizacije: Predstavlja čas porabljen za dogovarjanje z delovodjo o nadaljnjem poteku dela ter strojnikove ogleda sečnih poti.

Zastoj zaradi delavca: Sem uvrščamo čas, namenjen za fiziološke potrebe strojnika, za krajše odmore in oddihe. Začne se, ko strojnik stopi iz kabine stroja in konča, ko strojnik prične z nadaljevanjem dela.

Glavni odmor: Zaradi celodnevne delavnika je glavni odmor nastopil zaradi kosila. Glavni odmor je bil nekoliko daljši, ker se je delavec vozil na toplo kosilo v bližnje naselje.

Zastoj zaradi meritev: To je čas, porabljen zaradi oviranja strojnika pri delu zaradi snemanja.

4.6.2 Opis delovnih postopkov pri klasični sečnji

Produktivni čas

Pripravljalna dela: Začne se takrat, ko sekač odloži orodje na varno mesto. Zajema še čiščenje okolice predvsem podrasti in polnilnega sloja ter iskanje varnega umika ob podiranju drevesa.

Zasek: Ta delovni postopek se začne, ko delavec pristopi do drevesa in začne določati smer padca drevesa, konča pa takrat, ko je zasek izdelan.

Podžagovanje: Začne se z oblikovanjem ščetine in konča, ko sekač odloži motorno žago z namenom vstavljanja klinov za naganjanje.

Klinjanje in naganjanje: Začne se z vstavljanjem klinov, nato sledi naganjanje klinov s sekiro. Delovni postopek se konča s padcem drevesa na tla oz. z nadaljevanjem dela z motorno žago.

Sproščanje ujetega drevesa: Sem sodijo vsa opravila, ki jih delavec opravi od trenutka, ko drevo pri podiranju obvisi na sosednjem drevesu, pa do trenutka, ko ga s pomočjo obračalnika spravi na tla oz. ugotovi, da tega ne more. V ta delovni postopek sodijo različna opravila: prenos obračalnika, obračanje drevesa, dodatno podžagovanje ali presekovanje ščetine, spodnašanje drevesa.

Obdelava korenovca: V primeru večjih dimenzij drevesa sekač obdela korenovec že na stoječem drevesu. V našem primeru pa je obdelava korenovca in odžagovanje ščetine sledila postopku klinjanje in naganjanje, ko je bilo drevo že na tleh.

Krojenje in prežagovanje: Začne se z dolžinskim krojenjem pri iglavcih in označevanjem mesta prereza. Pri listavcih so krojili goli na transportne dolžine. Prežagovanje in prehodi pri krojenju so se pogosto prepletali z delovnim postopkom kleščenja.

Kleščenje: V ta delovni postopek spada odžagovanje vej z motorno žago, odmikanje vej in drugih predmetov, ki motijo kleščenje in prehode med kleščenjem. Začne se, ko sekač odžaga prvo vejo in konča oziroma prekine zaradi krojenja drevja.

Vzdrževanje gozdnega reda z motorno žago: Delovni postopek se začne, ko sekač zaradi premajhnih dimenzij ne izdeluje več sortimentov, ampak vrhače drevja razžaga na kose.

Vzdrževanje gozdnega reda ročno: V primeru sečnje iglavcev zajema pobiranje in zlaganje vej na kupe, v primeru sečnje listavcev pa umikanje vej in vrhov s pravilnih poti.

Prehod: Delovni postopek zavzema iskanje naslednjega odkazanega drevesa ter prehod od izdelanega drevesa k naslednjemu drevesu, vključno s prenosom orodja in odlaganjem orodja.

Neproduktivni čas

Pripravljalno - zaključni čas: Ta postopek se začne s prihodom delavca na delovišče. V ta čas sodijo razna pripravljala dela, dolivanje goriva, brušenje verige motorne žage, dolivanje goriva pred pričetkom dela. Konča se, ko se delavec z vso potrebno opremo odpravi v delovišče iskat odkazana drevesa.

Vzdrževanje motorne žage in orodja, dolivanje goriva: Delovni postopek zajema brušenje in nameščanje verige, obračanje letve, čiščenje filtra, dolivanje goriva in maziva ter druga opravila s katerimi delavec zagotavlja nemoteno delovanje motorne žage.

Odmor in osebne potrebe: Zajema čas za fiziološke potrebe, menjava obleke in zaščitnih sredstev ter krajši oddihi med delom.

Organizacijski razlogi: Predstavlja čas za dogovarjanje z delovodjo. Prav tako smo v ta delovni postopek uvrstili vse nepotrebne prehode zaradi zamenjave orodja in opravljanje dodatnih nepotrebnih opravil.

Glavni odmor: Zajema čas, ko si delavec približno na polovici delavnika vzame čas za malico.

Zastoj zaradi meritev: To je čas porabljen zaradi oviranja delavca pri delu zaradi snemanja.

4.6.3 Opis delovnih postopkov pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem

Produktivni čas

Prazna vožnja po cesti: Predstavlja čas, ki ga stroj porabi pri vožnji po gozdni cesti.

Delovni postopek se konča takrat, ko stroj zapelje v sestoj na vlako v oz. začne kateri drugi delovni postopek.

Prazna vožnja v sestoju: Predstavlja čas, ki ga stroj porabi pri vožnji po gozdnih vlakah in sečnih poti. Začne se takrat, ko stroj zapelje na sečno pot in konča takrat, ko se ustavi oz. začne kateri drugi delovni postopek.

Nakladanje: Delovni postopek se začne v trenutku, ko strojnik aktivira nakladalno napravo z namenom nakladanja gozdnih sortimentov in konča, ko se kolesa stroja začnejo premikati.

Premik med nakladanjem: Zavzema čas premika med nakladalnimi cikli. Postopek se začne s premikom koles in konča z aktiviranjem nakladalne naprave.

Polna vožnja v sestoju: Predstavlja čas polne vožnje stroja po sečnih poteh in gozdnih vlakah v smeri skladišča ob gozdni cesti. Delovni postopek se začne s prenehanjem nakladanja in konča, ko stroj zapelje na gozdno cesto.

Polna vožnja po cesti: Predstavlja čas polne vožnje stroja po gozdni cesti. Delovni postopek se začne, ko stroj zapelje na gozdno cesto, konča pa, ko se kolesa stroja ustavijo in strojnik začne z razkladanjem sortimentov.

Razkladanje: Delovni postopek zajema čas razkladanja gozdnih sortimentov. Začne se s premikom nakladalne naprave in konča s premikom stroja.

Premik med razkladanjem: Zajema čas premika na gozdni cesti z namenom sortiranja sortimentov.

Neproductivni čas

Zastoj zaradi delavca, glavni odmor: Zajema čas glavnega odmora ter oddihe in fiziološke potrebe delavca med delovnim procesom.

Zastoj zaradi organizacije: Predstavlja čas porabljen za dogovarjanje z delovodjo o nadaljnjem poteku dela. Zajema tudi čas, ki nastane zaradi nepravilnega razporeda strojev v delovišču.

Zastoj zaradi stroja: Obsega čas vzdrževanja in popravljanja stroja. Dolivanje goriva ter razna popravila med delovnim procesom. Največji vzrok zastojev so bile počene hidravlične cevi. Delovni postopek se je končal, ko je bil opravljen vzrok okvare oz. se je začel drugi delovni postopek. V ta postopek smo zajeli tudi pripravljalo zaključni čas.

Zastoj zaradi meritev: To je čas, porabljen zaradi oviranja strojnika pri delu zaradi snemanja.

4.6.4 Opis delovnih postopkov pri spravilu lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem

Productivni čas

Prazna vožnja po skladišču – kamionski cesti: Predstavlja čas, ki ga stroj porabi pri vožnji po gozdni cesti. Delovni postopek se začne s premikom traktorja in konča takrat, ko traktor zapelje na gozdno vlako.

Prazna vožnja po vlaki: Predstavlja čas prazne vožnje traktorja po gozdni vlaki. Začne se, ko traktor zapelje na gozdno vlako in konča, ko se traktor ustavi v sestoji z namenom razvlačevanja vrvi.

Razvlačevanje vrvi: To je čas, potreben za razvlačevanje jeklene vrvi iz vitla do sortimenta v sestoji. Začne se, ko strojnik izstopi iz traktorja in konča, ko se verižne zanke dotaknejo sortimenta.

Vezanje sortimentov: Predstavlja čas vezanja sortimentov. Delovni postopek se začne takrat, ko strojnik z verižnimi zankami začne privezovati sortimente in konča, ko se strojnik odmakne na varno razdaljo privlačevanja.

Privlačevanje sortimentov: Delovni postopek se prične s premikom bremena in konča s privlekom bremena do naletne deske traktorja.

Odvezovanje: Delovni postopek predstavlja čas, potreben za odvezovanje posameznih kosov iz bremena. Slednje se prične na kamionski cesti, ko pričnemo z vitlom spuščati les na tla ter nadaljuje z odpenjanjem verižnih zank. Postopek se konča, ko na naletno desko traktorja z vitlom privlečemo vse zanke.

Premik med zbiranjem: Delovni postopek se prične, ko se traktor po privlačevanju začne premikati na drugo mesto zbiranja lesa ter konča, ko se traktor ustavi.

Polna vožnja po vlaki: Delovni postopek predstavlja čas vlačjenja bremena po vlaki od zadnjega zbiranja sortimentov do skladišča ob kamionski cesti. Začne se s premikom traktorja v sestoji ter konča s prihodom na kamionsko cesto.

Polna vožnja po skladišču, cesti: Predstavlja čas vlačjenja bremena po kamionski cesti. Začne se, ko traktor prispe na kamionsko cesto in konča z ustavitvijo na skladišču lesa.

Razvrščanje sortimentov: Na pomožnih skladiščih, katera so medsebojno oddaljena, traktorist razvršča les po kakovosti. Premik zaradi razvrščanja sortimentov predstavlja čas, ki je potreben za premik traktorja od enega do drugega pomožnega skladišča.

Rampanje sortimentov: Delovni postopek predstavlja čas, ko traktor rampa sortimente na pomožnem skladišču. Začne se, ko se traktor začne premikati z namenom rampanja in

konča, ko traktor porampa vse sortimente na pomožnih skladiščih in se obrne v smer prazne vožnje.

Sproščanje obviselega drevesa: Pogosto se dogaja, da sekač potrebuje pomoč traktorista, ker mu zaradi gostega sklepa krošenj ne uspe spraviti drevesa na tla. Delovni postopek predstavlja čas, ko se traktor odpravi proti obviselemu drevesu in konča s privlačenjem zank na naletno desko traktorja.

Neproductivni čas

Pripravljalno- zaključni čas: V ta čas spada priprava delovnih sredstev za začetek dela. Sem sodi ogrevanje traktorja pred prvim ciklom in dolivanje goriva ter zavarovanje traktorja ob koncu delavnika. Zaradi pogostih obiskov vandalov v gozdu je bilo potrebno še dodatno skrivanje traktorja in verižnih zank.

Zastoj zaradi organizacije: Predstavlja čas, ki nastane zaradi dogovarjanja z delovodjo, zastoj traktorja zaradi nakladanja kamiona na pomožnem skladišču in oviranje traktorista s strani sekačev (kleščenje na vlaki).

Glavni odmor: Čas, namenjen predvsem malici in daljšemu počitku.

Odmor, oddih in fiziološke potrebe: Predstavljajo čas, ki ga delavec potrebuje za normalno in zdravo opravljanje svojega dela.

Zastoj zaradi meritev: To je čas, porabljen zaradi oviranja strojnika pri delu zaradi naših meritev (izmera sortimentov).

Vzdrževanje opreme: Predstavlja čas vzdrževanja stroja in opreme (zatikanje vrvi v bobnu, reševanje zapletene vrvi, mazanje).

Okvare: Predstavljajo čas, ki je potreben za odpravo napak na delovnem sredstvu (počene hidravlične cevi).

4.7 METODA ZAJEMANJA SESTOJNIH PARAMETROV IN OSTALIH PODATKOV ZA NADALJNO ANALIZO

Volumne dreves smo izračunavali s tablic za volumne po Alganu in Čoklu (Kotar, 2003). Tarifni razred je bil določen leta 1968, pri obnovi gozdnogospodarskega načrta leta za enoto Mirna gora, na osnovi izmerjenih višin pri polni premerbi leta 1958.

Tarifne razrede so preverili (Judnič, 2006) pri bukvi, javorju in smreki ter prišli do enakih tarifnih razredov kot leta 1968. Drevesnim vrstam, razen jelke, smo volumne dreves izračunavali s pomočjo formule (1), za vmesene tablice (po Čoklu) s pripadajočim tarifnim razredom 7 (oznaka V7) .

Volumen dreves izračunamo po naslednji formuli:

$$v_d = \frac{V_{45}}{1600} (d - 2,5) \cdot (d - 7,5) \quad \dots (1)$$

d – prsni premer

V_{45} = volumen dreves s prsnim premerom 45 cm

$$V_{45} = 2,188$$

Pri traktorskem spravilu smo učinke ugotavljali tako, da je pomočnik vsakemu kosu v bremenu izmeril dolžino in premer, medtem ko je strojnik pripenjal sortimente ali pa na skladišču ob kamionski cesti med odvezovanjem sortimentov. Premer, dolžini in vrsto sortimenta smo vpisovali na posebne delovne liste, ločeno za vsak cikel spravlja posebej. Skupno breme smo nato izračunali s pomočjo tablic za merjenje prostornin lesa.

Učinke pri izvozu lesa smo dobili posredno na osnovi volumna povprečnega kosa in števila kosov v bremenu. Merjenje bremena pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem je bilo mnogo zahtevnejše, saj je bilo v bremenu tudi do desetkrat več kosov kot pri traktorskem spravilu. Zato smo podrobno beležili koliko kosov je strojnik naložil za vsak nakladalni cikel. Tako smo dobili število sortimentov, ki so bili naloženi na nakladalni prostor zgibnega polprikoličarja. Med razkladanjem sortimentov na pomožnem skladišču, pa smo ponovno beležili, koliko kosov bremena je strojnik razložil na posamezen kup ob kamionski cesti. Nato je pomočnik na posameznem kupu sortimentov premeril večino

kosov, tako da smo dobili povprečni premer sortimenta na posameznem kupu lesa. Na koncu smo s pomočjo tablic za merjenje prostornine lesa izračunali breme za posamezen cikel.

5 REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZA

5.1 ZNAČILNOSTI DELA PRI SEČNJI S STROJEM TIMBERJACK 1270B

Na stroju za sečnjo je delal delavec gozdnega gospodarstva Bled d. d.. Na stroju sta se tedensko izmenjevala dva delavca. Vsak delavec je tedensko opravil približno 80 ur, naslednji teden je imel počitek, delo pa je opravljal drugi delavec. Oba sta imela malo delovnih izkušenj s strojno sečnjo. Na tem delovnem mestu sta delala dobrih 16 mesecev. Prav tako sta izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem izmenjujoče opravljala dva delavca. Strojnika sta začasno prebivala v koči blizu delovišča, na delo pa sta se vozila z vozilom, v katerem sta imela tudi vso potrebno orodje za popravilo in vzdrževanje stroja.

5.2 SESTAVA DELAVNIKA

Snemanje strojne sečnje je potekalo konec septembra, izvoz lesa pa v začetku oktobra. V analizo smo vključili tiste snemalne dni, pri katerih v celotnem delavniku ni bilo posebnosti. V analizo strojne sečnje smo vključil dva snemalna dneva oz. 13,3 snemalne ure, v analizo izvoza lesa pa 5 delovnih dni oz. 38,2 snemalne ure. Dejansko smo snemali več časa, vendar smo morali nekaj snemalnih dni izločiti iz obdelave zaradi okvar stroja, slabih vremenskih razmer in netipičnega poteka dela. Posnete čase smo preračunali na 450 minutni delavnik ob upoštevanju dolžine glavnega odmora 30 minut in izračunali relativne vrednosti v odstotkih.

Zaradi boljšega pregleda nad časi, ki jih je strojnik porabil za posamezne delovne operacije kot tudi za neproduktivna dela smo izdelali povzetek strukture delovnega dne za strojno sečnjo ter izvoz lesa.

Struktura delovnega dne nam omogoča vpogled nad povprečnimi časi posameznih delovnih operacij in zastojev (Krivec, 1979).

Preglednica 1: Povzetek strukture delovnega dne pri sečnji s strojem za sečnjo

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivni čas	483,84	291,31	60,69
Prenos ročice	53,37	32,11	6,69
Nameščanje stroja	11,80	7,10	1,48
Podiranje in obdelovanje	316,52	190,61	39,71
Gozdni red	7,33	4,42	0,92
Vožnja v sestoju	94,82	57,07	11,89
Neproduktivni čas	313,36	188,69	39,31
Zastoj zaradi delavca	48,95	29,47	6,14
Zastoj zaradi organizacije	78,98	47,57	9,91
Zastoj zaradi stroja	33,60	20,21	4,21
Zastoj zaradi meritev	29,72	17,90	3,73
Glavni odmor	72,77	43,82	9,13
Pripravljalno – zaključni čas	49,34	29,72	6,19
Delovni čas	797,20	480	100

V zgornji preglednici smo predstavili dejansko sliko delavnika z vsemi potrebnimi in nepotrebnimi časi, ki so nastali med delom.

Iz analize strukture delavnika lahko povzamemo naslednje ugotovitve:

- Produktivni čas predstavlja 60,69 % celotnega delovnega časa, od tega na glavni produktivni čas (čas, ki se nanaša samo na obdelovanje drevesa oz. ko se sečna glava dotika drevesa) odpade 65,4 %, na pomožni produktivni čas pa 34,6 %.

- *Podiranje in obdelovanje* je zavzemalo 39,71 % celotnega delovnega časa. Ta postopek vključuje *podiranje, kleščenje, krojenje in prežagovanje*, saj je zaradi hitrosti izdelave drevesa nemogoče opazovati podrobnejše operacije dela. V sestoji, kjer se je izvajala sečnja je bilo veliko polnilnega sloja oz. podmerskega drevja, katerega je moral strojnik predhodno odstraniti, da je prišel do odkazanega drevesa.
- Stroj se je v sestoji premikal po predhodno označenih sečnih poteh. Za delovni postopek *vožnja v sestoji* je potreboval 11,89 % delovnega časa. Značilnost tega postopka je, da se beležijo časi med premikom od enega do drugega drevesa z namenom podiranja in izdelavo le teh.

Neproduktivni čas je predstavljal 39,31 % celotnega delovnega časa.

- Zastoji zaradi delavca predstavljajo 6,14 % delovnega časa. Sem spadajo predvsem krajših odmorov za fiziološke potrebe ter krajši oddihi, kadar je delavec izstopil iz stroja ter se nadihal svežega zraka. Čas za glavni odmor (30 minut) je nekoliko prekoračen in predstavlja 9,13 % celotnega časa. Delavec je čas, določen za malico prekoračil, ker se je vozil na topli obrok v bližnjo planinsko kočico. Delež časa, ki je bil posledica *zastoja zaradi stroja*, znaša 4,21 %. Sem spada predvsem menjava meča in verige na glavi za sečnjo ter menjava počene hidravlične cevi. Okvare je strojnik odpravil sam, rezervne dele pa je imel v ohišju stroja. *Zastoji zaradi organizacije* so predstavljali 9,91 % delovnega časa. Ti so nastali zaradi dogovarjanja z delovodjo ter direktorjem Gozdnega gospodarstva Bled. Velik delež tega časa je nastal zaradi medsebojnega oviranja z zgibnim polprikoličarjem, ki ni imel dovolj lesa na zalogi, zato je les pobiral na isti sečni poti tik za strojem za sečnjo. Zaradi tega so nastajali določeni nepotrebni premiki stroja za sečnjo. To težavo so odgovorni odpravili tako, da so zgibnega polprikoličarja dvakrat preselili na drugo delovišče.

5.3 IZBOLJŠANA SESTAVA DELAVNIKA

Spodnja preglednica predstavlja korigirano oz. izboljšano sliko delavnika. Značilnost izboljšanje sestave delavnika je, da dobimo dejansko potreben časa za posamezne delovne postopke. Pri tem je pomembno, da izločimo ves nepotreben neproduktivni čas, v katerega smo šteli zastoje zaradi meritev, glavni odmor pa upoštevamo s tem, ko delavnik preračunamo na 450 minut,

Preglednica 2: Izboljšana sestava delavnika

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas(%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivno delo	483,84	313,38	69,65
Prenos ročice	53,37	34,56	7,68
Nameščanje stroja	11,80	7,65	1,70
Podiranje in obdelovanje	316,52	205,02	45,56
Gozdni red	7,33	4,72	1,05
Vožnja v sestoji	94,82	61,43	13,65
Neproduktivno delo	210,84	136,62	30,35
Zastoj zaradi delavca	48,95	31,77	7,06
Zastoj zaradi organizacije	78,98	51,17	11,37
Zastoj zaradi stroja	33,60	21,73	4,83
Pripravljalno – zaključni čas	49,34	31,95	7,11
Delovni čas	694,68	450	100

Iz prečiščene strukture delavnika vidimo, da se je produktivni čas povečal na 69,65 %. Neproduktivni čas pa se je zmanjšal za 8,96 % na 30,35 %.

V raziskavi, ki je potekala na Finskem, je znašal delež produktivnega časa strojev za sečnjo za redčenje v povprečju 76,30 % (Sirén in Aaltio, cit. po Kepic, 2003).

5.4 PRIMERJAVA ČASOVNE ANALIZE DELA V RAVNINI IN NA NAGNJENEM TERENU

Mnogi strokovnjaki tako v Sloveniji kot v tujini ugotavljajo in določajo pogoje, pri kateri še lahko računamo na uporabnost strojne sečnje pri gospodarjenju z gozdovi. Krč (2002) navaja omejujoče dejavnike, med katerima sta tudi naklon terena nad 30 % ter 70 % iglavcev v lesni zalogi.

Prav zgoraj naštetih omejujočih dejavnikov smo želeli z analizo časovne študije preizkusiti na terenu. Za potrebe nadaljnje analize smo na terenu s številkami posebej označili vsa drevesa, ki se nahajajo na naklonu med 10 % in 50 %.

Preglednica 3: Primerjava in časovna analiza dela med ravnino in naklonom

Postopki	Porabljen čas (min)			
	Naklon		Ravnina	
	min	%	min	%
Produktivno delo	125,82	72,06	359,68	84,06
Prenos ročice	11,20	6,42	41,97	9,81
Nameščanje stroja	5,37	3,07	6,85	1,60
Podiranje in obdelovanje	81,83	46,87	245,83	57,46
Vožnja v sestoji	27,42	15,70	65,03	15,20
Neproductivno delo	48,77	27,94	68,19	15,94
Zastoj zaradi delavca	10,80	6,19	38,15	8,92
Zastoj zaradi organizacije	14,67	8,40	25,12	5,87
Zastoj zaradi stroja	23,30	13,35	4,92	1,15
Delovni čas	174,59	100,00	427,87	100,00

Preglednica 4: Primerjava posameznih parametrov

Primerjalni kazalci dela	Naklon	Ravnina
Število izdelanih dreves	53	226
Količina sečenj (m ³)	21,90	65,23
Povprečen premer drevesa (cm)	21,4	17,9
Povprečni volumen drevesa (m ³)	0,37	0,28
Učinek (min/drevo)	3,29	1,89
Učinek (m ³ /del.uro)	6,68	9,15

V kolikor želimo primerjati delovne postopke in njihove deleže med različnimi pogoji dela, moramo za analizo časovne študije uporabiti samo tiste delovne postopke, ki se pojavljajo tako med delom v ravnini kot med delom na nagnjenem terenu. Zato smo iz obdelave izločili *glavni odmor in pripravljalno - zaključni čas*.

V kolikor primerjamo delo na ravnem in na nagnjenem terenu opazimo, da znaša delež produktivnega časa med delom na nagnjenem terenu 72,06 % in je za 12 % manjši kot med delom na ravnini, kjer znaša delež produktivnega časa 84,06 %. Delovna postopka *nameščanje stroja in prenos ročice* zavzemata skupaj skoraj enak delež tako na ravnini kot v nagibu. Med delom v ravnini večji delež zavzema postopek *prenos ročice*, razlika pa nastopi v nameščanju stroja na nagnjenem terenu, saj je strojnik več časa namenil stabilizaciji stroja in s tem varnejše podiranje in obdelovanje drevesa. Delež delovnega postopka *podiranje in obdelovanje* je na med delom na ravnini za 10 % večji kot med delom v naklonu in znaša 57,46 %. Med delovnima postopkoma *vožnja v sestoji* ni bistvenih razlik. Razlike pa obstajajo v deležu neproduktivnega časa.

Neproduktivni čas med delom v ravnini znaša 15,94 % in je za 12 % manjši kot med delom na nagnjenem terenu. V deležu neproduktivnega časa izstopa delovni postopek *zastoj zaradi stroja*, ki znaša dobrih 13 % pri delu na ravnini pa je delež tega časa zanemarljivo majhen. Ta čas je posledica vožnje stroja po sečnih poteh, saj so se velikokrat pogonska kolesa vrtela v prazno. Delež zastoja zaradi stroja je tudi posledica podiranja in obdelovanja dreves. Drevesa, ki rastejo na nagnjenem terenu, imajo drugačno težišče kot

drevesa na ravnini, zato jih strojnik ni mogel usmerjeno podirati, zato so nastajali zastoji med obdelovanjem drevesa, predvsem zaradi stroja.

Učinek na ravninskem predelu znaša $9,15 \text{ m}^3/\text{delovno uro}$ in je za 36 % večja kot na ekstremnejših pogojih, kjer znaša $6,68 \text{ m}^3/\text{delovno uro}$, kljub temu, da je povprečno drevo na ravnini za $0,09 \text{ m}^3$ manjše kot na nagnjenem terenu, kjer znaša $0,37 \text{ m}^3$. V nagnjenem terenu pa znaša učinek $3,29 \text{ min/drevo}$, v ravnini pa $1,89 \text{ min/drevo}$.

5.5 ZNAČILNOSTI DELA PRI KLASIČNI SEČNJI Z MOTORNO ŽAGO

Preglednica št. 5 prikazuje končno sliko delavnika, tako da smo primerjali povprečne snemalne čase posameznih delovnih postopkov. Skupno smo v štirih dneh v obdelavo zajeli $24,74$ snemalne ure.

Preglednica 5: Prikaz strukture delavnika po delovnih operacijah

Postopki dela	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivni čas	208,72	269,93	56,24
Zasek	12,19	15,76	3,28
Podžagovanje	12,16	15,72	3,28
Kleščenje	48,47	62,69	13,06
Klinanje in naganjanje	10,90	14,09	2,94
Obdelovanje korenovca	4,14	5,36	1,12
Krojenje in prežagovanje	22,36	28,92	6,02
Prehod	40,57	52,46	10,93
Pripravljalna dela	3,35	4,33	0,90
Sproščanje ujetega drevesa	21,63	27,97	5,38
Obračanje sortimentov	0,38	0,49	0,10
Vzdrževanje gozdnega reda ročno	10,08	13,03	2,71
Vzdrževanje gozdnega reda z motorno žago	22,51	29,11	6,06
Neproduktivni čas	162,43	210,07	43,76
Odmor, osebne potrebe	24,81	32,08	6,68
Popravilo motorke, vzdrževanje orodja, dolivanje goriva	13,88	17,94	3,74
Organizacijski razlogi	76,24	98,60	20,54
Zastoj zaradi meritev	2,55	3,30	0,69
Glavni odmor	37,90	49,02	10,21
Pripravljalno - zaključni čas	7,06	9,13	1,90
Delovni čas	371,15	480,00	100,00

- Neproduktivni čas zajema 43,76 % celotnega delovnega časa. Predvsem izstopa delež zastoja zaradi organizacijskih razlogov, ki zajema skoraj 47 % neproduktivnega časa. Zastoji zaradi organizacije so v manjši meri posledica razgovora z delovodjo o samem poteku dela, večji delež pa je posledica delavca, predvsem zaradi lastne neorganiziranosti. Tukaj mislimo predvsem na neracionalni prenos pomožnega orodja, predvsem pozabljanje le tega in ponovno iskanje. Ta čas je v veliki meri posledica neizkušenosti delavca. Čas za glavni odmor (30 minut) je nekoliko prekoračen in predstavlja 10,21 % celotnega časa.

Za določitev dejansko potrebnega časa za posamezne operacije smo morali iz posnetega časa izločiti čas nad 30 minut za glavni odmor (glavni odmor upoštevamo s tem, ko računamo delovnik 450 min) in zastoje zaradi meritev. Prečiščena struktura delavnika je prikazana v spodnji preglednici.

Preglednica 6: Prečiščena struktura delavnika

Postopki dela	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno (%)
	V posnetem času	V delovnem čas	
Produktivni čas	208,72	284,01	63,11
Zasek	12,19	16,58	3,69
Podžagovanje	12,16	16,54	3,68
Kleščenje	48,47	65,96	14,66
Klinanje in naganjanje	10,90	14,83	3,29
Obdelovanje korenovca	4,14	5,64	1,25
Krojenje in prežagovanje	22,36	30,42	6,76
Prehod	40,57	55,20	12,27
Pripravljalna dela	3,35	4,55	1,01
Sproščanje ujetega drevesa	21,63	29,43	6,54
Obračanje sortimentov	0,38	0,52	0,11
Vzdrževanje gozdnega reda ročno	10,08	13,71	3,05
Vzdrževanje gozdnega reda z motorno žago	22,51	30,63	6,81
Neproduktivni čas	121,98	165,99	36,89
Odmor, osebne potrebe	24,81	33,76	7,50
Popravilo motorke, vzdrževanje orodja, dolivanje goriva	13,88	18,88	4,21
Organizacijski razlogi	76,24	103,74	23,05
Pripravljalno - zaključni čas	7,06	9,60	2,13
Delovni čas	330,70	450,00	100,00

Iz prečiščene strukture delavnika je vidno, da se je produktivni čas povečal na 63,11 %, neproduktivni čas pa se je zmanjšal na 36,89 %.

5.6 PRIMERJAVA UČINKOV MED STROJNO IN KLASIČNO SEČNJO

Učinek pri strojni sečnji na produktivno uro znaša $9,42 \text{ m}^3$, na delovno uro pa $6,78 \text{ m}^3$, pri klasični sečnji pa znaša na produktivno uro $3,46 \text{ m}^3$ in $1,76 \text{ m}^3$ na delovno uro. Učinki so približno tri krat večji pri strojni sečnji.

Preglednica 7: Prikaz dreves po premerih in volumnih pri strojni sečnji

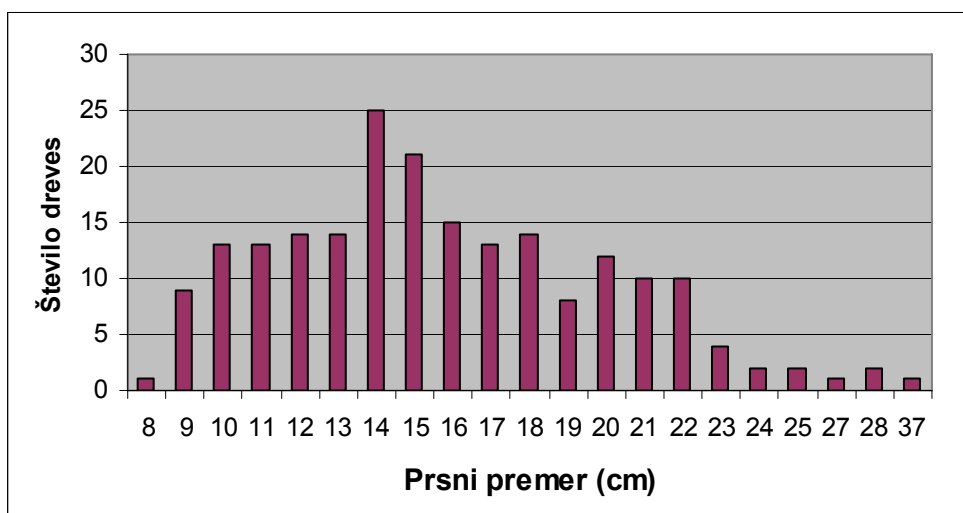
Premjer (cm)	Število dreves	Vol./drevo (m^3)	Skupaj (m^3)
7	3	0,002	0,006
8	11	0,004	0,041
9	10	0,013	0,133
10	11	0,026	0,282
11	10	0,041	0,407
12	8	0,058	0,468
13	12	0,079	0,948
14	9	0,102	0,920
15	14	0,128	1,795
16	10	0,157	1,569
17	14	0,188	2,637
18	23	0,223	5,119
19	14	0,259	3,633
20	18	0,299	5,385
21	8	0,342	2,732
22	9	0,387	3,480
23	7	0,435	3,042
24	11	0,485	5,336
25	14	0,538	7,538
26	6	0,595	3,567
27	10	0,653	6,533
28	6	0,715	4,289
29	2	0,779	1,558
30	6	0,846	5,077
31	2	0,916	1,832
32	2	0,988	1,977
33	2	1,064	2,127
34	3	1,142	3,425
36	2	1,306	2,611
Povprečni premer	Število dreves	Povprečni volumen	Skupaj m^3
18,62	257	0,305	78,42

Preglednica 8: Prikaz dreves po premerih in volumnih pri klasični sečnji

Premjer (cm)	Število dreves	Vol./drevo (m ³)	Skupaj (m ³)
8	1	0,004	0,0038
9	9	0,013	0,1200
10	13	0,026	0,3333
11	13	0,041	0,5289
12	14	0,058	0,8184
13	14	0,079	1,1056
14	25	0,102	2,5555
15	21	0,128	2,6923
16	15	0,157	2,3538
17	13	0,188	2,4489
18	14	0,223	3,1158
19	8	0,259	2,0759
20	12	0,299	3,5897
21	10	0,342	3,4153
22	10	0,387	3,8666
23	4	0,435	1,7381
24	2	0,485	0,9702
25	2	0,538	1,0769
27	1	0,653	0,6533
28	2	0,715	1,4297
37	1	1,392	1,3918
Povprečni premer	Število dreves	Povprečni volumen	Skupaj m ³
15,79	204	0,178	36,28

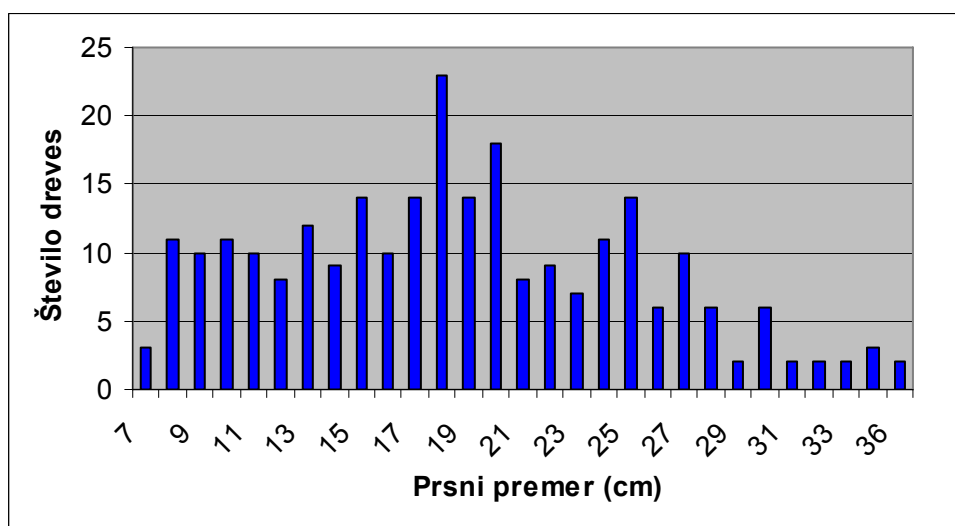
Preglednica 9: Prikaz učinkov pri klasični sečnji listavcev po posameznih dnevih

	1. DAN	2. DAN	3. DAN	4. DAN
Število dreves	46	48	68	42
Povprečni premer	16,43	15,68	14,49	17,4
Povprečni volumen drevesa (m ³)	0,204	0,165	0,134	0,237
Dnevni učinek (m ³)	9,374	7,94	9,1	9,94
Produktivni čas (ure)	2,34	2,69	3,34	2,11
Delovni čas (ure)	4,83	5,18	6,43	4,1
Učinki (m ³ /produktivno uro)	4,01	2,95	2,72	4,71
Učinki (m ³ /delovno uro)	1,94	1,53	1,41	2,42
Poraba časa min/drevo	14,98	20,86	21,31	12,7

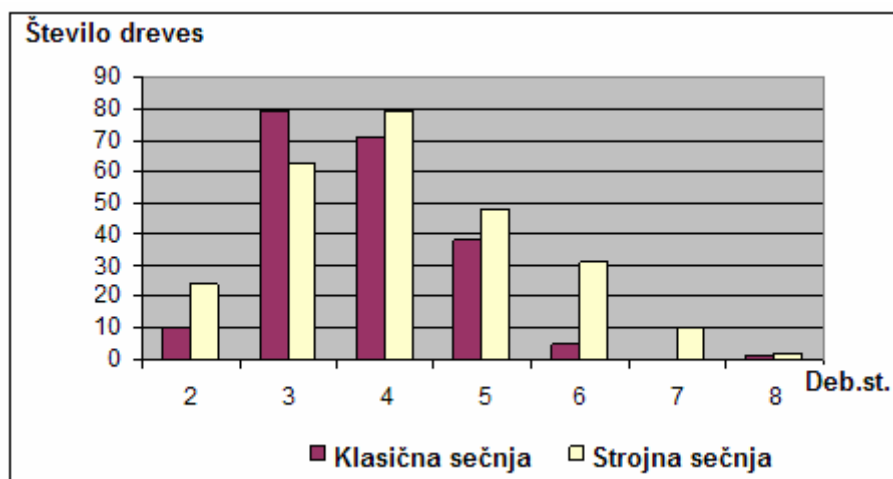


Slika 2: Frekvenčna porazdelitev dreves pri klasični sečnji

Povprečni prsni premer pri klasični sečnji je znašal 15,79 cm. Razlike v strukturi porazdelitve so posledica odkazila, ki je delno prilagojeno določeni tehnologiji. Predvsem je bilo potrebno za strojno sečnjo odstraniti večji delež polnilnega sloja za nemoten posek izbranega drevesa. Povprečni prsni premer pri strojni sečnji je znašal 18,62 cm.



Slika 3: Frekvenčna porazdelitev dreves pri strojni sečnji



Slika 4: Porazdelitve odkazanih dreves po debelinskih stopnjah.

Zgornji grafikon prikazuje porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah. Večja odstopanja opazimo v višjih debelinskih stopnjah, predvsem kot posledica odkazila na sečnih in pravih poteh.

5.7 VPLIV OBLIKE DREVEŠA NA UČINEK PRI STROJNI IN KLASIČNI SEČNJI

V kolikor želimo ugotoviti vpliv oblike oz. morfološke zgradbe drevesa na čas izdelave in posledično na učinkovitost strojne sečnje, moramo upoštevati le glavni produktivni čas sečnje, saj se v njem najbolj odraža vpliv oblike drevesa. V našem primeru je to delovni postopek *podiranje in obdelovanje*. Na pomožni produktivni čas pa ne vplivajo morfološke značilnosti drevesa, ampak razmere v sestoju (prehodnost, gostota sestoja, naklon terena).

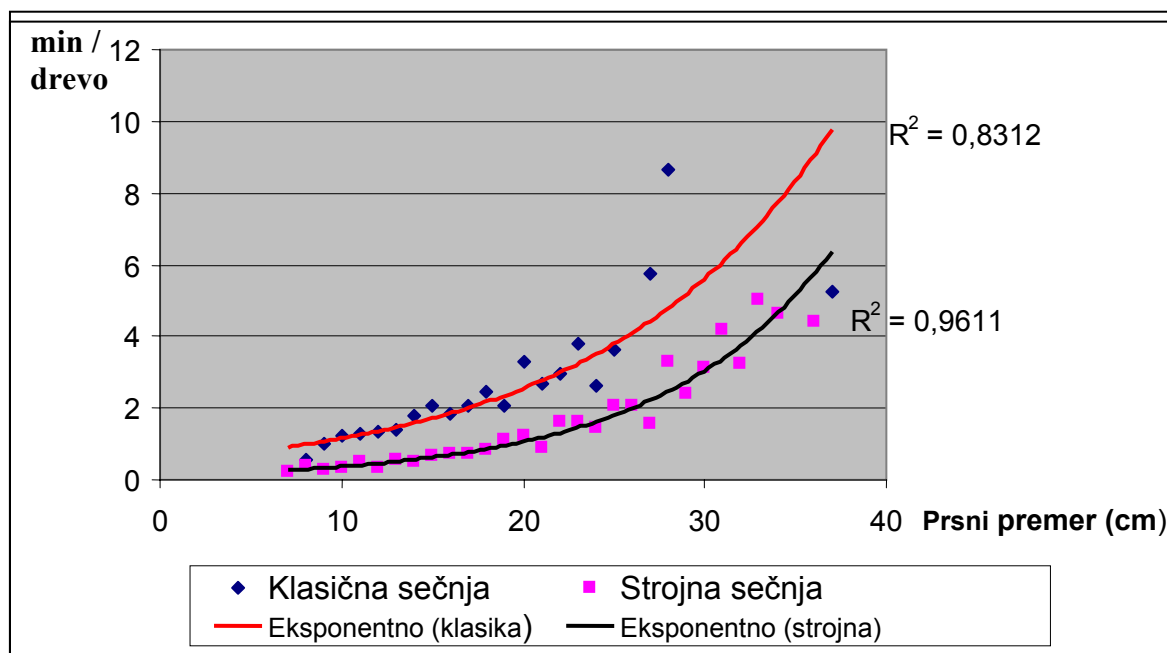
Prav tako smo pri klasični sečnji upoštevali le tiste delovne postopke, ki so neposredno vezani na obdelavo drevesa. Zato v raziskavo nismo vključili naslednje delovne postopke: *prehod, pripravljalna dela, sproščanje ujetega drevesa ter izvajanje gozdnega reda-ročno*.

Preglednica 10: Prikaz primerjave povprečnega trajanja glavnega produktivnega časa ter standardnega odklona za vsa drevesa pri strojni in klasični sečnji

Debelinska stopnja	Strojna sečnja			Klasična sečnja		
	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Standardni odklon	Število dreves	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Standardni odklon	Število dreves
2	0,33	0,34	24	0,98	0,96	10
3	0,51	0,28	63	1,46	0,50	79
4	0,91	0,47	79	2,09	1,06	71
5	1,56	0,67	48	3,07	1,41	38
6	2,37	1,06	31	6,08	2,56	5
7	4,17	1,41	10	/	/	/
8	4,41	1,12	2	/	/	/
Deb. st.	Strojna sečnja			Klasična sečnja		
	min/m ³			min/m ³		
2	17,36			51,58		
3	7,28			20,86		
4	4,33			9,95		
5	3,80			7,49		
6	3,48			8,94		
7	4,04			/		
8	3,12			/		
Deb. st.						
	Razmerje klasična sečnja:strojna sečnja					
2	1: 2,97					
3	1: 2,86					
4	1: 2,30					
5	1: 1,97					
6	1: 2,56					

Zgornja preglednica nam prikazuje povprečno trajanje glavnega produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje. Opazimo, da z večanjem debelinske stopnje narašča tudi poraba časa za podiranje in izdelovanje drevesa, vendar poraba časa za izdelavo drevesa počasneje narašča pri klasični kot pri strojni sečnji vse do pete debelinske stopnje, kar je opazno tudi iz zgornjega razmerja. V šesti debelinski stopnji pa se razmerje med glavnima produktivnima časoma obrne v korist strojne sečnje, kar je najverjetneje posledica premajhnega vzorca izdelanih dreves pri klasični sečnji.

Spodnji grafikon prikazuje primerjavo trajanja glavnega produktivnega časa na drevo med strojno in klasično sečnjo. Vsaka točka na grafikonu prikazuje povprečno trajanje glavnega produktivnega časa za posamezni prsni premer drevesa.



Slika 5: Glavni produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri strojni in klasični sečnji

5.7.1 Vpliv globine krošnje na trajanje izdelave drevesa

Želimo ugotoviti, kako globina krošnje vpliva na trajanje glavnega produktivnega časa ter posledično na učinkovitost strojne sečnje, kolikšne so razlike v trajanju *podiranje in obdelovanje* med kratko in globoko krošnjo pri klasični in strojni sečnji prikazujeta spodnja preglednica in grafikon.

Preglednica 11: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi dreves z globoko in kratko krošnjo ter razmerje med njima pri strojni sečnji

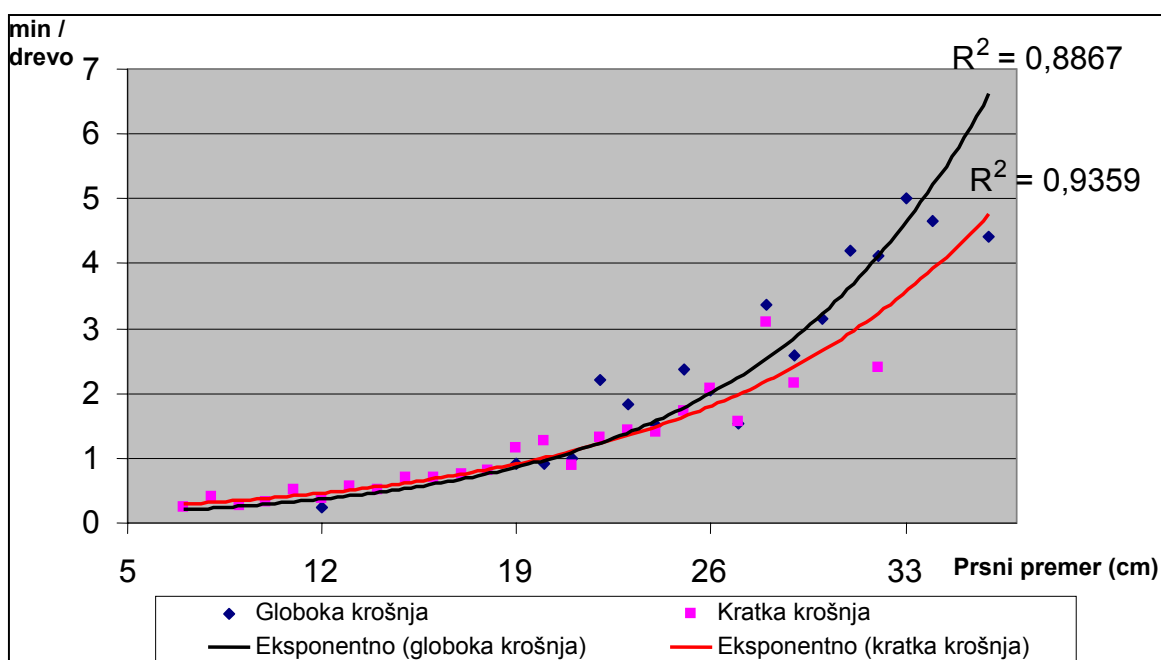
Debelinska stopnja	Globoka krošnja (min/drevo)	Število dreves	Kratka krošnja (min/drevo)	Število dreves	Razmerje (globoka:kratka)
2	/	/	0,33	24	
3	0,23	1	0,52	62	0,45
4	0,91	5	0,91	74	1,00
5	1,90	17	1,37	31	1,39
6	2,60	21	1,88	10	1,39
7	4,37	9	2,40	1	1,82
8	4,41	2	/	/	
Povprečje	2,54		0,85		

Preglednica 12: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi dreves z globoko in kratko krošnjo ter razmerje med njima pri klasični sečnji

Debelinska stopnja	Globoka krošnja (min/drevo)	Število dreves	Kratka krošnja (min/drevo)	Število dreves	Razmerje (globoka:kratka)
2	/	/	0,98	10	/
3	1,53	1	1,45	78	1,06
4	2,39	18	1,98	53	1,21
5	3,39	21	2,66	17	1,27
6	6,08	5	/	/	
Povprečje	3,25		1,73		

Preglednici 11 in 12 nam prikazujeta porabo časa po debelinskih stopnjah za izdelavo drevesa z globoko in kratko krošnjo. Opazimo, da ni razlike pri porabi časa pri strojni sečnji glede na globino krošnje do četrte debelinske stopnje. V četrti in peti debelinski stopnji je potrebno za izdelavo drevesa z globoko krošnjo do 40 % več časa kot pri drevesih s krajšo krošnjo. Pri klasični sečnji je opazen podoben trend povečevanja porabe časa za izdelavo dreves z globoko krošnjo, vendar v manjši meri kot pri strojni sečnji.

Poraba časa za izdelavo drevesa z globoko krošnjo je pri klasični sečnji v povprečju 2,13 krat večja kot pri strojni sečnji, pri drevesih s kratko krošnjo pa je to razmerje še večje in znaša 2,81 v korist strojne sečnje. Večje časovno razmerje izdelave drevesa s kratko krošnjo nam nakazuje prednost strojne sečnje pri izdelavi dreves s kratko krošnjo. Z večanjem globine krošnje, pa se hitrost izdelave drevesa zmanjša za 25 % v korist klasične sečnje.



Slika 6: Glavni produktivni časa v odvisnosti od globine krošnje pri strojni sečnji

Iz slike 6 je razvidno, da je trajanje postopka *podiranje in obdelovanje* do četrte debelinske stopnje neodvisno od globine krošnje. Z naraščanjem debelinske stopnje pa se razlike samo še povečujejo. V peti in šesti debelinski stopnji je potrebno za izdelavo drevesa z globoko krošnjo do 40 % več časa kot za drevesa s krajšo krošnjo.

5.7.2 Vpliv oblike debla na trajanje glavnega produktivnega časa pri izdelavi drevesa

Pri podiranju in izdelovanju enoosnih dreves ima nova tehnologija pridobivanja lesa manjšo porabo časa za izdelavo drevesa v primerjavi s klasično sečnjo. V tretji debelinski stopnji stroj za sečnjo trikrat hitreje izdela drevo kot sekač. Z večanjem debelinske stopnje pa razmerje upada v korist klasičnemu načinu dela. V šesti debelinski stopnji stroj le še 2,32-krat hitreje izdela drevo kot delavec. Pri večosnih drevesih pa se razlika v času izdelave drevesa med strojno in klasično sečnjo občutno zmanjša. V četrti debelinski stopnji stroj za sečnjo dvakrat hitreje izdela drevo, z naraščanjem debelinske stopnje pa se to razmerje še zmanjšuje.

Preglednica 13: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi enoosnih in večosnih dreves pri strojni sečnji (min/drevo)

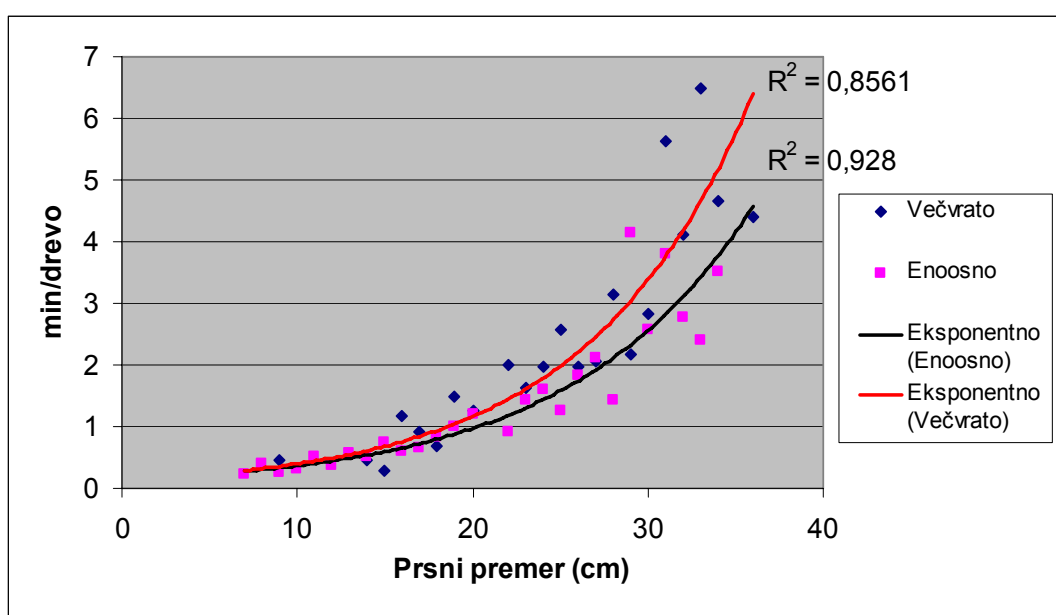
Debelinska stopnja	Enoosno deblo	Število dreves	Večosno deblo	Število dreves	Razmerje (večosno : enoosno)
2	0,33	23	0,45	1	1,38
3	0,51	60	0,49	3	0,96
4	0,85	66	1,19	13	1,40
5	1,37	37	2,17	11	1,58
6	2,12	17	2,66	14	1,25
7	2,88	4	5,03	6	1,75
8	/	/	4,41	2	/
Povprečje	0,93		2,35		

Preglednica 14: Prikaz porabe glavnega produktivnega časa pri izdelavi enoosnih in večosnih dreves pri klasični sečnji (min/drevo)

Debelinska stopnja	Enoosno deblo	Število dreves	Večosno deblo	Število dreves	Razmerje (večosno : enoosno)
2	0,98	10	/	/	/
3	1,44	78	2,32	1	1,61
4	2,06	64	2,34	7	1,14
5	3,18	31	2,55	7	0,80
6	6,84	3	4,93	2	0,72
Povprečje	2,01		2,73		

Razlogi za večjo porabo časa pri izdelavi večosnih dreves so naslednji:

- Strojnik je moral pri podiranju in obdelovanju drevo nekajkrat spustiti iz klešč in ga ponovno zgrabiti, za kar je porabil precej časa.
- Velikokrat se krošnja drevesa začne tik za rogovilo, kar pa še dodatno oteži kleščenje, saj sečna glava ne doseže dovolj veliko hitrost za uspešno kleščenje.
- Več osno drevo sekaču pri izdelavi ne povzroča toliko težav, pojavi se le dodatno kleščenje.



Slika 7: Glavni produktivni čas pri izdelavi enoosnih ter večosnih dreves pri strojni izdelavi drevesa



Slika 8: Kleščenje dreves z rogovilo v krošnji (foto: U. Vranešič)

5.7.3 Vpliv debeline vej na trajanje izdelave drevesa pri stojni in klasični sečnji

Glade (1999) v svoji študiji navaja, da je imel stroj za sečnjo Valmet 892/960 težave pri kleščenju vej, ki so imele povprečen premer pri rdečem boru 7 cm in pri brezi 8 cm. Ugotavlja, da se je večina zastojev zgodila tekom obdelovanja.

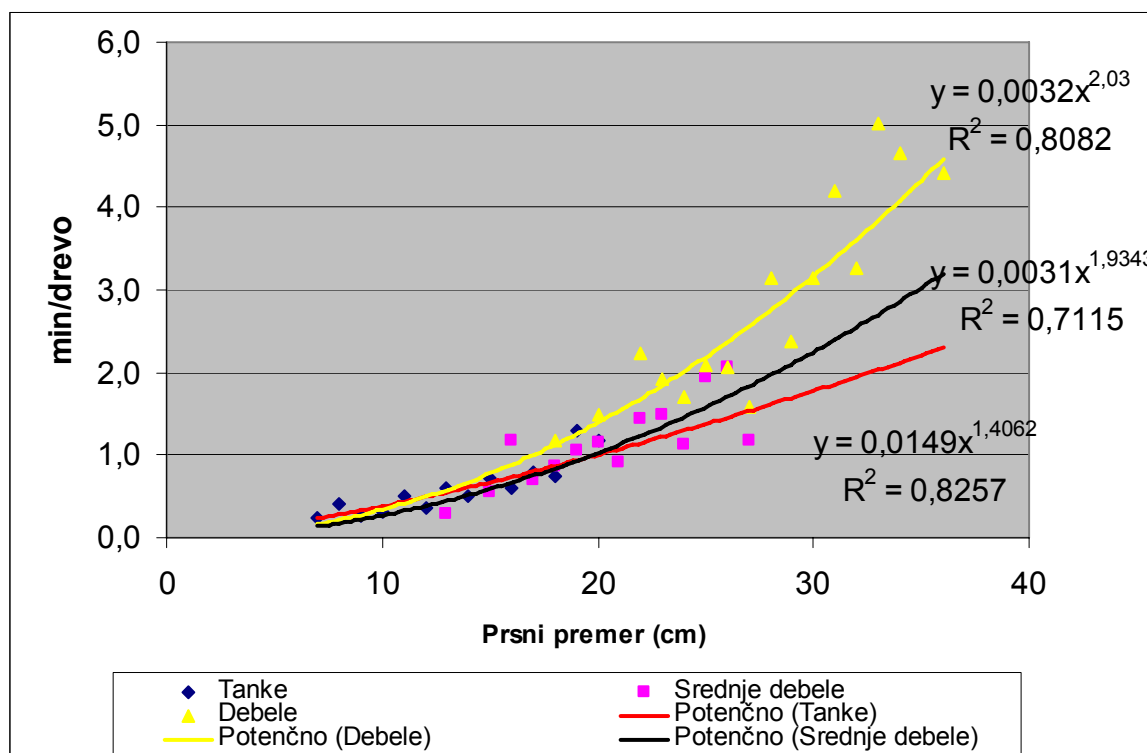
Preglednica 15: Trajanje glavnega produktivnega časa pri strojni izdelavi dreves z različno debelimi vejami v krošnji (min/drevo)

Debelinska stopnja	Tanke veje	Število dreves	Srednje debele veje	Število dreves	Debele veje	Število dreves
2	0,33	24				
3	0,50	58	0,61	5		
4	0,80	39	0,97	36	1,41	4
5			1,28	29	1,97	19
6			2,38	6	2,37	25
7					4,17	10
8					4,41	2
Povprečje	0,57		1,18		2,55	

Preglednica 16: Trajanje glavnega produktivnega časa pri klasični izdelavi dreves z različno debelimi vejami v krošnji (min/drevo)

Debelinska stopnja	Tanke veje	Število dreves	Srednje debele	Število dreves	Debele veje	Število dreves
2	0,98	10				
3	1,43	76	2,01	3		
4	1,92	42	2,42	23	1,94	6
5	2,88	8	2,79	18	3,59	12
6			6,17	2	6,02	3
Povprečje	1,64		2,71		3,47	

S povečevanjem debeline vej v krošnjah dreves se zmanjšujejo razlike v porabi časa za izdelavo drevesa. Stroj za sečnjo skoraj trikrat hitreje izdelava drevesa s tankimi vejami. Taka drevesa povzročajo najmanj težav pri kleščenju. Z naraščanjem debeline vej se zmanjšujejo razlike med strojno in klasično sečnjo. Pri kleščenju srednje debelih vej je stroj za sečnjo v povprečju 2,3-krat hitrejši od klasičnega načina izdelave. Debele veje pa stroju za sečnjo povzročajo nemalo težav pri kleščenju.



Slika 9: Prikaz potrebnega časa za izdelavo drevesa v odvisnosti od debeline vej pri strojni sečnji

5.7.4 Vpliv zgradbe sestoja na trajanje izdelave drevesa pri stojni in klasični sečnji

V predhodni obdelavi smo prikazali vpliv posameznih karakteristik drevesa na trajanje izdelave drevesa.

Nadalje pa želimo narediti primerjavo učinkov in stroškov strojne sečnje dreves v sestojih, kjer prevladujejo *enoosna drevesa s kratko krošnjo in tankimi vejami v krošnji* ter v sestojih kjer prevladujejo *drevesa z razsohlimi oz. večosnimi drevesi, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji dreves*.

Preglednica 17: Prikaz porabe časa za izdelavo dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji

Debelinska stopnja	Strojna sečnja (min/drevo)	Standardni odklon	Klasična sečnja (min/drevo)	Standardni odklon	Razmerje (klasična:strojna)
4	1,04	0,49	2,14	1,46	2,05
5	2,29	0,88	2,83	1,10	1,23
6	2,73	1,18	4,93	1,18	1,80
7	4,86	1,08	/	/	

Preglednica 18: Prikaz porabe časa za izdelavo dreves z enoosnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji

Debelinska stopnja	Strojna sečnja (min/drevo)	Standardni odklon	Klasična sečnja (min/drevo)	Standardni odklon	Razmerje (klasična:strojna)
2	0,33	0,34	0,98	0,95	2,97
3	0,51	0,28	1,42	0,45	2,78
4	0,78	0,44	1,84	1,14	2,36
5	/	/	2,88	0,41	/
Povprečje	0,56		1,59		2,84

Primerjava časov po debelinskih stopnjah za izdelavo večosnih dreves z globoko krošnjo in debelimi vejami v krošnji nam pokaže, da stroj za sečnjo pri podiranju in obdelovanju porabi dvakrat manj časa za izdelavo drevesa pri nižjih debelinskih stopnjah. Z večanjem debelinske stopnje se ta razlika zmanjšuje v korist klasične sečnje. Sečnja dreves s strojem za sečnjo je učinkovitejša pri enoosnih drevesih, s kratko krošnjo in tankimi vejami. Opazimo, da je strojna izdelava dreves do trikrat hitrejša kot klasična pri nižjih debelinskih stopnjah.

5.8 IZRAČUNI IN ANALIZA STROŠKOV PRI OBEH TEHNOLOGIJAH PRODOBIVANJA LESA

S kalkulacijami ugotavljamo stroške enote opravljenega dela. Omogočajo nam izbiro najracionalnejšega delovnega sredstva in načinov dela. Naš cilj je racionalizacija dela, za dosego tega cilja pa so kalkulacije ključnega pomena.

Gozdna proizvodnja je še vedno delovno intenzivna. Velik del stroškov gozdne proizvodnje odpade na stroške dela in na stroške, ki so z delom neposredno povezani. Pri sečnji je delež teh stroškov največji, okoli 80 %, pri drugih fazah gozdne proizvodnje, kjer so pomembni tudi stroški delovnih sredstev pa je delež neposrednih stroškov dela primerno manjši.

Winkler in Malovrh (2006) navajata, da med stroške dela sodijo zlasti:

- Plačilo za opravljeno delo zaposlenih v obliki bruto plače, od katere prejmejo delojemalci le dobro polovico kot neto plačilo. Razlika med bruto in neto plačo pomeni različne socialne dajatve ter davek oziroma akontacijo dohodnine.
- Prispevki za socialno varnost, ki bremenijo podjetje.
- Drugi prejemki, denimo regres za letni dopust, nadomestilo za prevoz na delo, prispevek za malico, varovalna sredstva.
- Prostovoljne socialne dajatve kot so večje odpravnine, odkup pokojninske dobe, razne premije za izjemne dosežke podjetja.

Ceno dela dobimo tako, da bruto urno postavko delavca po kolektivni pogodbi gozdarstva Slovenije pomnožimo s skupnim količnikom na bruto plače, ki znaša za poklicne delavce 4,14. Ta količnik sestavljajo vzporedni stroški dela (K1) s količnikom 2,43 ter splošni stroški podjetja (K2) s pripadajočim količnikom 1,71 (Winkler in Malovrh, 2006).

Preglednica 19: Kalkulacija za klasično sečnjo z motorno žago Husqvarna 372 XP

	Stroškovna postavka	Cena	Poraba	€ obr.uro	% LC
1. Gorivo in mazivo					
	gorivo	1,347 €/l	0,6 l/ou	0,81	4,56
	mazivo	2,34 €/l	0,3 l/ou	0,70	3,96
2. Nadomestni deli					
	veriga	16,00 €	300 ou	0,05	0,30
	meč	19,39 €	600 ou	0,03	0,18
	gonilno kolo	9,55 €	400 ou	0,02	0,13
3. Amortizacija					
	nabavna vrednost	919,2 €	1800 ou	0,51	2,88
4. Popravila in vzdrževanje					
	100% * A			0,51	2,88
5. Obresti					
	3,5%	trajanje 2 leti		0,03	0,15
6. Zavarovanje					
	15*A*t			0,15	
1 – 6 Neposredni materialni stroški / obr. uro				2,82	15,91
Neposredni materialni stroški / del. uro	4,5 obr.ure/dan			1,59	8,95
7. Stroški delavca					
	BPL delavec	3,90	K1=2,43	9,48	53,44
1 – 7 Primerjalna cena				11,07	62,39
8. Splošni stroški					
	BPL * K2	3,90	K2=1,71	6,67	37,61
1 – 8 Lastna cena (LC)				17,74	100,00

Pri klasični sečnji z motorno žago neposredni materialni stroški predstavljajo 9 % lastne cene, stroški delavca pa 53 %. Preostali delež predstavljajo splošni stroški podjetja.

Preglednica 20: Kalkulacija stroškov spravila lesa z gozdarskim traktorjem John Deere

	Stroškovna postavka	Cena	Poraba	€ obr.uro	% LC
1. Gorivo in mazivo	gorivo	1,12 €/l	5 l/ou	5,60	14
	mazivo	3,77 €/l	0,25 l/ou	0,94	2
2. Nadomestni deli	gume	3052 €/grt	1500 du	1,64	4
	verige	3168 €/grt	2000 du	1,17	3
	jeklene vrvi	164,12 €/grt	2grt 600du	0,50	1
	zanke	19,15 €/kos	8 kosov 500 du	0,29	1
	drsniki	17,9 €/kos	8 kosov 400 du	0,34	1
3. Amortizacija	nabavna vrednost	63970 €	6 let 160 dni/l	8,33	20
	likvidacijska vrednost	20 %		- 1,67	- 4
4. Popravila in vzdrževanje	60% * A			5	12
5. Obresti					
	3,5%	trajanje 6 leti		1,50	4
6. Zavarovanje					
	3*A*t			1,5	4
1 – 6 Neposredni materiali stroški / obr. uro				24,69	61
7. Stroški delavca					
	BPL delavec	3,90	K1=2,43	9,48	23
1 – 7 Primerjalna cena				34,17	84
8. Splošni stroški					
	BPL * K2	3,90	K2=1,71	6,67	16
1 – 8 Lastna cena (LC)				40,84	100

Pri spravilu lesa neposredni materialni stroški predstavljajo 61 % lastne cene, stroški delavca pa 23 %. Preostali delež predstavljajo splošni stroški podjetja.

Preglednica 21: Kalkulacija stroškov dela za stroj za sečnjo Timberjack 1270 B

	Stroškovna postavka	Cena	Poraba	€ obr.uro	% LC
1. Gorivo in mazivo	gorivo	1,12 €/l	15 l/ou	16,80	16
	mazivo	3,77 €/l	1 l/ou	3,77	4
2. Nadomestni deli	gume	11100 €	5000 du	0,63	1
3. Amortizacija	nabavna vrednost	334670 €	12000 ou	47,81	46
	likvidacijska vrednost	20 %		- 8,38	-8
4. Popravila in vzdrževanje					
	60% * A			29,06	28
5. Obresti					
	3,5%	trajanje 7 let		4,04	4
6. Zavarovanje					
	3*A*t			10,04	10
1 – 6 Neposredni materialni stroški / obr. uro				103,77	100
Neposredni materialni stroški / del. uro	70% tehnične izkoriščenosti			72,64	71
7. Stroški delavca					
	BPL delavec	7,40	K1=2,43	17,98	17
1 – 7 Primerjalna cena				90,62	88
8. Splošni stroški					
	BPL * K2	7,40	K2=1,71	12,65	12
1 – 8 Lastna cena (LC)				103,27	100

Pri strojni sečnji lesa neposredni materialni stroški predstavljajo 71 % lastne cene, stroški delavca pa le 17 %.

Preglednica 22: Kalkulacija stroškov dela s strojem za izvoz lesa Timberjack 1010 D

	Stroškovna postavka	Cena	Poraba	€ obr.uro	% LC
1. Gorivo in mazivo	gorivo	1,12 €/l	12 l/ou	13,44	16
	mazivo	3,77 €/l	1 l/ou	3,77	4
2. Nadomestni deli	gume	11100 €	5000 du	0,63	1
3. Amortizacija	nabavna vrednost	218500 €	12000 ou	31,21	37
	likvidacijska vrednost	20 %		- 6,24	-7
4. Popravila in vzdrževanje					
	60 % * A			18,97	23
5. Obresti					
	3,5%	trajanje 7 let		2,64	3
6. Zavarovanje					
	3*A*t			6,56	8
1 – 6 Neposredni materialni stroški / obr. uro				70,98	85
Neposredni materialni stroški / del. uro	75 % tehnične izkoriščenosti			53,24	64
7. Stroški delavca					
	BPL delavec	7,40	K1=2,43	17,98	21
1 – 7 Primerjalna cena				71,22	85
8. Splošni stroški					
	BPL * K2	7,40	K2=1,71	12,65	15
1 – 8 Lastna cena (LC)				83,87	100

Pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem neposredni materialni stroški predstavljajo 64 % lastne cene, stroški delavca pa le 17 %.

Z novim tehnologijami gozdne proizvodnje se delež stroškov živega dela v skupnih stroških gozdne proizvodnje sicer zmanjšuje ampak še vedno ostaja pomemben.

5.9 PRIMERJAVA STROŠKOV IN UČINKOV OBEH TEHNOLOGIJ SEČNJE LESA

5.9.1 Povprečni stroški in učinki obeh tehnologij sečnje

V predhodnih obdelavah smo ugotavljali vpliv oblike drevesa na trajanje izdelave drevesa. Zato smo v obdelavo vključili le glavni produktivni čas, oz. čas, ki je neposredno vezan na podiranje in izdelavo drevesa. V kolikor želimo dobiti delovne učinke v produktivnem času in delovnem času moramo glavni produktivni čas povečati za delež pomožnega produktivnega časa. Delovni čas (min/drevo) smo izračunali tako, da smo glavni produktivni čas delili z deležem, ki ga le ta zavzema v izboljšani strukturi delavnika (0,4556). Produktivni čas (min/drevo) smo izračunali tako, da smo glavni produktivni čas, ki je potreben za izdelavo drevesa delili z deležem, ki ga le ta zavzema v produktivnem času (0,6346).

Preglednica 23: Povprečna poraba časa pri strojni sečnji za izdelavo dreves v glavnem produktivnem času, produktivnem času in delovnem času

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Št. dreves na produktivno uro	Št. dreves na delovno uro
2	0,33	0,52	0,72	115,25	82,83
3	0,51	0,80	1,12	74,58	53,60
4	0,91	1,44	2,00	41,80	30,04
5	1,56	2,46	3,42	24,38	17,52
6	2,37	3,74	5,20	16,05	11,53
7	4,17	6,58	9,15	9,12	6,56
8	4,41	6,96	9,68	8,62	6,20

Preglednica 24: Stroški strojne sečnje dreves in prikaz produktivnosti po debelinskih stopnjah

Debelinska stopnja	Volumen (m ³ /drevo)	m ³ na prod. uro	m ³ na del. uro	min/m ³	€/m ³ na produktivno uro	€/m ³ na delovno uro
2	0,02	2,3	1,66	36,1	44,80	62,34
3	0,07	5,2	3,75	16,0	19,78	27,52
4	0,21	8,8	6,31	9,5	11,76	16,37
5	0,41	10,0	7,18	8,4	10,33	14,38
6	0,68	10,9	7,84	7,6	9,46	13,17
7	1,03	9,4	6,76	8,9	10,99	15,28
8	1,44	12,4	8,93	6,7	8,32	11,57

Preglednica 25: Povprečna poraba časa pri klasični sečnji za izdelano drevo v glavnem produktivnem času, produktivnem času in delovnem času

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas	Produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Št. dreves na produktivno uro	Št. dreves na delovno uro
2	0,98	1,55	2,43	38,71	24,66
3	1,46	2,31	3,63	25,97	16,54
4	2,09	3,31	5,20	18,22	11,55
5	3,07	4,86	7,63	12,34	7,86
6	6,08	9,62	15,10	6,23	3,97

Preglednica 26: Stroški klasične sečnje dreves in prikaz produktivnosti po debelinskih stopnjah

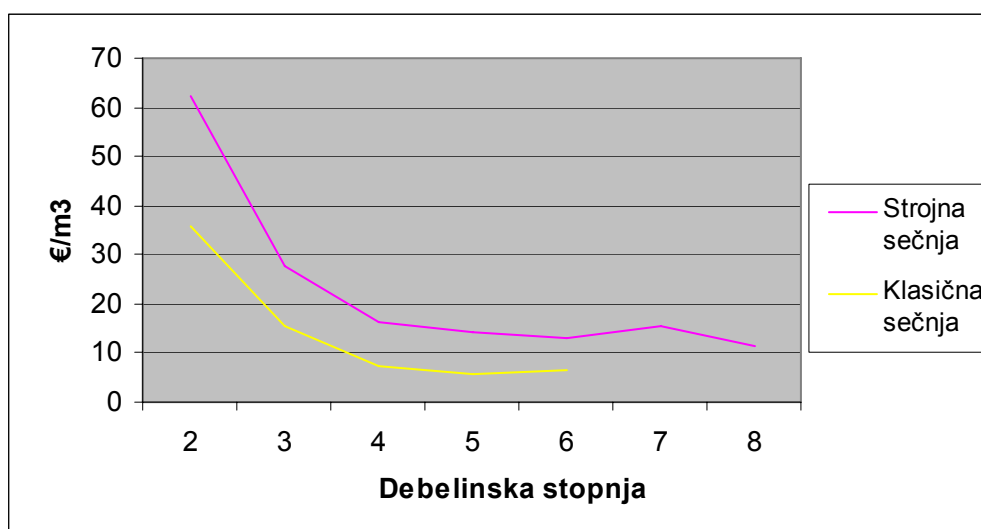
Debelinska stopnja	m ³ na produktivno uro	m ³ na delovno uro	min/m ³	€/m ³ na produktivno uro	€/m ³ na delovno uro
2	0,77	0,49	121,65	22,91	35,97
3	1,82	1,16	51,82	9,76	15,32
4	3,83	2,43	24,74	4,64	7,31
5	5,06	3,22	18,62	3,51	5,50
6	4,24	2,70	22,23	4,19	6,57

Zgornje preglednice nam prikazujejo učinke in stroške sečnje dreves po debelinskih stopnjah. Stroški sečnje pri obeh tehnologijah z naraščanjem debelinske stopnje padajo.

Povprečni učinek na delovno uro pri strojni sečnji znaša **6,78 m³**, strošek sečnje **15,23 €/m³**. Povprečni učinek na produktivno uro znaša 9,42 m³.

Pri klasičnem načinu sečnje pa je povprečni učinek **1,76 m³** na delovno uro, stroški sečnje pa znašajo povprečno **10,08 €/m³**.

Klasična sečnja se izkaže za racionalnejšo, kljub manjšem povprečnem volumnu drevesa.



Slika 10: Primerjava stroškov sečnje obeh tehnologij

Stroški sečnje so pri obeh tehnologijah zelo visoki v drugi debelinski stopnji, kar je posledica majhnega volumna dreves v tej debelinski stopnji. Visoki stroški so posledica nizkih učinkov. Dejansko se takrat izvajajo prva redčenja, ki pa so pa delno subvencionirana. V kolikor bi prva oz. druga redčenja izvajali strojno, pa bi morali premisliti o smotnosti uporabe tako velikega stroja, zaradi prevelikih stroškov. Z večanjem debelinske stopnje ter povprečnega volumna drevesa se tudi stroški na enoto približujejo povprečni vrednosti.

5.9.2 Vpliv morfologije dreves na stroške in učinke

Preglednica 27: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo **dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji** pri strojni sečnji

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Produktivni čas (min/drevo)	Št. dreves na del. uro	Št. dreves na prod. uro
4	1,04	2,28	1,64	26,3	36,6
5	2,29	5,03	3,61	11,9	16,6
6	2,73	5,99	4,31	10,0	13,9
7	4,86	10,87	7,67	5,6	7,8

Debelinska stopnja	m ³ na delovno uro	m ³ na produktivno uro	€/m ³ na delovno uro	€/m ³ na produktivno uro
4	5,52	7,68	18,7	13,4
5	4,89	6,81	21,1	15,2
6	6,81	9,47	15,2	10,9
7	5,79	8,06	17,8	12,8

Preglednica 28: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo **dreves z eno osnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji** pri strojni sečnji

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Produktivni čas (min/drevo)	Št. dreves na del. uro	Št. dreves na prod. uro
2	0,33	0,72	0,52	82,8	115,4
3	0,51	1,12	0,80	53,6	74,7
4	0,78	1,71	1,23	35,0	48,8

Debelinska stopnja	m ³ na delovno uro	m ³ na produktivno uro	€/m ³ na delovno uro	€/m ³ na produktivno uro
2	1,66	2,31	62,3	44,8
3	3,75	5,23	27,5	19,8
4	7,36	10,25	14,0	10,1

Stroške in učinke pri strojni sečnji lesa lahko neposredno primerjamo le v četrti debelinski stopnji, kjer se pojavijo drevesa z zelenimi lastnostmi. Učinkovitost v vitkih, enoosnih sestojih znaša 7,36 m³ na delovno uro, pri povprečnem drevesu 0,21 m³ in je za 27 % večja kot v sestojih, kjer se pojavljajo večosna drevesa z globoko krošnjo. Stroški sečnje v

enoosnih sestojih pri povprečnem drevesu $0,21 \text{ m}^3$ znašajo 14 €/m^3 na delovno uro ter so za 33 % nižji kot v zgoraj omenjenih sestojih.

Preglednica 29: Prikaz porabe časov, učinkovitosti in stroškov za izdelavo dreves z večosnimi debli, globokimi krošnjami ter debelimi vejami v krošnji pri klasični sečnji

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Produktivni čas (min/drevo)	Št. dreves na del. uro	Št. dreves na prod. uro
4	2,14	5,29	3,39	11,3	17,7
5	2,83	7,00	4,48	8,6	13,4
6	4,93	12,19	7,81	4,9	7,7

Debelinska stopnja	m^3 na delovno uro	m^3 na produktivno uro	€/m^3 na delovno uro	€/m^3 na produktivno uro
4	2,38	3,72	7,45	4,76
5	3,52	5,49	5,05	3,51
6	3,35	5,22	5,30	3,39

Preglednica 30: Prikaz porabe časov, produktivnosti in stroškov za izdelavo dreves z enoosnimi debli, kratkimi krošnjami ter drobnimi vejami v krošnji pri klasični sečnji

Debelinska stopnja	Glavni produktivni čas (min/drevo)	Delovni čas (min/drevo)	Produktivni čas (min/drevo)	Št. dreves na del. uro	Št. dreves na prod. uro
2	0,98	2,42	1,55	24,77	38,6
3	1,42	3,51	2,25	17,09	26,7
4	1,84	4,55	2,92	13,19	20,6
5	2,88	7,12	4,56	8,43	13,15

Debelinska stopnja	m^3 na delovno uro	m^3 na produktivno uro	€/m^3 na delovno uro	€/m^3 na produktivno uro
2	0,50	0,77	35,48	22,96
3	1,19	1,87	14,91	9,50
4	2,77	4,32	6,40	4,10
5	3,46	5,39	5,13	3,29

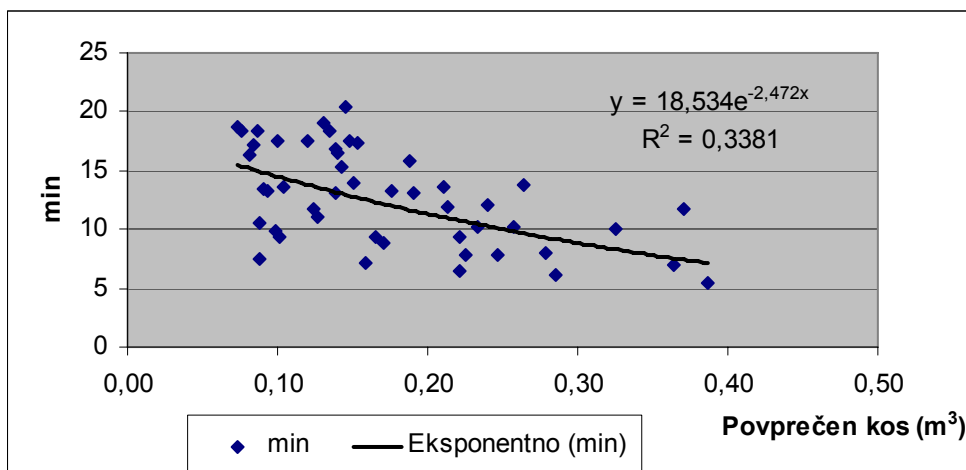
Pri klasični sečnji se pojavijo manjše razlike v produktivnosti glede na morfološko zgradbo sestoja. V vitkih sestojih s povprečnim drevesom $0,21 \text{ m}^3$ znašajo učinki na delovno uro $2,77 \text{ m}^3$ in je za 16 % večja kot pri izdelavi večosnih dreves z mogočno krošnjo.

5.10 PRIMERJAVA SPRAVILA LESA PRI OBEH TEHNOLOGIJAH

5.10.1 Časovna analiza spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem

Iz analize strukture delavnika lahko povzamemo naslednje ugotovitve:

- Produktivni čas predstavlja 74,24 % celotnega delovnega časa, od tega na glavni produktivni čas (*prazna vožnja po skladišču, prazna vožnja po vlaki, polna vožnja po vlaki in vlačenje po skladišču*) odpade samo 24 %, na pomožni produktivni čas pa 76%. Delež produktivnega časa je ugoden, kar pomeni, da delo poteka tekoče z malo prekinitvami. Nizek delež glavnega produktivnega časa kaže na to, da je traktor premalo izkoriščen, če predpostavljamo, da je traktor namenjen predvsem vlačanju in ne zbiranju lesa.
- Delovni postopki, ki se nanašajo na zbiranje lesa (*razvlačevanje vrvi, vezanje sortimentov, privlačevanje sortimentov, prevezovanje med zbiranjem, premik med zbiranjem*) predstavljajo kar 54,48 % delež produktivnega časa. Velik delež je posledica sestojnih razmer ter majhnega povprečnega volumna kosa v bremenu. Spodnji grafikon prikazuje trajanje zbiranja lesa v odvisnosti od povprečnega volumna kosa v bremenu.



Slika 11: Trajanje zbiranja lesa v odvisnosti od povprečnega volumna sortimenta v bremenu (min/ciklus)

Preglednica 31: Povzetek strukture delovnega dne pri spravilu lesa s traktorjem John Deere 6220

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivno delo	255,12	356,35	74,24
Prazna vožnja po skladišču	5,61	7,82	1,63
Vlačenje po skladišču	5,73	8,02	1,67
Prazna vožnja po vlaki	26,94	37,63	7,84
Vlačenje po vlaki	22,92	32,02	6,67
Razvlačevanje vrvi	32,45	45,31	9,44
Vežanje sortimentov	41,46	57,94	12,07
Privlačevanje sortimentov	43,08	60,19	12,54
Prevezovanje med zbiranjem	11,01	15,36	3,20
Premik med zbiranjem	8,99	12,53	2,61
Odvezovanje bremena	27,80	38,83	8,09
Sortiranje sortimentov	7,14	9,98	2,08
Rampanje sortimentov	21,99	30,72	6,40
Neproduktivno delo	88,54	123,65	25,76
Sproščanje obvislega drevesa	3,44	4,80	1,00
Vzdrževanje opreme	0,78	1,10	0,23
Oddih pri delu	2,65	3,70	0,77
Krajši odmor	3,34	4,66	0,97
Glavni odmor	46,73	65,28	13,60
Pripravljalno zaključni čas	12,53	17,52	3,65
Fiziološke potrebe	0,72	1,01	0,21
Zastoj zaradi organizacije	12,48	17,42	3,63
Okvare	1,45	2,02	0,42
Zastoji zaradi meritev	4,42	6,19	1,29
Delovni čas	343,66	480,00	100,00

V analizo spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem John Deere 6220 smo vključili 28,6 snemalnih ur oz. pet delavnikov.

- Neproduktivni čas je predstavljal 25,76 % celotnega delovnega časa. Velik delež tega časa predstavlja glavni odmor, ki zajema 52,8 % delež neproduktivnega časa. Čas za glavni odmor (30 minut) je bil nekoliko prekoračen in je v povprečju zajemal 46,73 minute na delavnik oziroma 13,60 % celotnega delovnega časa. Daljše trajanje glavnega odmora je razumljivo, saj je imel traktorist v povprečju le za 6,71 minut oddihov ter krajših odmorov med samim delom. Deloma se traktorist odpočije med polno in prazno vožnjo.
- Pripravljalno zaključni čas je v povprečju trajal 12,53 minut oz 3,65 % skupnega delavnika. Traktoristu po kolektivni pogodbi pripada 20 minutni pripravljalno zaključni čas. Delež zastojev zaradi organizacije je znašal 3,63 % oz. 12,48 minut na delovni dan. Omenjeni zastoji so nastali predvsem zaradi dogovarjanja z delovodjo o nadaljnjem poteku del.

Za določitev dejansko potrebnega časa za posamezne operacije smo morali iz posnetega časa izločiti čas nad 30 minut za glavni odmor (glavni odmor upoštevamo s tem, ko računamo delavnik 450 minut) in zastoje zaradi meritev.

S tem ko smo izpustili vse, kar je nepotrebno za normalno delo, smo dobili strukturo normalnega delavnika, ki je v preglednici št. 32 prikazana kot prečiščena struktura delavnika.

Preglednica 32: Prečiščena struktura delavnika

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivno delo	255,12	392,49	87,22
Prazna vožnja po skladišču	5,61	8,64	1,92
Vlačenje po skladišču	5,73	8,82	1,96
Prazna vožnja po vlaki	26,94	41,45	9,21
Vlačenje po vlaki	22,92	35,28	7,84
Razvlačevanje vrvi	32,45	49,91	11,09
Vezanje sortimentov	41,46	63,81	14,18
Privlačevanje sortimentov	43,08	66,29	14,73
Prevezovanje med zbiranjem	11,01	16,97	3,77
Premik med zbiranjem	8,99	13,82	3,07
Odvezovanje bremena	27,80	42,80	9,51
Sortiranje sortimentov	7,14	10,98	2,44
Rampanje sortimentov	21,99	33,48	7,52
Neproduktivno delo	37,39	57,51	12,78
Sproščanje obvislega drevesa	3,44	5,31	1,18
Vzdrževanje opreme	0,78	1,22	0,27
Oddih pri delu	2,65	4,05	0,90
Krajši odmor	3,34	5,13	1,14
Pripravljalno zaključni čas	12,53	19,26	4,28
Fiziološke potrebe	0,72	1,13	0,25
Zastoj zaradi organizacije	12,48	19,22	4,27
Okvare	1,45	2,25	0,50
Delovni čas	292,51	450,00	100,00

Iz delavnika smo izločili ves nepotreben čas, ki je nastal med delom (zastoji zaradi meritev, trajanje glavnega odmora nad 30 minut). Iz prečiščene strukture opazimo, da se je povečal delež produktivnega časa za 13 %, delež neproduktivnega časa pa se je temu primerno zmanjšal na 12,78 %.

5.10.2 Analiza učinkov in stroškov pri spravilu lesa s traktorjem John Deere 6220

V petih snemalnih dneh smo posneli 54 ciklusov spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem John Deere. Povprečne vrednosti 54 snemalnih ciklusov so podane v preglednici 33.

Preglednica 33: Povprečne vrednosti za spravilo lesa glede na dolžino vlačjenja

Dolžina vlačjenja (m)	Nad 300	200-300	100-200	Pod 100	Povprečje
Volumen (m ³)	2,10	1,84	1,80	1,21	1,67
Prazna vlaka (min)	4,11	3,67	2,76	1,44	2,66
Polna vlaka (min)	3,89	3,21	2,03	1,25	2,23
Polna cesta (min)	0,71	0,76	0,48	0,37	0,57
Prazna cesta (min)	0,46	0,46	0,62	0,39	0,55
Povprečen čas ciklusa (min)	32,10	27,70	25,97	18,50	24,75
Zbiranje lesa skupaj (min)	17,11	14,14	14,35	10,15	13,32
Delež zbiranja (%)	53	51	55	55	54
Glavni produktivni čas (min)	9,17	8,09	5,89	3,46	6,01
Delež glavnega prod. časa (%)	29	29	23	19	24
Učinki (m ³ /produktivno uro)	3,93	3,99	4,16	3,92	4,05
Povprečen kos (m ³)	0,17	0,19	0,18	0,15	0,18
Število kosov v bremenu	13,00	11,67	10,83	8,00	10,28
Število kosov/drsnik	1,72	1,84	1,52	1,21	1,47
Povprečna razdalja vlačjenja (m)	336,00	236,67	128,33	53,85	157,10
Delež listavcev v bremenu (%)	79,00	61,67	62,50	58,08	61,00

Iz zgornje preglednice lahko podamo naslednje ugotovitve:

- Povprečno breme (prikazano tudi na sliki 5) znaša 1,67 m³. Z večanjem dolžine spravila se je povečevalo tudi skupno breme in število kosov v bremenu. Strojnik je na daljših pravilnih razdaljah več časa porabil za zbiranje lesa.
- Delež trajanja delovnega postopka zbiranja je ne glede na dolžino vlačjenja približno enak in znaša povprečno 54 % produktivnega časa.
- Delež glavnega produktivnega časa v povprečju znaša 24 %. Z večanjem pravilne razdalje se povečuje le ta, saj je odvisen od prazne in polne vožnje traktorja.
- Povprečni učinek znaša 4,05 m³ na produktivno uro ter 3,53 m³ na delovno uro. Učinkovitost ostaja približno enaka ne glede na dolžino vlačjenja.

- Lastna cena spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem John Deere znaša 40,84 € (preglednica 19). Cena spravila lesa na delovno uro pa znaša v povprečju **11,57 €/m³**.



Slika 12: Vlačenje bremena pri spravilu lesa s traktorjem John Deere (foto: U. Vranešič)

5.10.3 Časovna analiza spravila izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem

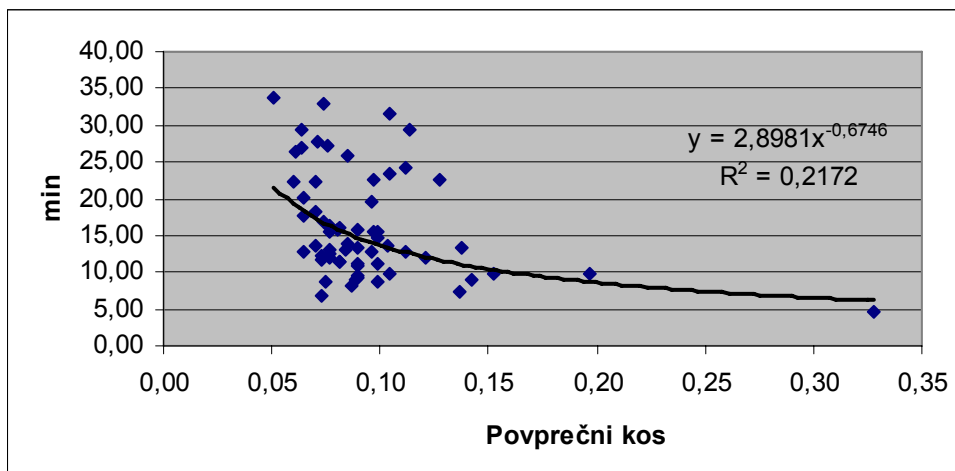
V analizo delavnika izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem smo v petih dneh snemanja zajeli 38,62 snemalnih ur oziroma 63 snemalnih ciklusov.

Preglednica 34: Povzetek strukture delovnega dne pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem Timberjack 1010D

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno (min)		Relativno glede na posneti čas (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivno delo	357,45	373,62	77,84
Nakladanje	170,28	177,99	37,08
Polna vožnja po cesti	3,77	3,94	0,82
Polna vožnja v sestoju	32,68	34,16	7,12
Prazna vožnja po cesti	7,57	7,92	1,65
Prazna vožnja v sestoju	42,68	44,61	9,29
Premik med nakladanjem	33,96	35,50	7,40
Premik med razkladanjem	1,77	1,85	0,39
Razkladanje	64,73	67,66	14,10
Neproduktivno delo	101,77	106,38	22,16
Zastoj zaradi organizacije	9,82	10,27	2,14
Zastoj zaradi stroja	18,03	18,85	3,93
Zastoj zaradi delavca	11,45	11,97	2,49
Glavni odmor	61,67	64,46	13,43
Zastoj zaradi meritev	0,80	0,84	0,17
Delovni čas	459,22	480	100,00

Iz analize strukture delavnika, lahko povzamemo naslednje ugotovitve:

- Produktivni delo predstavlja 77,84 % celotnega delavnika. Velik delež produktivnega časa, kar 57,13 % zajemata delovna postopka *nakladanje* ter *premik med nakladanjem*, predvsem zaradi majhnega volumna povprečnega kosa v bremenu, ki znaša 0,09 m³.



Slika 13: Trajanje nakladanja lesa v odvisnosti od povprečnega volumna sortimenta (min/ciklus)

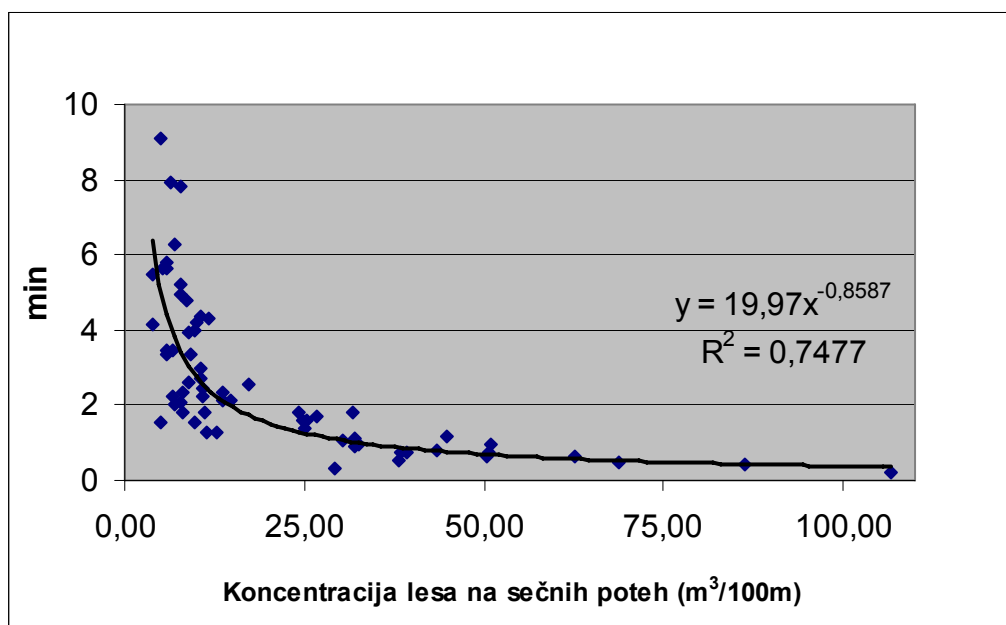
- Neproduktivno delo zajema 22,16 % delež delavnika. Od tega glavni odmor zajema 60,60 % delež. To je posledica vožnje delavca na topli obrok v dolino. Zastoji zaradi organizacije, zastoji zaradi delavca in zastoji zaradi stroja pa zajemamo skupaj 8,56 % delež delavnika. To nam nakazuje, da je delo potekalo tekoče brez večjih zastojev

Preglednica 35: Prečiščena struktura delavnika

Postopki	Porabljen čas		
	Absolutno min		Relativno (%)
	V posnetem času	V delovnem času	
Produktivno delo	357,45	405,42	90,09
Nakladanje	170,28	193,14	42,92
Polna vožnja po cesti	3,77	4,28	0,95
Polna vožnja v sestoju	32,68	37,07	8,24
Prazna vožnja po cesti	7,57	8,59	1,91
Prazna vožnja v sestoju	42,68	48,41	10,76
Premik med nakladanjem	33,96	38,52	8,56
Premik med razkladanjem	1,77	2,01	0,45
Razkladanje	64,73	73,42	16,32
Neproduktivno delo	39,30	44,58	9,91
Zastoj zaradi organizacije	9,82	11,14	2,48
Zastoj zaradi stroja	18,03	20,45	4,54
Zastoj zaradi delavca	11,45	12,99	2,89
Delovni čas	396,75	450	100,00

Iz prečiščene strukture delavnika opazimo, da se je delež produktivnega časa povečal na kar 90,09 %, delež neproduktivnega dela pa znaša 9,91 %. Velik delež produktivnega časa je posledica izločitve nepotrebnega časa, ki ga je delavec porabil za glavni odmor.

Trajanje delovnega postopka *premik med nakladanjem* je odvisen od koncentracije lesa na sečnih poteh. Merilo koncentracije lesa je število m³ posekanega lesa na 100 metrov sečne poti. Spodnji grafikon (slika 14) prikazuje skupno trajanje premikov med nakladanjem v odvisnosti od koncentracije lesa na sečnih poteh. Pri manjši koncentraciji lesa veliko več časa porabimo za premike in nakladanje, kar potrjuje tudi spodnji grafikon.



Slika 14: Trajanje delovnega postopka premik med nakladanjem v odvisnosti od koncentracije lesa na sečnih poteh



Slika 15: Večja koncentracija izdelanih sortimentov ob sečni poti (foto: U. Vranešič)

5.10.4 Analiza učinkov in stroškov pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem

Tako pri sečnji kot spravilu lesa ne moremo mimo zakona o kosovnem volumnu. Zakon pravi, da večje kot je drevo, več časa bomo porabili za delo, vendar bo delo na koncu na enoto mere (m^3) cenejše. Posledica tega pravila je, da bomo pri zelo drobnem drevju porabili nesorazmerno več časa in stroškov kot pri debelem drevju.

Preglednica 36: Prikaz nekaterih povprečnih vrednosti za izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem

Volumen (m^3)	7,09
Povprečen čas ciklusa (min)	28,37
Povprečen kos (m^3)	0,09
Povprečno število kosov v bremenu	82,33
Število kosov na nakladalni cikel	11,74
Povprečna koncentracija $\text{m}^3/100\text{m}$	21,38
Povprečno število premikov med nakladanjem na cikel	7,60
Število kosov na nakladalni cikel	11,74
Povp. št. nakl. ciklov brez premika	3,77
Učinki ($\text{m}^3/\text{produktivno uro}$)	16,72
Učinki ($\text{m}^3/\text{delovno uro}$)	13,01
Povprečna razdalja izvoza (m)	153

Povprečen volumen kosa v bremenu znaša $0,09 \text{ m}^3$ in je enak kot pri traktorskem spravilu, če upoštevamo, da so pri izvozu lesa sortimenti dolgi 4 metre pri spravilu lesa pa povprečno 8 metrov. Povprečni volumen bremena pri izvozu lesa znaša $7,09 \text{ m}^3$.

Povprečna koncentracija lesa na 100 metrov sečnih poti znaša $21,38 \text{ m}^3$. Ta se popolnoma ujema z odkazilom v sestoji, če upoštevamo, da je povprečna jakost odkazila znašala 24% pri lesni zalogi sestoja 400 m^3 in odprtost sestoja s sečnimi potmi med 450 in 500 metri.

Lastna cena izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem znaša $83,87 \text{ €}$ na delovno uro (Preglednica 20). Povprečni stroški spravila pri povprečni razdalji izvoza 153 metrov znašajo $6,44 \text{ €/m}^3$ na delovno uro oziroma $5,01 \text{ €/m}^3$ na produktivno uro.

Spodnja preglednica prikazuje učinke in stroške pri izvozu lesa v odvisnosti od povprečnega kosa v bremenu, razdalje izvoza lesa ter koncentracije sortimentov ob sečnih poteh.

Preglednica 37: Prikaz stroškov in učinkov na delovno in produktivno uro

Koncentracija lesa $\text{m}^3/100\text{m}$	Povprečni kos (m^3)	Povprečna razdalja izvoza (m)	Učinek $\text{m}^3/\text{prod. uro}$	Učinek $\text{m}^3/\text{del. uro}$	Strošek $\text{€/m}^3/\text{del. uro}$
54,7	0,159	18,0	33,8	26,31	3,19
28,6	0,104	77,1	22,4	17,43	4,81
21,5	0,086	147,5	17,5	13,62	6,16
19,4	0,085	215,3	13,3	10,35	8,10
9,1	0,086	198,5	11,0	8,56	9,80
7,1	0,074	170,0	8,3	6,46	12,98

Na učinke in stroške pri izvozu lesa najbolj vplivata koncentracija lesa na sečnih poteh ter volumen povprečnega kosa v bremenu. Učinki pri izvozu lesa se gibljejo med 6 in 26 m^3 na delovno uro, stroški pa med 3,19 in $12,98 \text{ €/m}^3$ na delovno uro.

Preglednica 38: Primerjava stroškov pri obeh tehnologijah pridobivanja lesa

	Sečnja (€/m^3)	Spravilo (€/m^3)	Skupaj (€/m^3)
Klasična sečnja	10,08	11,57	21,65
Strojna sečnja	15,23	6,44	21,67

Končna cena na m^3 izdelanega sortimenta je skoraj enaka. Strojna sečnja je za dobrih 5 € dražja kot klasična sečnja, prav toliko pa je izvoz lesa cenejši od traktorskega spravila lesa.

5.11 PRIMERJAVA SEKUNDARNIH PROMETNIC PRI OBEH TEHNOLOGIJAH

Odprtost oddelka s sekundarnimi prometnicami je bila zaradi prevladujočega konjskega spravila v preteklosti zelo slaba. Zaradi neuporabnosti padničnih konjskih vlak, je bilo potrebno na novo označiti vlake in sečne poti po sečno pravilnih enotah.

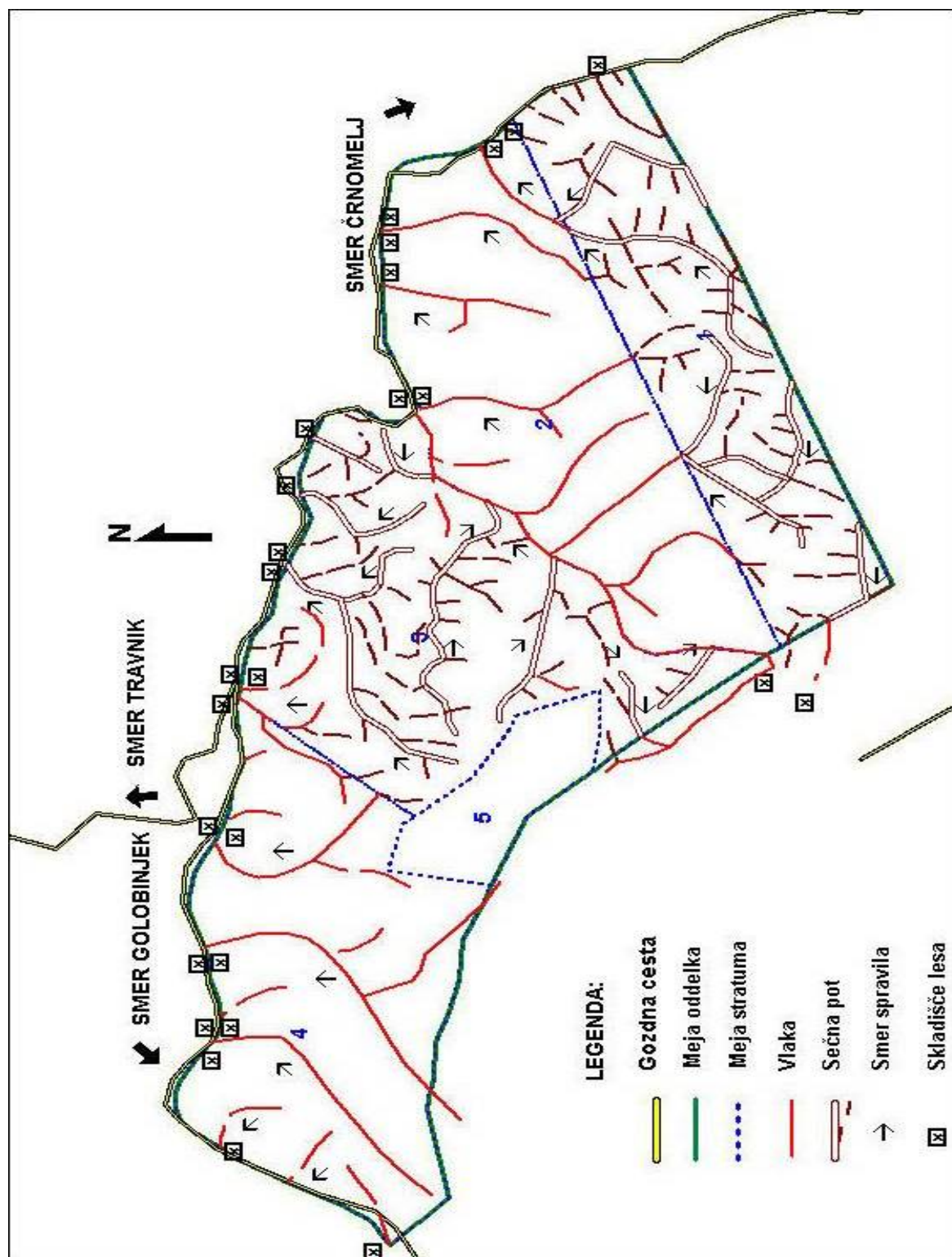
V sečno pravilnih enotah 2 in 4 smo na novo označili 2265 metrov traktorskih vlak. Končna odprtost sečnih pravilnih enot s sekundarnimi prometnicami za klasično sečnjo in spravilo je znašala 209 m/ha.

Preglednica 39: Razporeditev novih in obstoječih prometnic po sečno pravilnih enotah

Sečno spravilna enota	Površina (ha)	Nove prometnice (m)	Vse prometnice (m)	Vse prometnice (m/ha)	Nove prometnice (m ²)	Vse prometnice (m ²)	Delež od vse površine
1	6,38	3011	3062	480	9033	9168	14,4
2	8,19	1170	1564	191	3510	4692	5,73
3	8,19	2958	3488	426	8874	10464	12,78
4	8,27	1095	1869	226	3285	5607	6,78
Klasična sečnja	16,46	2265	3433	209	6795	10299	6,26
Strojna sečnja	14,57	5965	6550	450	17907	19650	13,49
Skupaj	31,03	8236	9983	322	24702	29949	9,65

Za potrebe strojne sečnje smo v sečno pravilnih enotah 1 in 3 označili 5969 metrov sečnih poti. Z obstoječo infrastrukturo je bila odprtost sestojev za novo tehnologijo v povprečju 450 m/ha. Pri računanju gostote sekundarnih prometnic smo upoštevali tudi polovično dolžino gozdne ceste, ki z ene strani obdaja oddelek.

Spodnja slika prikazuje razporeditev sekundarnih prometnic po sečno pravilnih enotah.



Slika 16: Karta prometnic v oddelku 3 (merilo 1:5000) (vir: Sečnospravlilni načrt ..., 2005)

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

Snemanje časovnih vrednosti delovnih postopkov strojne sečnje je potekalo po ničelni kronometrični metodi s pomočjo ročnega računalnika znamke Psion in v ta namen izdelanega ročnega računalnika. Da bi poskus zastavili čimbolj objektivno, samo oddelek razdelili na štiri stratume, ki so hkrati predstavljali sečnospravične enote. Drevju označenemu za posek smo za potrebe nadaljnje analize izmerili prsni premer, ocenili globino krošnje, debelino vej ter obliko debla. Merjenje učinkov pri traktorskem spraviču je potekalo neposredno za vsakim ciklusom. Pri izvozu lesa pa posredno na osnovi povprečnega volumna kosa ter števila kosov v bremenu.

Pri strojni sečnji je delež produktivnega časa v delovnem dnevu znašal 60,69 %, od tega na glavni produktivni čas (čas, ki se nanaša samo na obdelovanje drevesa) odpade 65,4 %. Pri klasični sečnji pa produktivni čas predstavlja 56,24 % celotnega delovnega časa, glavni produktivni čas pa zajema 52,8 % delež produktivnega časa.

Izboljšana sestava delavnika nam nakazuje dejansko potreben čas za posamezne delovne postopke. Izločili smo ves nepotreben neproduktivni čas. Produktivni čas se je tako pri strojni sečnji povečal za 8,96 %, pri klasični sečnji pa za 6,87 %.

Primerjali smo tudi učinkovitost strojne sečnje med delom na ravnini in na nagnjenem terenu. Delež produktivnega časa med delom na nagnjenem terenu znaša 72,06 % in je za 12 % manjši kot med delom na ravnini. Učinki strojne sečnje na ravninskem predelu znaša 9,15 m³/delovno uro in je za 36 % večja kot na ekstremnejših pogojih, kjer znaša 6,68 m³/delovno uro, kljub temu, da je povprečno drevo na ravnini za 0,09 m³ manjše kot na nagnjenem terenu, kjer znaša 0,37 m³. V nagnjenem terenu pa znaša učinek 3,29 min/drevo v ravnini pa 1,89 min/drevo. Zaključimo lahko, da je strojna sečnja bolj primerna in hkrati učinkovitejša na ravninskih predelih kot v ekstremnejših terenskih razmerah.

Učinek strojne sečnje pri povprečnem drevesu 0,305 m³ znaša 9,42 m³ na produktivno uro, učinek na delovno uro pa je nekoliko manjši in znaša 6,78 m³. Kalkulacija stroškov dela za

stroj Timberjack 1270 B na delovno uro znaša 103,27 €. Strošek strojne sečnje pa znašajo 15,23 €/m³.

Povprečni učinek klasične sečnje pri povprečnem drevesu 0,178 m³ znaša na produktivno uro 3,46 m³ na delovno uro pa 1,76 m³. Kalkulacija stroškov za klasično sečnjo z motorno žago Husqvarna 372 XP na delovno uro znašajo 17,74 €/m³. Stroški klasične sečnje v povprečju znašajo 10,08 €/m³.

Pričakovali smo večje razlike v učinkih med obema tehnologijam sečnje v korist strojne sečnje. Tuje raziskave omenjajo v povprečju razmerje 1:7 v korist strojne sečnje pri izdelavi iglavcev. V našem primeru je pa strojna sečnja v povprečju le trikrat učinkovitejša. Razmerje je večje pri sečnji v iglastih sestojih, kar je razumljivo, saj delovni postopek kleščenje z gozdnim redom predstavlja bistveno večji delež v delovnem času kot pa pri sečnji listavcev. Dejstvo je tudi, da se delavci po 18-ih mescih dela na stroju za sečnjo še niso popolnoma navadili na upravljanje stroja. Na učinek vpliva tudi motiviranost delavca za opravljanje dela. Večjo motiviranost za delo dosežemo z boljšim plačilnim sistemom. Zato lahko v prihodnje pričakujemo nekoliko večje učinke tudi pri sečnji listavcev.

Zaključimo lahko, da je klasični način sečnje bolj ekonomičen glede na strojno, kljub nekoliko manjšemu povprečnemu volumnu drevesa. Klasična sečnja z motorno žago je v povprečju za vsak izdelan m³ sortimenta cenejša za 5,15 € glede na strojni posek lesa.

Zgradba sestoja prav tako vpliva na učinkovitost strojne sečnje. Učinki v vitkih ter enoosnih drevesih znašajo 7,36 m³ na delovno uro, pri povprečnem volumnu drevesu 0,21 m³ in je za 27 % večja kot v sestojih kjer se pojavljajo večosna drevesa z globoko krošnjo. Stroški sečnje pri enoosnih drevesih, s tankimi vejami in kratko krošnjo pri povprečnem drevesu 0,21 m³ znašajo 14 €/m³ na delovno uro ter so za 33 % nižji kot v sestojih s prevladujočim deležem več vrhatih dreves z globoko krošnjo ter debelimi vejami v krošnjah dreves, kjer znaša strošek sečnje 18,7 €/m³. Pri sečnji teh dreves je imel strojnik nemalo težav z izdelavo dreves. V kolikor je bilo drevje povrh še večosno je imel še dodatne težave. Strojnik je moral v vsaki rogovili spustiti drevo na tla ter ga ponovno

preprijeti s sečno glavo. Posledično je še z večjo težavo nadaljeval klešččenje, saj pogonska kolesa na sečni glavi niso imela dovolj sile za potisk nožev skozi veje drevesa. Prav v teh primerih je prihajalo do največje izgube časa pri izdelavi drevesa. Iz tega lahko zaključimo, da je strojna sečnje bolj primerna in hkrati cenejša v sestojih, kjer prevladujejo vitka, enoosna drevesa s tankimi vejami ter kratko krošnjo

Pri spravilu lesa predstavlja produktivni čas 74,24 % celotnega delovnega časa, od tega na glavni produktivni čas (*prazna vožnja po skladišču, prazna vožnja po vlaki, polna vožnja po vlaki in vlačenje po skladišču*) odpade samo 24 %, na pomožni produktivni čas pa 76 %. Delež produktivnega časa je ugoden, kar pomeni, da delo poteka tekoče z malo prekinitvami. Nizek delež glavnega produktivnega časa kaže na to, da je traktor premalo izkoriščen, če predpostavljamo, da je traktor namenjen predvsem vlačanju in ne zbiranju lesa. Zbiranje lesa predstavlja kar 54,48 % delež produktivnega časa, kar je posledica majhnega povprečnega volumna kosa v bremenu, ki znaša komaj 0,18 m³. Lastna cena spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem John Deere znaša 40,84 € na delovno uro. Cena spravila lesa znaša v povprečju 11,57 €/m³.

Pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem predstavlja produktivni čas 77,84 % delež celotnega delavnika. Velik delež produktivnega časa, kar 57,13 % zajemata delovna postopka *nakladanje* ter *premik med nakladanjem*, predvsem zaradi majhnega volumna povprečnega kosa v bremenu, ki znaša 0,09 m³. Lastna cena izvoza lesa z zgibnim polprikoličarjem znaša 83,87 € na delovno uro. Povprečni stroški spravila pri povprečni razdalji izvoza 153 metrov znašajo 6,44 €/m³ na delovno uro oziroma 5,01 €/m³ na produktivno uro.

Izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem potrebuje večjo odprtost sestoj s sekundarnimi prometnicami. Nova tehnologija sečnje in spravila lesa je v povprečju potrebovala 450 m/ha, klasična tehnologija pa 209 m/ha.

Skupni stroški sečnje in izvoza lesa pri novi tehnologiji znašajo 21,67 €/m³, stroški klasične sečnje in spravila pa znašajo 21,65 €/m³. Skupni stroški sečnje in spravila so pri obeh tehnologijah skoraj enaki. Če bi hoteli zmanjšati stroške sečnje in izvoza lesa, bi

morali izbrati kombinacijo klasične sečnje z motorno žago ter izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem. Takrat bi stroški sečnje in spravila v povprečju znašali 16,52 €/m³. Ta kombinacija sečnje in spravila ni mogoča v pogojih, kakršni so bili na tem objektu. Mogoče je takšna kombinacija izvedljiva pri sečnji pri končnih posekih, kjer pri klasični sečnji dosegamo velike učinke z dobro pripravo dela pa minimalne poškodbe pri izvozu lesa na gozdnem mladju.

7 POVZETEK

V Slovenijo prihaja nova tehnologija, ki se razlikuje od dosedanje po tem, da je povsem mehanizirana in človek več nima neposrednega kontakta z drevesom. Strojna tehnologija se je v svetu že dodobra uveljavila, predvsem v gozdarsko najbolj razvitih deželah severne in srednje Evrope, kjer že do 80 % celotnega poseka izvajajo povsem strojno. S približevanjem Slovenije razvitemu svetu in njegovim ekonomskim pravilom postaja tudi v slovenskih gozdovih realnost nova tehnologija pridobivanja lesa, za katero je še nedolgo nazaj gozdarska stroka menila, da se nam je ni treba bati.

Diplomsko delo obravnava primerjavo stroškov in učinkov dveh tehnologij pridobivanja lesa, in sicer sečnjo z motorno žago in spravilo lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem ter sečnjo s strojem za sečnjo in izvozom lesa z zgibnim polprikoličarjem v drogovnjakih do tanjših debeljakih s prevladujočim deležem listavcev. Raziskava je potekala jeseni 2005 na novomeškem gozdnogospodarskem območju. Raziskava je potekala v sklopu delavnice Zavoda za gozdove Slovenije, Gospodarske zbornice, gozdarskimi gospodarskimi družbami in Biotehniško fakulteto. Pripomogla pa naj bi k izobraževanju, spoznavanju ter uveljavljanju strojne sečnje pri gospodarjenju v sestojih s prevladujočim deležem listavcev.

Za snemanje časov smo uporabili ničelno kronometrično metodo z ročnim računalnikom znamke Psion, kar nam je bistveno olajšalo nadaljnjo obdelavo podatkov. Učinke pri klasičnem spravilu lesa smo merili neposredno, pri izvozu lesa pa posredno na osnovi povprečnega volumna kosa v bremenu.

Delež produktivnega časa v delovnem dnevu pri strojni sečnji znaša 60,69 %, pri klasični sečnji pa 56,24 %. Glavni produktivni čas pri strojni sečnji znaša 65,4 %, pri klasični sečnji je pa nekoliko manjši in znaša 52,8 % delež produktivnega časa.

Učinek strojne sečnje na produktivno uro znaša 9,42 m³, na delovno uro pa 6,78 m³. Stroški strojne sečnje za izdelavo m³ sortimenta na delovno uro znašajo 15,23 €/m³. Povprečni učinek klasične sečnje znaša 1,76 m³ na delovno uro ter 3,46 m³ na produktivno uro. Stroški klasične sečnje na delovno uro v povprečju znašajo 10,08 €/m³. Zaključimo

lahko, da je klasični način sečnje cenejši, kljub nekoliko manjšemu povprečnemu volumnu drevesa. Klasična sečnja z motorno žago je v povprečju za izdelan m^3 drevesa cenejša za 5,15 €.

Proučevali smo tudi zgradbo sestoj na učinkovitost strojne sečnje. Učinkovitost strojne sečnje v vitkih ter enoosnih sestojih znaša $7,36 \text{ m}^3$ na delovno uro, pri povprečne volumnu drevesa $0,21 \text{ m}^3$ in je za 27 % večja kot v sestojih kjer se pojavljajo večosna drevesa z globoko krošnjo. Stroški sečnje dreves z globokimi krošnjami ter večosnimi debli so za 33 % večji kot v vitkih sestojih.

Pri spravilu lesa predstavlja produktivni čas 74,24 % celotnega delovnega časa, od tega na glavni produktivni čas odpade 24 % na pomožni produktivni čas pa 76 %. Nizek delež glavnega produktivnega časa kaže na to, da je traktor premalo izkoriščen. Zbiranje lesa predstavlja kar 54,48 % delež produktivnega časa. Cena spravila lesa na delovno uro v povprečju znaša 11,57 €/m³. Pri izvozu lesa z zgibnim polprikoličarjem predstavlja produktivni čas 77,84 % delež celotnega delavnika. Prav tako kot zbiranje lesa pri traktorskem spravilu, zavzame tudi pri izvozu lesa velik delež delovnega časa delovni postopek nakladanje ter premik med nakladanjem in sicer 57,13 %. Povprečni volumen kosa pri izvozu lesa znaša $0,09 \text{ m}^3$. Povprečni stroški izvoza lesa znašajo 6,44 €/m³ na delovno uro.

Nova tehnologija sečnje in transporta lesa iz gozda potrebuje več kot dvakrat večjo gostoto sekundarnih prometnic za optimalno izvedbo sečnje in spravila.

Skupni stroški sečnje in spravila pri obeh tehnologijah so skoraj identični in znašajo 21,67 €/m³ pri novi tehnologiji in 21,65 €/m³ pri klasični tehnologiji sečnje in spravila.

V kolikor se odločamo med več tehnologijami sečnje in spravila lesa iz gozda, so tudi stroški dela na enoto pomemben dejavnik odločitve, zagotovo pa ne edini. Upoštevati moremo tudi vplive in posledice, ki jih določena tehnologija pusti na gozdnem sestoju. Ne smemo pozabiti na gozdnega delavca, kateremu bi nova tehnologijo sečnje olajšala najbolj težavna dela v gozdni proizvodnji.

8 VIRI

- Držaj A., Šolar S. 2005. Strojna sečnja v sestojih listavcev: delavnica o strojni sečnji, odd. 3, Gozdnogospodarska enota Mirna Gora, Krajevna enota Črnomelj, Območna enota Novo mesto, 16.9.2005. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije: 13 str.
- Eliasson L. 1998. Analyses of single – grip harvester productivity: doctoral Thesis. Umeå, Swedish university of agricultural sciences: 21 str.
- Forwarders – John Deere
http://www.deere.com/en_US/cdf/forestry/deere_forestry/media/pdfs/forwarders/1010D.pdf (11.12.2007)
- Glade D. 1999. Single – and double – grip harvesters – Productive measurements in final cutting of shelterwood. Journal of forest engineering, 10, 2: 63-74.
- Gozdnogojitveni in sečnospravični načrt za oddlek 3. Gospodarska enota Mirna gora, Krajevna enota Črnomelj. 2005. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, KE Črnomelj. September
- Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Mirna gora za leto 1998 – 2008.1999. Novo mesto, Zavod za gozdove, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota črnomelj
- Judnič M. 2007. 2006. Gojitveni vidiki uporabe strojne sečnje za redčenje sestojev s prevladujočim listavci: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 53 str.
- 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.
- Klun J., Poje A. 2000. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem IWFUJI T-41 in poškodbe pri sečnji in spravilu: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 140 str.
- Kotar M. 1977. Statistične metode. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
- Košir B. 1997. Pridobivanje lesa: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 330 str.

- Košir B. 2002. Tehnološke možnosti strojne sečnje. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, 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
- Kovač J., Ude J., Winkler I. 1963. Navodilo za praktično snemanje in normiranje delovnega časa v gozdni proizvodnji. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 49 str.
- Mali B. 2006. poškodbe tal po sečnji s strojem za sečnjo in spravilu lesa z zgibnim polprikoličarjem: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 61 str.
- Krč J. 2002. Sestojne in terenke možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 21-32.
- Krč J. 2004. Analiza jakosti možnih sečenj z vidika uvajanja sodobnih tehnologij gozdnega dela na severnem predelu Slovenije. Gozdarski vestnik, 62, 1: 12-18.
- Lageson H. 1997. Effects of thinning type on harvester productivity and on the residual stand. Journal of forest engineering, 8, 2: 7-14
- Marušič J. 1998. Študij časa sečnje s strojem za sečnjo Timberjack FMG 1270 v gospodarski enoti Ravnik: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 38 str.
- Motorna žaga
www.husqvarna.si/node/1555.aspx?pid=79 (11.12.2007)
- Magajna B. 2000. Drugo redčenje s strojno sečnjo: objekt Žakanc: strokovna naloga. Sežana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana: 30 str.
- 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.: 61 str.
- Sionneau J., Cuchet E.. 2001. Mechanisation of thinnings in Hardwoods, the French experience.
<http://www.afocel.fr/English/ApproExploitationForestiereFeuillus.htm> (6.11.2005)

Ucin Z. 2004- Sečnja debelega drevja s strojem za sečnjo Königstiger: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.: 120 str.

Wheeled harvesters – John Deere

http://www.deere.com/en_US/cdf/forestry/deere_forestry/media/pdfs/harvesters/wheeled/1070D-1270D.pdf (11.12.2007)

Winkler I. 1997. Organizacija gozdarskih del. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani: 265 str.

Winkler I., Malovrh Š. 2006. Stroški gozdnega dela. Gozdarski vestnik, 64, 2: 105-114

Žlogar J. 2007. Primernost traktorskih vlak za vožnjo z zgibnim polprikoličarjem: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 57 str.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc.dr. Janezu Krču za hitre preglede ter nasvete za izdelavo Diplomske naloge. Hvala recenzentu, izr.prof.dr. Boštjanu Koširju za recenzijo diplomskega dela.

Zahvaljujem se gozdarjem Zavoda za gozdove, Krajevne enote Črnomelj za pomoč pri terenski izvedbi snemanj, še posebej hvala Sandiju Šolarju za nasvete ter Brigiti Grahek Šolar za posredovanje podatkov za potrebe kalkulacij ter Tinetu Verderber za pomoč pri terenskih meritvah. Prav tako se zahvaljujem kolektivu delavcev GG Novo mesto d.d. in GG Bled d.d.

Zahvala gre tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju diplomskega dela.

Še posebej pa se zahvaljujem svojim staršem za razumevanje in finančno podporo v času študija.