

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

Saša KENCIJAN

**SEČNJA IN SPRAVILO LESA S KOMBINIRANIM
STROJEM ZA SEČNJO IN SPRAVILO LESA
HSM 805F**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

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

Saša KENCIJAN

**SEČNJA IN SPRAVILO LESA S KOMBINIRANIM STROJEM ZA
SEČNJO IN SPRAVILO LESA HSM 805F**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**LOGGING AND SKIDDING TIMBER WITH COMBINED MACHINE
FOR LOGGING AND SKIDDING TIMBER HSM 805F**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Terenske meritve so bile opravljene v gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec, gozdnogospodarski enoti Mislinja, odsek 01120B.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 21. 12. 2011 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Boštjana Koširja, somentorja doc. dr. Jurija Marenčeta in recenzenta prof. dr. Janeza Krča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Saša Kencijan

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 31:36+301(043.3)=163.6
KG	Kombiniran stroj za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F/učinki/stroški
KK	
AV	KENCIJAN, Saša
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor) / MARENČE, Jurij (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	SEČNJA IN SPRAVILO LESA S KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F ZA SEČNJO IN SPRAVILO LESA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 73 str., 23 pregl., 18 sl., 3 pril., 17 vir.
IJ	Sl
JI	sl/en
AI	

V Gozdnem gospodarstvu Slovenj Gradec so v letu 2010 nabavili kombiniran stroj za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F. Namen diplomskega dela je ugotoviti uporabnost in učinkovitost stroja HSM 805F pri dveh različnih tehnologijah dela in primerjati stroške pridobivanja lesa pri sečnji z motorno žago in traktorskim spravilu ter raziskanimi tehnologijama. Raziskava je potekala v GGE Mislinja, oddelek 01120B. Pripravljena sta bila dva objekta. Na objektu I sta potekala sečnja in spravilo kratkega lesa, na objektu II pa sečnja in spravilo dolgega lesa. Dosežen učinek pri kombinirani sečnji na objektu I je $54,96 \text{ m}^3/8 \text{ h}$, spravilu lesa pa $51,28 \text{ m}^3/8 \text{ h}$. Strošek sečnje s strojem HSM 805F je na objektu I znašal $15,41 \text{ €/m}^3$, strošek spravila lesa pa $12,59 \text{ €/m}^3$. Skupni strošek sečnje in spravila na objektu I je znašal 28 €/m^3 . V primerjavi z izračunanim stroškom dela pri sečnji in traktorskim spravilu lesa je strošek manjši za $5,49 \text{ €/m}^3$. Na objektu II je bil dosežen povprečni učinek sečnje $68,57 \text{ m}^3/8 \text{ h}$, učinek pri spravilu lesa pa $73,04 \text{ m}^3/8 \text{ h}$. Strošek sečnje s strojem HSM 805F na objektu II znaša $12,35 \text{ €/m}^3$, strošek spravila $11,59 \text{ €/m}^3$, skupni strošek sečnje in spravila znaša $23,94 \text{ €/m}^3$. V primerjavi s sečnjo in traktorskim spravilom lesa je strošek dela za $4,66 \text{ €/m}^3$ manjši od kombinirane sečnje in spravila s strojem HSM 805F.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 31:36+301(043.3)=163.6
CX	Combined machine for logging, skidding HSM 805F/effects/costs
CC	
AU	KENCIJAN, Saša
AA	KOŠIR, Boštjan (supervisor) / MARENČE, Jurij (co-advisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2016
TI	LOGGING AND SKIDDING TIMBER WITH COMBINED MACHINE FOR LOGGING AND SKIDDING TIMBER HSM 805F
DT	Graduation thesis (university studies)
NO	IX, 73 p., 23 tab., 18 fig., 3 ann., 17 ref.
LA	Sl
AL	sl/en
AB	

In year 2010 company Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec d.d. bought a combined machine for logging and skidding wood, HSM 805F. The purpose of our thesis was to determine the usefulness and effectiveness of the machine HSM 805F at two different work technologies and compare the costs of obtaining wood between chainsaw logging and tractor skidding and researched technologies. The survey was conducted in GGE Mislinja, section 01120B. Two objects were prepared. At the object I logging and skidding of short timber was conducted and in object II logging and skidding of long timber was conducted. Achieved effect of the combined logging in the object I was $54.96 \text{ m}^3 / 8\text{h}$, and in skidding timber $51.28 \text{ m}^3 / 8\text{h}$. The cost of logging timber with HSM 805F was $\text{€ } 15.41 / \text{m}^3$, the cost of skidding timber was $\text{€ } 12.59 / \text{m}^3$. The total labor costs on the object I were $\text{€ } 28.00 / \text{m}^3$. In comparison with the calculated cost of labor in logging timber with chainsaw and skidding timber with tractor are the costs by $\text{€ } 5.49$ lower in our technologies. On object II achieved average performance in logging was $68.57 \text{ m}^3 / 8\text{h}$, and in skidding timber $73.04 \text{ m}^3 / 8\text{h}$. The cost of logging wood, on object II, with HSM 805F, was $\text{€ } 12.35 / \text{m}^3$, and the cost of skidding, $\text{€ } 11.59 / \text{m}^3$, the total labor costs were $\text{€ } 23.94 / \text{m}^3$. In comparison with the logging with chainsaw and tractor skidding timber, the labor costs were $\text{€ } 4.66 / \text{m}^3$ less, than with the use of machine HSM 805F.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	IX
1 UVOD.....	1
2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA	2
3 DOSEDANJE RAZISKAVE	4
4 MERITVE IN UPORABLJENE METODE DE LA	6
4.1 OBJEKT RAZISKOVANJA – GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA MISLINJA.....	6
4.1.1 Relief in podnebne značilnosti	7
4.1.2 Gozdne združbe in lesna zaloga	8
4.1.3 Površina in lastništvo gozdov	10
4.1.4 Odprtost gozdov s prometnicami in razmere za pridobivanje lesa.....	10
4.1.5 Opis odseka 01120B.....	10
4.2 OPIS STROJA HSM 805F	11
4.3 OPIS MOTORNE ŽAGE HUSQVARNA 560XP	13
4.4 METODA MERJENJA ČASOV	15
4.4.1 Merjenje časov pri strojni sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F	15
4.4.2 Merjenje časov pri sečnji z motorno žago	16
4.4.3 Opis delovnih postopkov pri strojni sečnji	16
4.4.4 Opis delovnih postopkov pri spravilu lesa s strojem HSM 805F	19
4.4.5 Opis delovnih postopkov pri sečnji lesa z motorno žago Husqvarna 560XP.....	21
4.5 POTEK DE LA.....	23
4.5.1 Priprava objektov.....	23
4.5.2 Potek dela na raziskovalnem objektu I (drogovnjak)	24
4.5.3 Potek dela na raziskovalnem objektu II (debeljak)	27
5.1 SESTAVA DELOVNIKA.....	30
5.1.1 Sestava delovnikov na objektu I.....	30
5.1.2 Sestava delovnikov na objektu II.....	35
5.2 IZBOLJŠANA SLIKA DELOVNIKA.....	39
5.2.1 Izboljšana slika delovnikov na objektu I	40
5.2.2 Izboljšana slika delovnikov na objektu II.....	43
5.3 UČINEK KOMBINIRANE SEČNJE IN SPRAVILA LESA NA OBJEKTU I.....	45
5.3.1 Učinek pri kombinirani sečnji na objektu I	45
5.3.2 Učinek pri spravilu lesa s strojem HSM 805F.....	50
5.4 UČINEK KOMBINIRANE SEČNJE IN SPRAVILA LESA NA OBJEKTU II	51
5.4.1 Učinek pri kombinirani sečnji na objektu II.....	51
5.4.2 Učinek pri spravilu lesa na raziskovalnem objektu II	54
5.5.1 Strošek dela na objektu I	60
5.5.1.1 Strošek dela pri sečnji.....	60
5.5.1.2 Strošek dela pri spravilu lesa	60
5.5.2 Strošek dela na objektu II	61

5.5.2.1 Strošek dela pri sečnji.....	61
5.5.2.2 Strošek dela pri spravilu lesa	61
5.6 PRIMERJAVA STROŠKOV DELA MED SEČNJO Z MOTORNO ŽAGO IN TRAKTORSKIM SPRAVILOM LESA TER KOMBINIRANO SEČNJO IN SPRAVILOM LESA S KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F	61
5.6.1 Primerjava stroškov med tehnologijama na objektu I	64
5.6.2 Primerjava stroškov med tehnologijama na objektu II.....	65
6 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	66
7 POVZETEK	69
8 VIRI.....	71
ZAHVALA.....	73
PRILOGE	74

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Slika delovnika strojne sečnje za objekt I	31
Preglednica 2: Slika delovnika sečnje z motorno žago	33
Preglednica 3: Slika delovnika spravila lesa s strojem HSM 805F	34
Preglednica 4: Slika delovnika strojne sečnje s strojem HSM 805F	35
Preglednica 5: Slika delovnika sečnje z motorno žago	37
Preglednica 6: Slika delovnika spravila lesa s sedlastimi kleščami	38
Preglednica 7: Izboljšana slika delovnika strojne sečnje s strojem HSM 805F na objektu I	40
Preglednica 8: Izboljšana slika delovnika sečnje z motorno žago na objektu I	41
Preglednica 9: Izboljšana slika delovnika spravila lesa na objektu I	42
Preglednica 10: Izboljšana slika delovnika strojne sečnje na objektu II	43
Preglednica 11: Izboljšana slika delovnika sečnje z motorno žago na objektu II	44
Preglednica 12: Izboljšana slika delovnika spravila lesa s sedlastimi kleščami na objektu II	45
Preglednica 13: Posekana drevesa na objektu I	46
Preglednica 14: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri kombinirani sečnji	49
Preglednica 15: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri strojni sečnji	49
Preglednica 16: Izmerjene povprečne vrednosti pri spravilu lesa s strojem HSM 805F na raziskovalnem objektu I	51
Preglednica 17: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri kombinirani sečnji na raziskovalnem objektu II	53
Preglednica 18: Izmerjene povprečne vrednosti pri spravilu lesa s strojem HSM 805F na raziskovalnem objektu II	54
Preglednica 19: Kalkulacija stroškov dela za stroj HSM 805F	57
Preglednica 20: Kalkulacija stroškov dela za motorno žago Husqvarna 560 XP	58
Preglednica 21: Kalkulacija stroškov dela z gozdarskim traktorjem John Deere 6230	59
Preglednica 22: Primerjava stroška dela med raziskano tehnologijo ter stroška dela izračunanega na podlagi veljavnih normativov gozdarskih del pri sečnji z motorno žago in traktorskim pravilom na objektu I	64
Preglednica 23: Primerjava stroška dela med raziskano tehnologijo ter stroška dela izračunanega na podlagi veljavnih normativov gozdarskih del pri sečnji z motorno žago in traktorskim pravilom na objektu II	65

KAZALO SLIK

Slika 1: Lega gospodarske enote v gozdnogospodarskem območju	7
(vir: Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinja, 2004)	7
Slika 2: Karta gozdnih združb	9
(vir: Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinja, 2004)	9
Slika 3: Stroj HSM 805F (foto: Saša Kencijan)	11
Slika 4: Sečna glava CTL 453 (foto: Saša Kencijan)	13
Slika 5: Motorna žaga Husqvarna 560xp (vir: Husqvarna, 2014).....	14
Slika 6: Montaža sedlastih klešč na stroj HSM 805F za spravilo dolgih sortimentov (foto: Matevž Mihelič)	17
Slika 7: Označeno drevje za strojno sečnjo z napisanimi prsnimi premeri dreves za potrebe raziskave (foto: Matevž Mihelič)	23
Slika 8: Strojna sečnja na objektu I (foto: Matevž Mihelič).....	25
Slika 9: Demontaža sečne glave (foto: Saša Kencijan)	26
Slika 10: Montaža klešč za nalaganje hlodovine (foto: Saša Kencijan).....	27
Slika 11: Stroj HSM 805F z nameščenimi sedlastimi kleščami za spravilo dolgih sortimentov (foto: Saša Kencijan)	29
Slika 12: Nalaganje dolgih sortimentov v sedlaste klešče (foto: Matevž Mihelič)	39
Slika 13: Frekvenčna porazdelitev posekanega drevja na objektu I.....	47
Slika 14: Produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri kombinirani sečnji na objektu I.....	48
Slika 15: Spravilo kratkih sortimentov s strojem HSM 805F (foto: Matevž Mihelič).....	50
Slika 16: Frekvenčna porazdelitev posekanega drevja na objektu II	52
Slika 17: Produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri kombinirani sečnji na objektu II	53
Slika 18: Spravilo dolgih sortimentov s pomočjo sedlastih klešč	54

KAZALO PRILOG

Priloga A: Pregledna karta objekta I in objekta II	74
Priloga B: Karta gozdnih prometnic na objektu I.....	75
Priloga C: Karta gozdnih prometnic na objektu II	76

1 UVOD

Proizvajalne naprave, med temi predvsem mehanizirana delovna sredstva, so najpomembnejše značilnosti današnje proizvodnje, ki je prav v zadnjih letih napravila velik razvoj. Uspešnost razvoja posameznih gospodarskih vej se kaže zlasti v večji produktivnosti dela, ekonomičnosti in rentabilnosti proizvodnje pa tudi v večjem dohodku ter je v veliki meri odvisna od stopnje mehaniziranosti ali tehnične opremljenosti (Winkler, 2003).

Gozdarska mehanizacija predstavlja veliko premoženje in ima pomemben delež v angažiranem kapitalu gozdarstva. Zato jo je treba racionalno in v polni meri izkoriščati, in sicer z ustrezno organizacijo proizvodnje in delovnega procesa (Winkler, 2003).

V Gozdnem gospodarstvu Slovenj Gradec so se v letu 2010 odločili za nakup stroja za spravilo lesa HSM 805F, proizvajalca Hohenloher Special – Maschinenbau GmbH & Co. KG (HSM). V osnovni izvedbi je zgibni polprikoličar (ang. *forwarder*), ki je namenjen spravilu predhodno pripravljene hlodovine ob gozdnih vlakah. Stroj ima nameščen tudi vitel, s katerim lahko vlači lesne sortimente iz gozda in jih nato z žerjavom, na katerem so nameščene klešče, nalaga na prikolico. Prav tako ima stroj možnost spravila daljših sortimentov oz. celih dreves, saj ima zato primeren priklop (nem.: *Klemmbank*, angl.: *clambunk*). V podjetju so se odločili tudi za nakup sečne glave, ki jo je mogoče namestiti na žerjav, s čimer stroj pridobi tudi funkcijo stroja za sečnjo (ang. *harvester*). Če bi združili ti dve fazi skupaj, bi se stroj lahko uporabljal za sečnjo in spravilo lesa hkrati in bi imel funkcije kombiniranega stroja za sečnjo in spravilo lesa, podobno kot avstrijski Highlander v takšni izvedbi. HSM 805F sedaj v podjetju uporabljajo v kombinaciji z motorno žago in prilagojenim kmetijskim traktorjem.

2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA

Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec trenutno stroj HSM 805 F uporablja v dveh kombinacijah.

V okviru prve kombinacije delavec sekač v gozdu podre drevo. Drevo nato delavci s strojem HSM 805F potegnejo do gozdne vlake ali kamionske ceste, na kateri ga stroj – potem ko zamenja grabilec z glavo za sečnjo – oklesti vej in izdelava sortimente. Ko je ob gozdni vlaki izdelana in pripravljena za odvoz zadostna količina sortimentov, strojnik zamenja sečno glavo s kleščami in sortimente – kot zgibni polprikoličar – spravi do skladišča na kamionski cesti. V drugi kombinaciji stroj pobira sortimente ob vlakah, ki so jih predhodno v gozdu izdelali z motorno žago in izvlekli na gozdno vlako s prilagojenim kmetijskim traktorjem.

Da bi v podjetju čim bolj izkoristili zmogljivosti stroja in racionalizirali stroške pri sečnji in spravilu, so se odločili za raziskavo in medsebojno primerjavo različnih kombinacij in načinov dela s strojem HSM 805F.

V tej raziskavi smo preizkusili dve tehnologiji dela. Pri obeh tehnologijah je bil prisoten tudi delavec z motorno žago. Pri prvi tehnologiji smo krojili štirimetrske sortimente, ki jih je stroj s pomočjo sekača najprej izdelal in zložil ob sečno-spravih poteh. Nato smo sečno glavo zamenjali s kleščami, naložili sortimente in jih izvozili na kamionsko cesto. Pri drugi tehnologiji smo se odločili, da bomo krojili daljše sortimente (9–12 m). Stroj je drevesa s pomočjo sekača posekal in izdelal sortimente. V drugi fazi je strojnik na stroj namestil klešče (Klembank) in sortimente izvozil na kamionsko cesto. Na kamionski cesti pa je nato sekač dolžinske sortimente dokončno skrojil na mere, ki ustrezajo določenim kupcem.

Namen diplomskega dela je:

- ugotoviti uporabnost in učinkovitost stroja HSM 805F pri dveh različnih tehnologijah dela,

- primerjati stroške pridobivanja lesa pri sečnji z motorno žago in traktorskem spravilu ter raziskani tehnologiji.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Dosedanje raziskave so bile narejene predvsem glede ugotavljanja poškodb tal in sestojev po sečnji in spravilu lesa s kombiniranimi stroji. V Sloveniji se je strojna sečnja sprva uvajala predvsem pri sanaciji snegolomov in vetrolomov.

Janez Krč in Boštjan Košir ugotavljata, da z rastjo dimenzij drevja pri določenem prsnem premeru strojna sečnja za zdaj nima odločilne prednosti pred sečnjo in izdelavo z motorno žago. Sečnja izredno debelih dreves pa je poseben primer, ki zahteva prilagojene postopke s kombinacijo obeh tehnologij (Krč in Košir, 2006).

V drugi raziskavi prav tako ugotavljata, da je z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji najbolj smotrna raba tehnologije strojne sečnje v iglastih gozdovih in na manjših naklonih terena. To delovno območje omogoča s stroškovnega in ekološkega vidika optimalno izkoriščenost kapacitet strojne sečnje lesa. Dodatno sta pri strojni sečnji pomembna jakost možne sečnje in koncentracija dela oz. strnjenost izbranih površin. Večji kompleksi zagotavljajo večjo koncentracijo dela, to pa pomeni manj premikov in transporta težkih strojev (Krč in Košir, 2003).

V svojem diplomskem delu Blaž Bižal ugotavlja, da je delež poškodovanih dreves pri tehnologiji kratkega lesa manjši kot pri sečnji in spravilu dolgega lesa (Bižal, 2014).

V drugi raziskavi Mateja Intihar ugotavlja, da so poškodbe tal po sečnji s kombiniranim strojem HSM 805F manjše kot v primeru uporabe druge mehanizacije pri strojni sečnji. Prav tako je kombinirani stroj z vidika poškodb tal primeren za delo v redčenjih (Intihar, 2014).

Lageson (1997) ugotavlja, da na učinkovitost strojne sečnje najbolj vplivata povprečna velikost drevesa in število odkazanih dreves na hektar. Prav tako so večji učinki pri končnih sečnjah kot pri redčenjih.

Košir in Robek ugotavljata, da je bistvenega pomena za strojno sečnjo in izvoz lesa predvsem izbira primerne stroja. Skrbno je treba načrtovati primarne in sekundarne vlake, medtem ko lahko položaj in obseg sečnih vlak prepustimo strojnikom. Pri strojni sečnji pa je potrebna gostota primarnih in sekundarnih vlak višja od največje gostote, ki je dovoljena po naših predpisih (Košir in Robek, 2000).

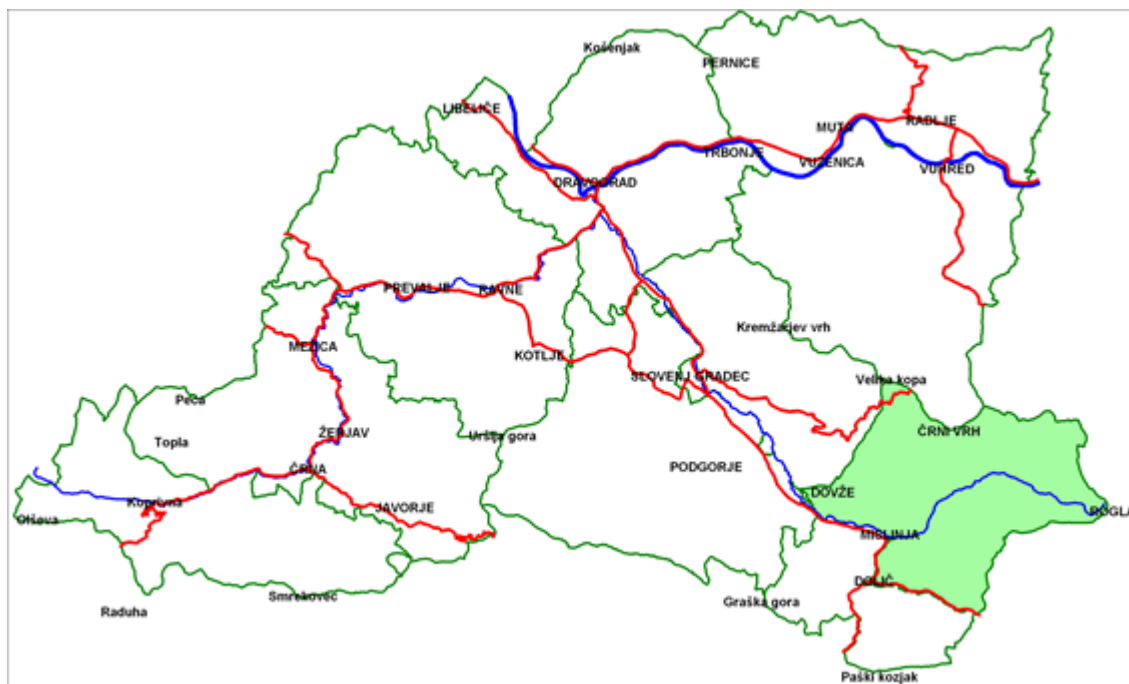
4 MERITVE IN UPORABLJENE METODE DELA

4.1 OBJEKT RAZISKOVANJA – GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA MISLINJA

Opis objektov je povzet po Gozdnogospodarskem načrtu gozdnogospodarske enote Mislinja za leta 2005–2014.

Gozdnogospodarska enota Mislinja zajema gozdove na južnih pobočjih zahodnega Pohorja zgornjega dela Mislinjske doline. Meja GGE na severu je greben Pohorja z glavnimi vrhovi: Velika Kopa, Otiše, Črni vrh, Mali Črni vrh, Ribniški ali jezerski vrh, Javorič, Mulejev vrh, Volovska planjava, sedlo Komisija, Ostruščica; proti vzhodu je GGE omejena z grebenom Pohorja, ki kaže smer proti jugu, z naslednjimi glavnimi vrhovi: Kraguljišče, Turn, Volovca in se nadaljuje po toku reke Pake preko Lošperka, kjer se začne del južne meje enote, ki poteka vse do Gornjega Doliča, kjer se obrne po vodnem toku proti Mislinji in naredi del zahodne meje. Od Mislinje poteka drugi del južne meje po toku reke Mislinje do izliva potoka Škodnica v Mislinjo, kjer se začne drugi del zahodne meje enote, ki poteka po potoku Škodnica proti severu, se nadaljuje po potoku Turičnica vse do sedla med Malo in Veliko Kopo (Gozdnogospodarski načrt Mislinja, 2005).

GGE Mislinja na severu meji na gozdnogospodarsko območje ZGS – OE Maribor, na vzhodu pa na gozdnogospodarsko območje ZGS – OE Celje. Površina celotne GGE meri 7.659,95 ha in v celoti leži v Občini Mislinja.



Slika 1: Lega gospodarske enote v gozdnogospodarskem območju
(vir: Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinja, 2004)

4.1.1 Relief in podnebne značilnosti

Značilno podobo reliefu daje visok in blago zaobljen pohorski greben, ki v loku obkroža porečje Mislinje. Osnovna smer gorovja – grebena je vzhod – zahod. Z grebena Pohorja se spuščajo v dolino, ki ima osnovno smer isto kot greben Pohorja; dolgi grebeni s kratkimi pobočji, ki so zlasti v spodnjem delu precej strmi. Pobočja, porasla z gozdom, sekajo številni potočki in potoki, ki imajo veliko vodno silo in hudourniški značaj.

Področje GGE spada po fitoklimatski razčlenitvi v preddinarsko in predpanonsko cono. Padavine in temperature nakazujejo na srednjeevropsko klimo, v zgornjih – višjih predelih celo visokogorsko klimo.

Značilnost Mislinjske doline je toplotni obrat, kar se kaže v ostrih – mrzlih zimah in svežih poletjih z relativno veliko količino padavin (količina letnih padavin znaša od 1050 mm do 1570 mm in narašča z nadmorsko višino), ki dosežejo svoj maksimum v poletnih mesecih

– v času intenzivne rasti. Povprečne letne temperature se gibljejo od 3,6 °C v višjih predelih (Ribniška koča), do 7,4 °C v nižjih predelih (Mislinja). V letu je malo število dni brez vetra. Najpogostejši so severni vetrovi. Posebej nevarni so severovzhodni vetrovi, ki so vlažni in povzročajo ob ostalih izpolnjenih klimatskih pogojih pogostne polome drevja zaradi snega in vetra.

Za vodo nepropustna kameninska podlaga in obilne padavine se odražajo na vodni izdatnosti potočkov, potokov in rek. Številni potoki na južni strani Pohorja imajo hudourniški značaj. Pomembni sta dve porečji rek, in sicer: reka Mislinja, ki pokriva okrog 85 % površine GGE, in reka Paka, ki pokriva okrog 15 % površine GGE. V GGE je evidentiranih 71,2 km vodotokov.

Kamnine v GGE so razdeljene v štiri skupine (dolomit, karbonat, zmerno kisle ter močno kisle – revne kamnine). Močno prevladujejo kamnine iz skupine zmerno kislih kamnin (56,8 % celotne površine GGE oziroma 57,83 % gozdne površine) in močno kisle – revne kamnine (36,59 % celotne površine GGE oziroma 36,14 % gozdne površine), ki predstavljajo skupaj več kot 93 % površine (93,39 celotne površine GGE oziroma 93,98 % gozdne površine) – to so silikatne kamnine – predvsem metamorforizirane kamnine, med katerimi površinski izstopata diaforit ter blestnik s prehodi v gnajs.

Močno prevladujejo silikati, kar je, v povezavi s hladnejšo alpsko-celinsko klimo ter vplivom človeškega delovanja v preteklosti, pripeljalo do največjega zasmrečenja v OE in po vsej verjetnosti tudi v Sloveniji. Velik delež smreke in dolgotrajno šablonsko gospodarjenje v prid njenega pospeševanja pa sta naravno pestrost rastlinskega, posredno pa tudi živalskega sveta močno znižalo. To se gotovo pozna tudi na talnih oblikah in procesih, ki tečejo v tleh.

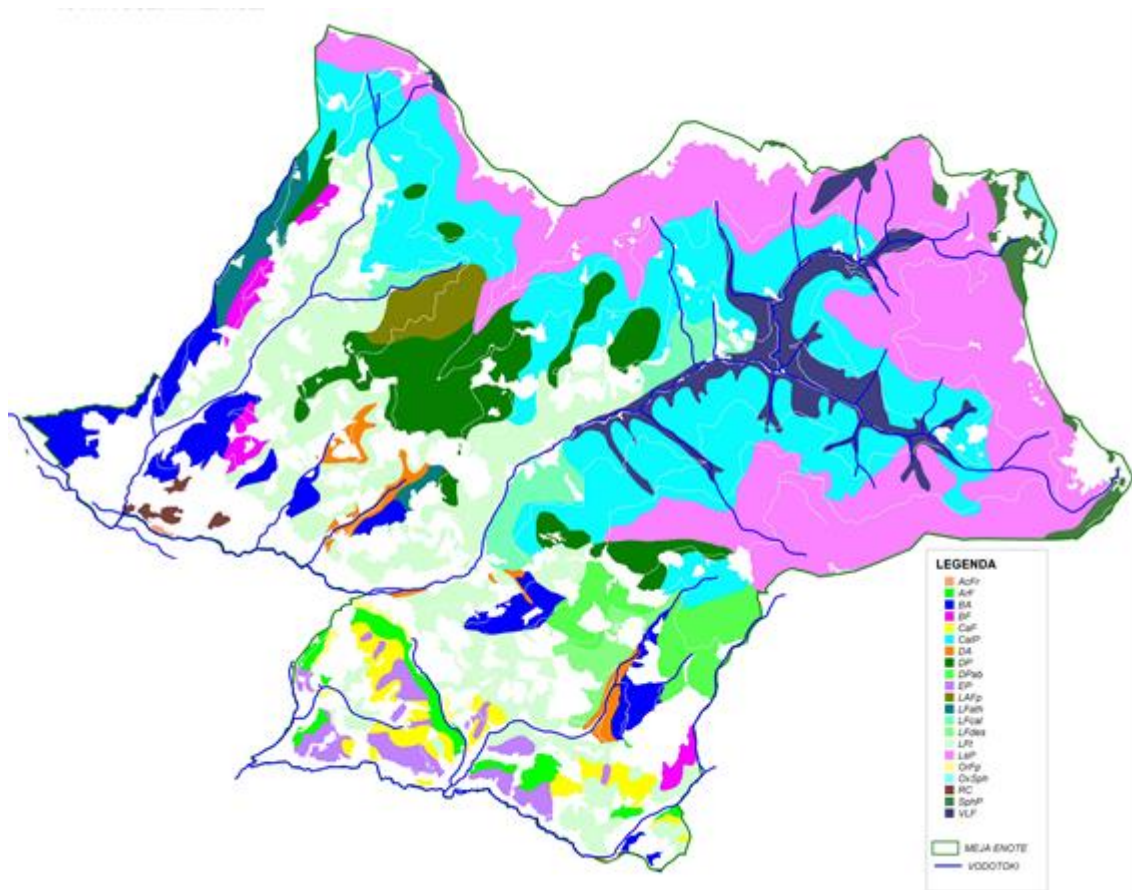
4.1.2 Gozdne združbe in lesna zaloga

Mislinjski gozdovi so od vseh gozdov v OE najbolj temeljito spremenjeni. Več stoletij trajajoč antropogen vpliv, ki je dosegel vrhunec v zadnjih dveh stoletjih (rudarjenje, izdelava oglja in pepelike, velikopovršinsko fratarjenje s požiganjem sečnih ostankov ter

sejanjem in sajenjem smreke, nemška šola gojenja z zatiranjem listavcev), je temeljito spremenil naravno sestavo gozdov. Nastali so monotoni, enodobni, večinoma (skoraj) čisti smrekovi sestoji (smrekove monokulture). To velja predvsem za bivše veleposestniške – današnje državne gozdove. Ohranjenih rastišč in sestojev z naravno sestavo rastlinskih vrst praktično ni več. Prevladujejo sekundarne, antropogeno pogojene gozdne združbe.

Gozdne združbe:

- LUZULO SYLVATICAE – PICEETUM (27,3 %);
- LUZULO ALBIDAE – PICEETUM (23 %);
- LUZULO FAGETUM (19 %);
- DESCHAMPSIO – PICEETUM DP (9,9 %),
- POLYGONATUM VERTICILLATI – LUZULO – FAGETUM (5,6 %),
- ostale gozdne združbe pa zasedajo manj kot 5 % površine v GGE Mislinja.



Slika 2: Karta gozdnih združb

(vir: Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinja, 2004)

Lesna zaloga v GGE znaša $387 \text{ m}^3/\text{ha}$, delež iglavcev je $350 \text{ m}^3/\text{ha}$ (90 %) in delež listavcev je $37 \text{ m}^3/\text{ha}$ (10 %). V sestavi deležev drevesnih vrst v lesni zalogi prevladuje smreka, ki ima kar 85 %. Sledijo ji bukev – 7 %, rdeči bor – 3 %, jelka – 2 %, plemeniti listavci – 2 % in evropski macesen – 1 %.

Povprečno priraste v gozdovih GGE $8,64 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{leto}$ lesne mase v GGE, kar predstavlja 2,18 % LZ v GGE. 88 % delež prirastka pripada iglavcem in 12 % delež prirastka listavcem.

4.1.3 Površina in lastništvo gozdov

V GGE prevladujejo zasebni gozdovi, ki jih je 3.181,34 ha ali 54,65 %, državnih gozdov je 2.639,64 ha ali 45,35 % gozdnih površin enote. Državni gozdovi (bivši Pergerjevi gozdovi) v GGE predstavljajo večjo strnjeno površino gozdov. Povprečna gozdnatost enote je 76 %. V enoti prevladuje velikost gozdne posesti med 10 in 30 ha.

4.1.4 Odprtost gozdov s prometnicami in razmere za pridobivanje lesa

V okviru OE velja GGE glede prometnic za zelo dobro odprto enoto. Produktivnih gozdnih cest je 119 km, povezovalnih gozdnih cest 27,40 km, produktivnih javnih cest pa je 30,30 km. Skupaj v GGE je za gozdno proizvodnjo pomembnih 176,70 km cest. Gostota produktivnih gozdnih cest v GGE je $21,22 \text{ m}/\text{ha}$, produktivnih cest je $5,40 \text{ m}/\text{ha}$, kar predstavlja skupaj gostoto produktivnih cest v GGE $26,62 \text{ m}/\text{ha}$.

4.1.5 Opis odseka 01120B

Meritve učinkov stroja za sečnjo in spravilo HSM 805F smo opravili v gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec, v gospodarski enoti Mislinja – Šentilj, odsek 01120B. Površina odseka znaša 76,78 ha in je v lasti države Republike Slovenije. Gre za visokogorski smrekov gozd, nadmorska višina je od 1110–1310 m. Odsek se nahaja na valovitem pobočju, ekspozicija SZ. Naklon terena je 20 stopinj, kamnina je gnajs, skalovitosti in kamnitosti na terenu ni.

Odsek 01120B sestavljata gozdni združbi *Luzulo sylvaticae* – *Piceetum* (71 %) in *Luzulo albidae* – *Piceetum* (29 %). Skupna lesna zaloga znaša 472 m³/ha, od tega je 462 m³/ha iglavcev in 10 m³/ha listavcev. Od drevesnih vrst prevladuje smreka – 90 %, sledita ji macesen – 7 % in bukev – 2 %.

4.2 OPIS STROJA HSM 805F

Kombinirani stroj za sečnjo HSM 805F je na voljo v več različicah. Odlikuje ga široko področje uporabe. Ima močan štirivaljni motor, inovativen koncept pogona in inteligentne podporne strukture. Razmeroma lahek stroj s konceptom šestih koles ponuja visoko raven zaščite, tako za tla kot za gozdno lesne sortimente. Kljub dolgemu dosegu žerjava je stabilen in lahko zlahka premaguje težaven teren. (HSM Forest, 2016)



Slika 3: Stroj HSM 805F (foto: Saša Kencijan)

TEHNIČNI PODATKI (HSM Modellreihe, 2014)

Motor:

- Mercedes Benz, OM 904 LA, 4 Cyl, Turbo Diesel/TIER3;
- moč motorja: 129 kW/175 KM pri obratih 2200 obr/min;
- največji navor: 675 Nm pri 1200–1600 obr/min;
- prostornina motorja: 4,25 l;
- prostornina rezervoarja za gorivo: 125 l.

Dimenzije:

- dolžina: 6085 mm;
- širina: 2550 mm;
- višina: 3540 mm;
- masa: 13.900 kg;
- nosilnost: 9 ton.

Pnevmatike:

- spredaj Tianli 23, 1 x 26;
- zadaj Nokian 710/40 – 22,5.

Vitel:

- ADLER dvobobenski HY 16 (2 x 80 kN);
- daljinsko voden vitel;
- premer jeklenice na bobnu 14 mm, dolžina 100 m.

Žerjav:

- EPSILON S100 F80;
- maksimalni doseg 8 m, dvizni moment bruto 128 kNm.

Sečna glava:

- CTL 453;

- maksimalni premer pri sečnji 530 mm;
- maksimalni premer pri kleščanju 450 mm;
- masa cca 650 kg brez rotatorja.



Slika 4: Sečna glava CTL 453 (foto: Saša Kencijan)

Dodatna oprema:

- sprednja nagibna odzivna deska;
- vožnja stroja z daljincem;
- klima.

4.3 OPIS MOTORNE ŽAGE HUSQVARNA 560XP

Husqvarna 560 XP je bila razvita posebej za profesionalne gozdarje in izkušene lastnike gozdov. Žaga ponuja veliko inovativnih rešitev za učinkovito, udobno delo. RevBoost

sistem v trenutku zagotovi visoko hitrost verige, kar je zelo velika prednost pri kleščanju (Husqvarna, 2014).



Slika 5: Motorna žaga Husqvarna 560xp (vir: Husqvarna, 2014)

TEHNIČNI PODATKI:

- prostornina valja: 59,8 cm³;
- moč: 3,5 kW (4,8 KM);
- prosti tek: 2800 o/min;
- maksimalna moč pri o/min: 9600 o/min;
- prostornina rezervoarja za gorivo: 0,65 l;
- prostornina rezervoarja za olje: 0,33 l;
- pogonski korak: .325";
- hitrost verige pri maks. moči: 21,3 m/s;
- nivo tresljajev sprednji/zadnji: 2,7/3,2 m/s²;
- pritisk hrupa na uporabnikova ušesa: 108 dB(A);
- masa: 5,4 kg.

Posebnosti:

- avtomatski uplinjač – Auto Tune: zagotavlja optimalno moč motorja z avtomatsko nastavitvijo motorja; sistem nastavitve upošteva različne tipe goriva, nadmorsko višino, vlažnost zraka, različne temperature in zamašen filter zraka;
- X – Torq: zagotavlja manjšo porabo goriva in nizek nivo emisij, ki ustreza najstrožjim okoljevarstvenim predpisom o izpušnih plinih;

- RevBoost: izjemno hitro pospeševanje in visoka hitrost verige za najboljše rezultate pri kleščanju;
- Smart Start: motor in zaganjalna naprava sta narejena tako, da motor steče hitro z najmanjšim naporom; upor na zagonsko vrvico je zmanjšan za 40 %;
- LowVib: učinkoviti blažilci tresljajev absorbirajo tresljaje in tako varujejo uporabnikove roke pred utrujenostjo;
- prozorno okence za kontrolo goriva;
- magnezijevo ohišje (vir: Tehnične značilnosti, Husqvarna, 2014).

4.4 METODA MERJENJA ČASOV

Za merjenje časov smo izbrali kontinuirano kronometrično metodo študije časa. Načelo te metode je, da merimo čase nepretrgoma od začetka do konca delovnega procesa in beležimo le časovne meje med posameznimi elementi časa. Kasneje lahko iz razlik med posameznimi časovnimi znamkami izračunamo trajanja posameznih elementov časa. Metoda je primerna za snemanje slike delovnika, ki jo potrebujemo za ugotavljanje dodatnih in drugih neproduktivnih časov (Košir, 1995).

4.4.1 Merjenje časov pri strojni sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F

Snemanje trajanja delovnih postopkov pri strojni sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F je potekalo s pomočjo dlančnika Trimble. V dlančnik je bil vnesen program za snemanje posameznih delovnih postopkov pri strojni sečnji in spravilu lesa. Pri strojni sečnji smo merili 16 delovnih postopkov, pri spravilu lesa pa 13 delovnih postopkov. Snemalec je s pritiskom na posamezno operacijo na zaslonu dlančnika sprožil merjenje določenega delovnega postopka. Podatki so se zapisovali v bazo na dlančniku. Po koncu vsakega merjenja smo podatke vnesli na prenosni računalnik in jih obdelali s programom Microsoft Excel. Program za snemanje posameznih delovnih postopkov je bil zelo dobro

pripravljen, kar nam je omogočalo, da smo snemanje opravili brez nepotrebnih zastojev zaradi meritev.

4.4.2 Merjenje časov pri sečnji z motorno žago

Za merjenje delovnih postopkov pri sečnji z motorno žago smo uporabili kronometer Suunto. Izmerjene čase za posamezne delovne postopke smo zapisovali v pripravljeno snemalno tabelo. Po končanem snemanju smo podatke obdelali s programom Microsoft Excel.

4.4.3 Opis delovnih postopkov pri strojni sečnji

Vožnja po cesti: prične se takrat, ko se stroj začne premikati s svojega parkirnega mesta ob kamionski cesti, in se konča, ko stroj zapusti gozdno cesto in zapelje v sestoj oziroma v gozd ali gozdno vlako.

Vožnja po sestoju: v delovni postopek vožnje po sestoju smo združili čase za vožnjo po gozdnih vlakah, vožnjo po sečno-spravih poteh ter čas, ki ga stroj porabi za premike med enim in drugim drevesom, označenim za posek. Delovni postopek se konča, ko se stroj ustavi in prične izvajati naslednji delovni postopek.

Pripravljalno-zaključni čas: to je čas, ki je potreben, da strojnik pred pričetkom dela pripravi stroj za brezhibno delovanje ter po koncu delovnega dneva pregleda stroj in odpravi morebitne okvare. V tej raziskavi smo med pripravljeno-zaključni čas šteli dela, kot so: dolivanje goriva in maziva, čiščenje stekel na kabini, brušenje verige, mazanje zgibnih mest na sečni glavi in stroju, montaža in demontaža sečne glave, montaža in demontaža klešč za nalaganje hlodovine, montaža in demontaža sedlastih klešč (Klembank) za prevoz daljših sortimentov.



Slika 6: Montaža sedlastih klešč na stroj HSM 805F za spravilo dolgih sortimentov (foto: Matevž Mihelič)

Priprava poti: k delovnemu postopku priprave poti smo šteli čase, ki jih je stroj potreboval, da si je pripravil oz. odprl sečno-spravalno pot za potrebe prevoznosti. Na delovišču so bile že obstoječe preseke – poti, po katerih so v prejšnjih letih spravljali les s traktorjem. Te preseke smo sedaj uporabili kot sečno-spravalne poti. Ponekod je bila širina poti preozka za prehod stroja, zato je bilo treba naknadno posekati še nekaj dreves. Ker je bilo to delo netipično, ga nismo uvrstili v glavni produktivni čas, ampak v pomožnega.

Premik in pozicioniranje stroja: ko se konča postopek vožnje v sestoj oz. po sečnih poteh, strojnik z minimalnimi korekcijami namesti stroj tako, da je delo pri naslednjih delovnih postopkih čim učinkovitejše in varnejše. Postopek se konča, ko strojnik premakne ročico stroja.

Izteg ročice in nameščanje: postopek iztega ročice se prične, ko se konča postopek premika in pozicioniranja stroja. Obsega čas od prvega premika ročice do objema drevesa z noži za kleščenje in potisnimi valji. Postopek se konča, ko se vklopi verižna žaga na sečni glavi.

Podiranje in izdelava: postopek podiranja in izdelave sledi postopku iztega ročice. Postopek podiranja in izdelave je sestavljen iz postopkov podžagovanja, podiranja, kleščanja in krojenja lesa. Postopek podžagovanja se prične takrat, ko strojnik z verižno žago na sečni glavi prične s podžagovanjem drevesa. Temu postopku sledi postopek podiranja drevesa, ko strojnik podžagano drevo potisne na tla oz. je drevo podrto. Pri tem mora biti pozoren na smer podiranja drevesa, ki mu v nadaljevanju omogoča najugodnejše obdelovanje drevesa. Pri smeri podiranja drevesa mora strojnik predvsem paziti na okoliška drevesa, da ostanejo nepoškodovana oz. da so poškodbe na njih minimalne. Sledita postopka kleščanja drevesa in izdelave sortimentov, pri katerih strojnik s sečno glavo klesti veje do določene dolžine sortimenta, prereže deblo z verižno žago na sečni glavi ter nadaljuje postopka, dokler na tla ne pade zadnji sortiment, s katerim se proces podiranja in izdelave konča.

Izdelava sortimenta: pri tem postopku je stroj opravil postopek kleščanja in krojenja na drevesu, ki ga je predhodno posekal sekač z motorno žago. Sekača smo potrebovali pri sečnji dreves, ki so imela prevelik prsni premer za strojno sečnjo, in sečnjo dreves, ki so bila izven dosega dvigala na stroju.

Pomoč delavca: pod postopek pomoč delavca smo beležili čase, ko je sekač moral pomagati stroju pri določenem opravilu. Pomoč delavca je bila potrebna pri reševanju zagozdene letve sečne glave v rezu in dvakrat pri poseku debelejšega drevja.

Premik sortimenta: k postopku premik sortimenta smo šteli čase, ki jih je strojnik porabil, da je premaknil oz. zložil sortiment ob sečno-spravilno pot. Sortimente, ki jih je moral strojnik premakniti, je predhodno izdelal delavec z motorno žago.

Gozdni red: ko strojnik zaradi premajhnega premera drevesa preneha z izdelovanjem sortimentov, ostanke sečnje (vrhači in veje) prežaguje tako, da padajo pred stroj na sečno pot, ali pa dela kupe ob sečno-spravičnih poteh. S tem, ko strojnik prežaguje sečne ostanke tako, da padajo na sečno pot, deloma obvaruje tla pred poškodbami. Strojnik je sečne ostanke zlagal v kupe pri tehnologiji dolgega lesa, ker se je večinoma premikal po

obstoječih traktorskih vlakah, ki pa morajo biti po končanem delu očiščene in primerne za traktorsko spravilo.

Zastoj zaradi stroja: k temu postopku štejemo čase, ki jih je strojnik porabil za popravila in vzdrževanje stroja med delom. Razlogi za zastoj stroja so bili: menjava verige na verižni žagi, napenjanje verige na verižni žagi in menjava letve na verižni žagi. Vsa popravila na stroju je strojnik opravil sam.

Zastoj zaradi organizacije: predstavlja čas za dogovarjanje z delovodjo in sekačem o nadaljnjem poteku dela. Večkrat se je zgodilo, da strojnik iz kabine ni dobro videl, katera drevesa so označena za posek. V tem primeru je moral strojnik izstopiti iz stroja in si ogledati teren ali pa z zvočnim signalom priklicati sekača, ki mu je pokazal drevesa, označena za posek. Zastoj je nastajal tudi zaradi ogledov sestoja oz. vlak, kjer se bo stroj premikal. Pri ogledih smo določili vstopne poti v sestoj tako, da so bile poškodbe na mladju in gozdnih tleh čim manjše.

Zastoj zaradi meritev: sem smo šteli čas, ki smo ga porabili za organizacijo snemanja delovnih postopkov.

4.4.4 Opis delovnih postopkov pri spravilu lesa s strojem HSM 805F

Prazna vožnja po cesti: to je čas, ki ga porabi stroj za vožnjo po gozdni cesti. Začne se s premikom praznega stroja od prostora na kamionski cesti, kjer je razložil tovor, in konča, ko stroj zapelje na gozdno vlako.

Prazna vožnja po sestoju: postopek se prične, ko stroj iz gozdne ceste zapelje na gozdno vlako ali sečno pot. Predstavlja čas, ki ga stroj porabi za vožnjo po gozdnih vlakah in sečnih poteh. Postopek se konča, ko se stroj ustavi in začne kateri drugi delovni postopek.

Nakladanje: postopek se prične, ko se stroj ustavi in strojnik premakne dvigalo nakladalne naprave z namenom nakladanja sortimentov. Konča se takrat, ko se začne stroj zopet premikati.

Premik med nakladanjem: ta se prične, ko se dvigalo za nakladalne naprave ustavi in se stroj začne premikati. Postopek se konča, ko se stroj ustavi in strojnik premakne dvigalo nakladalne naprave z namenom nakladanja sortimentov.

Polna vožnja v sestoji: to je postopek, ki se prične takrat, ko polno naložen stroj prične z vožnjo po sečnih poteh ali vlakah, in se konča takrat, ko stroj prispe na kamionsko cesto oz. mesto razkladanja.

Polna vožnja po kamionski cesti: postopek se prične, ko polno naložen stroj prispe s sečne poti ali vlake na kamionsko cesto, in konča, ko se polno naložen stroj ustavi z namenom razlaganja sortimentov na vmesnem skladišču na kamionski cesti.

Razkladanje: postopek razkladanja sortimentov se je pričel, ko se je stroj ustavil na vmesnem skladišču na kamionski cesti in s kleščami pograbil prvi sortiment. Končal se je takrat, ko je bil na določen kup odložen zadnji sortiment.

Premik med razkladanjem: v naši raziskavi je stroj sortiral sortimente po kakovosti v največ štiri različne kupe (celulozni les, tehnični les, hlodovina, dolžinski sortimenti). Postopek se je pričel, ko je strojnik na določen kup odložil zadnji sortiment in pričel premikati stroj do naslednjega kupa. Končal se je, ko se je stroj ustavil pri naslednjem kupu in je strojnik pričel z razkladanjem sortimentov.

Zastoj zaradi organizacije: pod postopek zastoj zaradi organizacije smo šteli čas, ko smo si s strojnikom ogledali in določili najugodnejše pravilne poti ter določili tudi vmesno skladišče na kamionski cesti.

Zastoj zaradi delavca: nastal je zaradi telefonskih pogovorov z nadrejenimi. V te zastoje štejemo še odmore, oddihe in fiziološke potrebe delavcev.

Zastoj zaradi stroja: ta zastoj je nastal zaradi veje, ki se je zataknila za ogledalo stroja. Strojnik je vejo odstranil in nadaljeval z delom.

4.4.5 Opis delovnih postopkov pri sečnji lesa z motorno žago Husqvarna 560XP

Izdelava zaseka: postopek izdelave zaseka se prične, ko začne delavec določati smer padca drevesa, in konča, ko je zasek drevesa izdelan.

Podžaganje: postopek se prične, ko začne delavec z motorno žago izdelovati ščetino, in se konča, ko prične sekač vstavljati kline za naganjanje.

Klinjanje in naganjanje: postopek se prične, ko delavec vstavi klin, in konča, ko drevo pade na tla.

Kleščanje: postopek kleščanja se prične, ko delavec z motorno žago odreže prvo vejo na drevesu, in konča, ko delavec oklesti veje na zadnjem sortimentu. Postopek kleščanja drevesa vmes večkrat prekine postopek krojenja in prežaganja.

Krojenje in prežaganje: v raziskavi smo pri prvi tehnologiji krojili sortimente dolžine 4,10 m, pri drugi tehnologiji pa smo se osredotočili na krojenje čim daljših sortimentov. Postopek krojenja je zavzemal čas, ko si je delavec sekač označil mesto prereza na drevesu, postopek prežaganja pa je zavzel čas, ki ga je sekač porabil za prerez drevesa na mestu označbe.

Obdelava korenovca: pri tem postopku smo merili čas, ki ga je sekač porabil za obdelavo korenčnika in odžaganje ščetine.

Prehod: postopek zavzema čas, ki ga delavec porabi za prehod od izdelanega drevesa do drugega drevesa, označenega za posek.

Pripravljalna dela: sem spada čas, ki ga je sekač porabil, da si je pripravil varen prostor za delo okoli drevesa, označenega za posek (odstranjevanje gošče okoli drevesa, označenega za posek; rezanje vej, ki so mu bila v napoto pri izdelavi zaseka).

Sproščanje ujetega drevesa: pri tem postopku smo merili čas, ki ga je delavec porabil, da je spravil na tla drevo, ki se je pri podiranju naslonilo na drugo stoječe drevo in na njem obviselo. Delavec si je pri sproščanju drevesa pomagal z obračalnikom, dodatnim podžagovanjem in prerezovanjem ščetine.

Vzdrževanje gozdnega reda: sem spada čas, ki ga je sekač porabil za razžagovanje vrhačev drevja in zlaganje vej iglavcev na kupe.

Vzdrževanje motorne žage: med postopkom sečnje lesa je potrebno tudi redno vzdrževanje motorne žage. Sem štejemo dolivanje goriva in maziva, brušenje verige, čiščenje zračnega filtra, obračanje letve ter druga vzdrževalna dela, ki so potrebna za nemoteno delovanje motorne žage in s tem postopka sečnje lesa.

Zastoj zaradi organizacije: sem smo šteli ves čas, ki ga je delavec sekač porabil, ko je spremljal delo stroja, ga usmerjal in mu kazal še neposekano odkazano drevje, ki ga strojnik ni opazil iz kabine stroja.

Zastoj zaradi meritev: sem smo šteli čas, ki smo ga porabili za organizacijo snemanja delovnih procesov.

Prehod na delovišče in z delovišča: sem spada čas, ki ga je delavec porabil za prehod s kamionske ceste, kjer je pustil službeno vozilo, do delovišča in obratno.

Nameščanje glave za sečnjo na stroj HSM 805F: ker smo raziskavo opravljali s kombiniranim strojem za sečnjo in spravilo lesa, je bilo treba ob koncu postopka spravila in pred pričetkom postopka sečnje lesa s strojem klešče za nalaganje lesnih sortimentov zamenjati z glavo za sečnjo drevja.

Pomoč pri vzdrževalnih delih na stroju HSM 805F: ob raznolikih okvarah in rednem vzdrževanju stroja je sekač priskočil na pomoč strojniku.

4.5 POTEK DELA

4.5.1 Priprava objektov

Z revirnim gozdarjem Zavoda za Gozdove Slovenije Jožetom Preiningerjem smo v odseku 01120B odkazali drevje, primerno za posek. Pri odkazilu smo odsek razdelili na dve delovni polji. V prvem delovnem polju – drogovnjaku – sta se načeloma izvajala »čista« strojna sečnja in spravilo lesa s strojem, v drugem delovnem polju – debeljaku – sta potekala kombinirana sečnja s strojem in sekačem ter spravilo dolgih sortimentov s tovornim sedlom. Drevesa za posek smo v prsni višini označili z rdečo piko. Pri pripravi objekta za strojno sečnjo se drevje za posek po pravilu označi z dvema poševnima rdečima črtama. Takšna označitev drevja se uporablja zaradi boljše vidljivosti drevja, označenega za posek, saj se običajno strojna sečnja izvaja tudi v slabem vremenu (dež, megla, mrak), zaradi česar je vidljivost iz kabine stroja slabša. Zaradi natančnejše analize posekanega drevja in hitrejšega snemanja meritev smo na vsako odkazano drevo z rdečo barvo zapisali še prsni premer drevesa. Na objektu smo z dlančnikom Trimble in s pomočjo GPS-sistema posneli vse vlake in sečno-spravljalne poti.



Slika 7: Označeno drevje za strojno sečnjo z napisanimi prsnimi premeri dreves za potrebe raziskave (foto: Matevž Mihelič)

4.5.2 Potek dela na raziskovalnem objektu I (drogovnjak)

Na objektu I smo se odločili, da bomo izmerili učinke strojne sečnje z glavo za sečnjo in spravilo lesa. Ker je razvojna faza objekta drogovnjak, smo se odločili za izvajanje sečnje kratkega lesa – sortimentno metodo. Sortimenti so merili v dolžino 4 m. Na začetku je bila raziskava zastavljena tako, da bi stroj s sečno glavo sekal in izdeloval sortimente ter jih sproti nalagal na nakladalni prostor (v nadaljevanju košara) na stroju. Po pogovoru s strojnikom in ogledu komand na stroju in sečne glave smo ugotovili, da takšen način dela ne bo mogoč, saj stroj za takšno delo nima primernih komand in niti ustrezne sečne glave. Odločili smo, da bo delo potekalo na klasičen način. Stroj bo drevje najprej posekal in ga zložil ob sečno-spravih poteh. Po končani sečnji bo strojnik sečno glavo zamenjal s kleščami za nalaganje hlodovine, na stroj namestil košaro in les odpeljal do skladišča ob kamionski cesti. Predvidevali smo, da bomo lahko celotno sečnjo izvedli brez pomoči sekača, vendar se je v praksi izkazalo, da to ni mogoče.

V preteklosti sta se v sestoju že izvajala redčenje mlajšega drogovnjaka z motorno žago in spravilo lesa s traktorjem. Primarne gozdne prometnice potekajo ob zgornjem in spodnjem delu sestoja. Zaradi lažjega traktorskega spravila (ročno predspravilo lesa ni bilo mogoče, saj je teren preveč položen) so po sestoju naredili vzdolžne sekundarne gozdne prometnice, po katerih so spravljali les s traktorjem do primarnih gozdnih prometnic in naprej do kamionske ceste. Že obstoječe sekundarne prometnice smo pri raziskavi uporabili kot sečno-spravih poti, saj so bile tudi razdalje med njimi precej ustrezne dosegu dvigala na stroju.

Kljub predhodnemu ogledu prevoznosti primarnih prometnic smo že na začetku naleteli na težave, saj je bil dostop iz primarne vlake na sečno spravilno pot preozek. Zaradi debeline drevja (debelinska stopnja 10), ki je ovirala prehod na sečno-spravih pot, stroj ni mogel posekati dreves. To delo je to moral opraviti sekač z motorno žago. Sekač je načeloma pri debelejših drevesih izdelal tudi prvi sortiment oz. sortimente do debeline, od katere je bilo nato možno drevo oklestiti in izdelati sortimente strojno s sečno glavo.

Drugo večjo težavo so pri strojni sečnji povzročala drevesa za posek, ki so bila na sečno-spravih potih pred strojem, in tudi mesta, kjer je bil sestoj tako gost, da se stroj ni mogel postaviti vzporedno z drevesom. Stroj je namreč narejen tako, da je kabina na stroju fiksna, dvigalo pa gleda nazaj proti repu stroja, zato se je moral stroj pri sečnji pomikati »vzvratno«. Drevesa, ki so bila označena na sečnih potih in niso bila v dosegu dvigala stroja, je posekal sekač z motorno žago. Pri podiranju je drevesa usmerjal v stran od poti in v smer, v katero se je stroj premikal. Kleščenje in izdelavo sortimentov je nato opravil stroj.

Strojnik je pri izdelavi sortimentov že v gozdu ločeval sortimente po kakovostnih razredih, ki jih je zlagal ob sečno-spravih poti.



Slika 8: Strojna sečnja na objektu I (foto: Matevž Mihelič)

Gozdni lesni sortimenti po kakovostnih razredih:

- **hlodi:** srednji premer brez lubja na sredini dolžine gozdnega lesnega sortimenta mora znašati minimalno 20 cm;
- **droben tehnični les:** srednji premer brez lubja na tanjšem čelu gozdnega lesnega sortimenta mora znašati minimalno 15 cm;
- **celulozni les:** les slabše kakovosti, primeren za papirno industrijo, izdelavo ivernih plošč, energent za kurjavo v industriji in domači uporabi.

Opravljeni sečnji in izdelavi odkazanega drevja na objektu je sledil postopek spravila gozdnih lesnih sortimentov iz gozda do skladišča na kamionski cesti. Strojnik je sečno glavo na dvigalu zamenjal s kleščami za nakladanje sortimentov in na stroj namestil košaro za spravilo sortimentov. Pri menjavi orodij mu je pomagal sekač.



Slika 9: Demontaža sečne glave (foto: Saša Kencijan)



Slika 10: Montaža klešč za nalaganje hlodovine (foto: Saša Kencijan)

Spravilo sortimentov je potekalo tekoče in brez nepredvidenih težav. Strojnik je iz gozda najprej izvozil hlodovino, nato droben tehnični les in nazadnje še celulozni les. Na kamionski cesti je sortimente zložil v kupe po kakovostnih razredih.

4.5.3 Potek dela na raziskovalnem objektu II (debeljak)

V okviru objekta II smo se odločili za tehnologijo debelne metode. Krojili smo čim daljše sortimente (dolžina od 8 do 12 m).

Poizkus je bil zastavljen tako, da bi sekač podiral in izdeloval drevje, ki je predebelo, da bi to opravili s strojem. Preostanek drevesa bi oklestil vej in izdelal sortimente stroj. Ko bi bilo drevo skrojeno, bi strojnik sortimente naložil v sedlaste klešče in pričel izdelovati naslednje drevo. Takšno sosledje operacij bi izvajal, dokler ne bi bile sedlate klešče polne,

nato pa bi sortimente izvozil do skladišča na kamionski cesti. Na kamionski cesti bi sortimente razložil, sekač pa bi jih razrezal na sortimente ustrezne dolžine. Tako zastavljen poizkus nam je že takoj na začetku onemogočila tehnika, saj smo že na prvem objektu – drogovnjak – ugotovili, da stroj za takšno delo (nakladanje sortimentov s sečno glavo) nima niti primernih komand niti ustrezne sečne glave.

Odločili smo se, da bomo poizkus zastavili enako kot pri prvem raziskovalnem objektu, in sicer bomo les najprej posekali in pripravili ob sečno-spravlne poti. Nato bomo na stroj namestili sedlaste klešče in sortimente izvozili do skladišča na kamionski cesti, kjer jih bo sekač razrezal na ustrezne dolžine za odvoz do kupca.

Ker takšne oblike dela strojnik in sekač še nikoli nista opravljala, je bilo na začetku kar precej zastojev zaradi organizacije. Največ časa smo posvetili usmerjenemu podiranju drevja sekača in pozicioniranju stroja ob kleščenju. Ugotovili smo, da je najbolj ugodna rešitev, da poizkusi sekač drevo podreti čim bolj vzporedno na sečno-spravlno pot. Vedno takšno usmerjeno podiranje ni bilo mogoče zaradi pomlajenih skupin v obliki mladja in gošče. V primeru, da je bilo drevo predebelo za strojno kleščenje, ga je sekač oklestil nekje do premera debla cca 40 cm in označil mesto prvega prežagovanja. Nato je strojnik drevo prijel s sečno glavo, ga povlekel vzporedno stroju in ga oklestil vej.

Spravilo lesa je potekalo tekoče in brez zastojev, saj je bila hlodovina lepo pripravljena ob sečno-spravlne poteh. Tekoče spravilo nam je omogočala tudi vlaka, ki je bila precej ravna. Ko je stroj prispel do skladišča na kamionski cesti, je sortimente dolžine 10 m, katerih premer je bil na tanjšem čelu hloda večji od 30 cm, zlagal skupaj. Ostale sortimente, ki so bili dolžine 8 m in 12 m in je bil premer na tanjšem delu hloda manjši od 30 cm ali pa so bili slabše kvalitete, pa je delavec z motorno žago skrojil na dolžino 4 m.



Slika 11: Stroj HSM 805F z nameščenimi sedlastimi kleščami za spravilo dolgih sortimentov (foto: Saša Kencijan)

Ko je stroj ponovno prispel s tovorom do skladišča, je sortimente zopet razložil, nato pa sortiral še sortimente, ki jih je skrojil sekač. Pri takšni organizaciji dela na skladišču smo ugotovili, da sekač ni bil optimalno izkoriščen, saj je imel veliko neproduktivnega časa med tem, ko je čakal, da stroj pripelje naslednji tovor.

Izkazalo se je, da bi bila boljša rešitev, če bi stroj ves les iz delovišča izvozil na skladišče, nato pa sortimente, ki niso bili ustreznih dimenzij, izdelal s sečno glavo. Vendar pa se za takšno obliko dela potrebuje veliko prostora na skladišču, ki ga v tem primeru nismo imeli.

5 REZULTATI RAZISKOVANJA

5.1 SESTAVA DELOVNIKA

Vsak delovnik sestavljajo produktivni čas (glavni in pomožni), neproduktivni čas, pripravljalno-zaključni delovni čas in glavni odmor.

Delovne učinke ustvarjamo samo v produktivnem času, pravzaprav le v tistem delu produktivnega časa, ki ga imenujemo glavni produktivni čas (npr. vlačenje lesa), za razliko od pomožnega produktivnega časa (npr. rampanje, sortiranje lesa), v katerem ne ustvarjamo učinkov (Košir, 1995).

Neproduktivni čas je čas, ki nastaja med delom, kot so odmori, oddihi, krajša popravila, zastoji. Pri naših snemanjih so zastoji nastajali predvsem zaradi organizacije del in meritev.

Pripravljalno-zaključni čas je čas, ki je potreben, da delavec pred pričetkom dela pripravi orodje in pride v delovišče in po končanem delu vse orodje zopet pospravi (Košir, 1995).

5.1.1 Sestava delovnikov na objektu I

Snemanje delovnih postopkov sečnje in spravila lesa na objektu I je potekalo od 6. 6. 2012 do 8. 6. 2012. Skupaj smo v treh dneh posneli 14,5 ur strojne sečnje, 14,1 ur sečnje z motorno žago in 12,9 ur spravila lesa.

V preglednicah so prikazani trajanje posameznih delovnih postopkov v celotnem snemanju in trajanje ter odstotek posameznih postopkov, preračunano na 8-urni delovnik. Pri 8-urnem delovniku smo upoštevali zakonsko predpisan 30-minutni glavni odmor in 450 minut kot osnovo za izračune.

Preglednica 1: Slika delovnika strojne sečnje za objekt I

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izteg ročice	74,13	41,50	8,65
Podiranje in izdelava	248,25	138,97	28,95
Pomoč delavca	3,37	1,88	0,39
Izdelava sortimenta	96,80	54,19	11,29
Glavni produktivni čas	422,55	236,54	49,28
Premik in pozicioniranje stroja	66,10	37,00	7,71
Priprava poti	14,37	8,04	1,68
Premik sortimenta	13,33	7,46	1,55
Gozdni red	57,70	32,30	6,73
Pomožni produktivni čas	151,50	84,81	17,67
PRODUKTIVNI ČAS	574,05	321,35	66,95
Zastoj zaradi stroja	48,69	27,26	5,68
Zastoj zaradi organizacije	49,59	27,76	5,78
Zastoj zaradi meritev	56,62	31,70	6,60
NEPRODUKTIVNI ČAS	154,90	86,71	18,07
Vozi po sestoju	43,95	24,60	5,13
Vozi po cesti	0,93	0,52	0,11
PZČ	30,03	16,81	3,50
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	74,91	41,94	8,74
DELOVNI ČAS	803,86	450,00	93,75
Glavni odmor	63,25	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + glavni odmor	867,11	480,00	100,00

Produktivni delovni čas je zajemal 66,95 % vsega delovnega časa. Glavni produktivni čas je zajemal 73,61 %, pomožni produktivni čas pa 26,39 % skupnega produktivnega časa.

V glavnem produktivnem času največji delež zavzemata podiranje in izdelava sortimenta, in sicer 28,95 % celotnega delovnega časa in 58,76 % glavnega produktivnega časa. Da pripada največji delež glavnega produktivnega časa na delovni postopek podiranje in izdelava, je povsem razumljivo, saj je bila razvojna faza sestoja, v katerem se je nahajal objekt I, mlajši drogovnjak. Stroj je lahko večino drevja posekal sam brez pomoči sekača. Prav tako so bile preseke po sestoju, ki smo jih uporabili kot sečno-spravlne poti, narejene

precej na gosto, tako da je strojnik z dvigalom na vsako stran pobral skoraj vse za posek označeno drevje.

Izdelava sortimenta je zavzemala 11,29 % celotnega delovnega časa oziroma 22,92 % glavnega produktivnega časa. Pri delovnem postopku izdelave sortimenta je stroj na drevesu opravil samo klešččenje in krojenje. Drevo je podrl sekač z motorno žago, bodisi zaradi prevelikega prsnega premera drevesa bodisi zaradi lege drevesa izven dosega dvigala na stroju.

Znotraj pomožnega produktivnega časa je največji delež padel na delovni postopek premik in pozicioniranje stroja (43,62 %) oziroma 7,81 % celotnega delovnega časa. Velik delež delovnega postopka je posledica manjše okretnosti stroja HSM 805F in statične kabine stroja glede na klasične stroje za strojno sečnjo lesa.

Neproductivni čas je predstavljal 18,07 % celotnega delovnega časa, zastoji pa so nastajali zaradi organizacije del, meritev in zastojev zaradi stroja (menjavanje verige in letve, okvara hidravlične cevi). Strojnik in sekač sta se sproti dogovarjala o poteku dela, tako da je delo potekalo čim bolj tekoče in učinkovito.

V pripravljalno-zaključnem času največji delež pripada vožnji po sestoji (58,74 %) ali 5,13 % celotnega delovnega časa.

Preglednica 2: Slika delovnika sečnje z motorno žago

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izdelava zaseka	20,03	11,70	2,44
Podžagovanje	29,10	16,99	3,54
Klinjanje in naganjanje	11,56	6,75	1,41
Kleščenje	7,80	4,56	0,95
Krojenje in prežagovanje	9,91	5,79	1,21
Obdelava korenika	4,65	2,72	0,57
Prehod	32,20	18,80	3,92
Pripravljalna dela	14,00	8,18	1,70
Sproščanje obvislega drevesa	7,67	4,48	0,93
Gozdni red	4,55	2,66	0,55
Pomoč stroju – čiščenje poti, sproščanje obvislega drevesa	7,79	4,55	0,95
PRODUKTIVNI ČAS	149,26	87,17	18,16
Vzdrževanje MŽ	13,59	7,94	1,65
Zastoj zaradi organizacije	493,14	287,99	60,00
Zastoj zaradi meritev	9,79	5,72	1,19
NEPRODUKTIVNI ČAS	516,52	301,64	62,84
Prehod na delovišče iz KC	20,74	12,11	2,52
Prehod iz delovišča na KC	25,64	14,97	3,12
Montiranje sečne glave na HSM	25,22	14,73	3,07
Menjava verige na HSM, dolivanje goriva in maziva HSM	33,18	19,38	4,04
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	104,78	61,19	12,75
DELOVNI ČAS	770,56	450,00	93,75
Glavni odmor	74,02	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	844,58	480,00	100,00

Produktivni čas predstavlja 18,16 % celotnega delovnega časa. Odstotek produktivnega časa je tako nizek zato, ker je večino dela v sestoji lahko opravil stroj. Sekač je bil stroju v pomoč samo takrat, kadar stroj z dvigalom ni dosegel drevesa ali pa je bilo drevo predebelo, da bi ga lahko posekal ali obdelal stroj.

Delavec z motorno žago na objektu ni imel veliko dela, kar prikazuje tudi veliki odstotek neproduktivnega časa (62,84 % v celotnem delovnem dnevu). Pravzaprav bi v takšnih sestojih strojnik lahko delal sam. S strojem bi posekal drevje, ki bi ga dosegel z dvigalom,

nato bi z motorno žago posekal drevje, ki je izven dosega dvigala, in drevje, ki je predebelo za sečnjo s strojem. Vendar je z vidika varnosti pri delu priporočljivo, da sta pri opravljanju gozdnih del z večjo nevarnostjo za poškodbe in zdravstvene okvare na delovišču prisotna vsaj dva delavca v vidni ali slišni oddaljenosti.

Preglednica 3: Slika delovnika spravila lesa s strojem HSM 805F

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Prazna cesta	17,82	10,85	2,26
Prazen sestoj	79,82	48,61	10,13
Nakladanje	302,65	184,32	38,40
Premik med nakladanjem	66,20	40,32	8,40
Poln sestoj	88,80	54,08	11,27
Polna cesta	10,25	6,24	1,30
Razkladanje	93,03	56,66	11,80
Premik med razkladanjem	3,20	1,95	0,41
Prekladanje	2,48	1,51	0,32
PRODUKTIVNI ČAS	664,25	404,53	84,28
Zastoj zaradi stroja	0,27	0,16	0,03
Zastoj zaradi organizacije	43,53	26,51	5,52
Zastoj zaradi delavca	2,40	1,46	0,30
NEPRODUKTIVNI ČAS	46,20	28,14	5,86
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	28,46	17,33	3,61
DELOVNI ČAS	738,91	450,00	93,75
Glavni odmor	38,64	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	777,55	480,00	100,00

Iz strukture delovnika je razvidno, da znaša delež produktivnega časa 84,28 % vsega delovnega časa. Največji delež v celotnem delovnem času zajema delovni postopek nakladanje (38,4 %). Vzrok za tako velik odstotek si lahko razlagamo zaradi majhnega volumna povprečnega kosa v bremenu, ki je znašal 0,1 m³. Delež neproduktivnega časa zajema 5,86 %, od katerega največ časa odpade na delovni postopek zastoj zaradi organizacije. V pripravljeno-zaključni čas (3,61 % celotnega delovnega časa) smo šteli pripravo stroja za spravilo lesa in dolivanje goriva. Na stroju je bilo treba zamenjati sečno glavo s kleščami za nakladanje lesa in namestiti koš za nalaganje hlodovine.

5.1.2 Sestava delovnikov na objektu II

Snemanje sečnje in spravila lesa je potekalo 18. 6. 2012 in 19. 6. 2012. Skupaj smo v dveh dneh posneli 9,3 ure strojne sečnje, 10,1 ure sečnje z motorno žago in 8,1 ure spravila lesa.

Preglednica 4: Slika delovnika strojne sečnje s strojem HSM 805F

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izteg ročice	23,45	20,26	4,22
Podiranje in izdelava	33,35	28,81	6,00
Pomoč delavca	1,97	1,70	0,35
Izdelava sortimenta	117,37	101,38	21,12
Glavni produktivni čas	176,13	152,14	31,70
Premik in pozicioniranje stroja	48,75	42,11	8,77
Premik sortimenta – vlačenje drevesa	5,38	4,65	0,97
Priprava poti	7,83	6,77	1,41
Premik sortimenta	76,38	65,98	13,75
Gozdni red	13,72	11,85	2,47
Pomožni produktivni čas	152,07	131,35	27,37
PRODUKTIVNI ČAS	328,20	283,50	59,06
Zastoj zaradi stroja	22,62	19,54	4,07
Zastoj zaradi organizacije	71,92	62,12	12,94
Zastoj zaradi meritev	36,28	31,34	6,53
NEPRODUKTIVNI ČAS	130,82	113,00	23,54
Vozi po sestoju	13,85	11,96	2,49
Vozi po cesti	0,42	0,36	0,07
PZČ	47,67	41,18	8,58
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	61,94	53,50	11,15
DELOVNI ČAS	520,96	450,00	93,75
Glavni odmor	38,72	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + glavni odmor	559,67	480,00	100,00

Produktivni čas zajema 59,06 % celotnega delovnega časa. V produktivnem času glavni produktivni čas predstavlja 53,67 %, pomožni produktivni čas pa 46,33 %. Največji delež v glavnem produktivnem času zajema izdelava sortimenta (21,12 % od celotnega delovnika). Pri strojni sečnji, kjer vsa drevesa poseka stroj, največji delež v glavnem produktivnem času zajema postopek podiranje in izdelava sortimenta.

V našem primeru je zaradi neprimerne sečne glave na stroju večino dreves na objektu II moral podreti sekač z motorno žago.

Največji delež v pomožnem produktivnem času predstavlja premik sortimenta. Strojnik je porabil veliko časa, da je drevo, ki ga je podrl sekač, povlekel na sečno-spravilno pot, kjer ga je oklestil in skrojil sortimente. Prav tako je moral sortimente, ki jih je skrojil sekač, povleči k sebi in jih na spravljeni poti pripraviti za odvoz.

Neproductivni čas predstavlja 23,54 % celotnega delovnega časa. Največ zastojev je nastalo zaradi organizacije del oziroma komuniciranja med sekačem in strojnikom o poteku dela.

Pripravljalno-zaključni čas predstavlja 11,25 % celotnega delovnega časa. Odstotek je visok, ker smo v pripravljeno-zaključni čas šteli tudi pripravo stroja za sečnjo (menjava klešč za nalaganje s sečno glavo in menjava koša za nalaganje hlodovine s sedlastimi kleščami).

Preglednica 5: Slika delovnika sečnje z motorno žago

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izdelava zaseka	42,48	33,67	7,02
Podžagovanje	43,65	34,60	7,21
Klinjanje in naganjanje	31,21	24,74	5,15
Kleščenje	66,07	52,37	10,91
Krojenje in prežagovanje	35,84	28,41	5,92
Obdelava korenika	10,12	8,02	1,67
Prehod	52,1	41,30	8,60
Pripravljalna dela	10,11	8,01	1,67
Sproščanje obvislega drevesa	13,79	10,93	2,28
Beljenje panja	17,92	14,20	2,96
Pomoč stroju – čiščenje poti, razvlačevanje, vezanje	6,28	4,98	1,04
PRODUKTIVNI ČAS	329,57	261,25	54,43
Vzdrževanje MŽ	45,72	36,24	7,55
Odmori zaradi osebnih potreb	13,34	10,57	2,20
Zastoj zaradi organizacije	77,3	61,27	12,77
Zastoj zaradi meritev	33,53	26,58	5,54
NEPRODUKTIVNI ČAS	169,89	134,67	28,06
Prehod na delovišče iz KC	12,65	10,03	2,09
Prehod iz delovišča na KC	28,26	22,40	4,67
Montiranje sečne glave in sedlastih klešč	27,32	21,66	4,51
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	68,23	54,08	11,27
DELOVNI ČAS	567,69	450	93,75
Glavni odmor	36,1	30	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	603,79	480	100

Produktivni čas pri sečnji z motorno žago zajema 54,43 % celotnega delovnega časa. Kljub temu da je stroj opravil večino klešččenja, predstavlja klešččenje 10,91 % celotnega delovnega časa in 20,04 % produktivnega časa.

Neproduktivni čas predstavlja 28,06 % celotnega delovnega časa. Tudi na tem objektu največji delež neproduktivnega časa zajemajo zastoji zaradi organizacije (45,51 %). Pripravljalno-zaključni čas zajema 11,27 % celotnega delovnega časa, v katerega je vključena tudi pomoč delavca strojniku pri zamenjavi klešč za nalaganje s sečno glavo in zamenjavi koša za nalaganje hlodovine s sedlastimi kleščami.

Preglednica 6: Slika delovnika spravila lesa s sedlastimi kleščami

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Prazen cesta	13,40	13,48	2,81
Prazen sestoj	38,60	38,83	8,09
Nakladanje	140,27	141,10	29,40
Premik med nakladanjem	12,58	12,66	2,64
Poln sestoj	41,95	42,20	8,79
Polna cesta	9,40	9,46	1,97
Razkladanje	68,63	69,04	14,38
Premik med razkladanjem	0,73	0,74	0,15
Prekladanje	66,52	66,91	13,94
PRODUKTIVNI ČAS	392,08	394,41	82,17
Zastoj zaradi stroja	1,78	1,79	0,37
Zastoj zaradi organizacije	22,77	22,90	4,77
Zastoj zaradi delavca	1,48	1,49	0,31
NEPRODUKTIVNI ČAS	26,03	26,19	5,46
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	29,23	29,40	6,13
DELOVNI ČAS	447,35	450,00	93,75
Glavni odmor	37,52	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	484,87	480,00	100,00

Produktivni čas obsega 82,17 % celotnega delovnega časa. Največji delež znotraj produktivnega časa zajema delovni postopek nakladanje (29,4 %). Strojnik je imel kar nekaj težav pri spravilu dolgih (10–12 m) sortimentov. Težave se niso pojavljale pri samem nakladanju na sedlaste klešče, ampak takrat, ko je strojnik imel tovor že naložen in je klešče stisnil skupaj. Večkrat se je zgodilo, da klešče sortimentov niso stisnile dovolj skupaj in so ti padli s tovara. Velik delež (13,94 %) zajema delovni postopek prekladanje. Pri tem postopku je strojnik na skladišču ob kamionski cesti prekladal sortimente, ki jih je skrojil sekač iz dolžinskega lesa.



Slika 12: Nalaganje dolgih sortimentov v sedlaste klešče (foto: Matevž Mihelič)

Neproductivni čas predstavlja 5,46 % celotnega delovnega časa, pripravljajno-zaključni čas pa 6,13 %. V pripravljajno-zaključni čas sta vključena tudi čas menjave sečne glave s kleščami za nalaganje in namestitev sedlastih klešč na stroj.

5.2 IZBOLJŠANA SLIKA DELOVNIKA

Iz posnetih delovnikov smo izločili netipične delovne postopke za posamezne oblike sečnje in spravila lesa, za katere predvidevamo, da v prihodnjih delovnikih ne bodo več nastopali. Iz neproductivnega časa smo izločili zastoje zaradi meritev. Iz pripravljajno-zaključnega časa pa smo izločili menjavanje sečne glave s kleščami za nakladanje in obratno ter namestitev in odstranitev koša za nalaganje sortimentov ter sedlastih klešč.

5.2.1 Izboljšana slika delovnikov na objektu I.

Preglednica 7: Izboljšana slika delovnika strojne sečnje s strojem HSM 805F na objektu I

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izteg ročice	74,13	46,20	9,63
Podiranje in izdelava	248,25	154,72	32,23
Pomoč delavca	3,37	2,10	0,44
Izdelava sortimenta	96,80	60,33	12,57
Glavni produktivni čas	422,55	263,35	54,87
Premik in pozicioniranje stroja	66,10	41,20	8,58
Priprava poti	14,37	8,95	1,87
Premik sortimenta	13,33	8,31	1,73
Gozdni red	57,70	35,96	7,49
Pomožni produktivni čas	151,50	94,42	19,67
PRODUKTIVNI ČAS	574,05	357,78	74,54
Zastoj zaradi stroja	48,69	30,35	6,32
Zastoj zaradi organizacije	49,59	30,91	6,44
NEPRODUKTIVNI ČAS	98,28	61,25	12,76
Vozi po sestoji	43,95	27,39	5,71
Vozi po cesti	0,93	0,58	0,12
Dolivanje goriva in maziva, priprava stroja za sečnjo	4,81	3,00	0,62
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	49,69	30,97	6,45
DELOVNI ČAS	722,02	450,00	93,75
Glavni odmor	63,25	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + glavni odmor	785,27	480,00	100,00

Po izločitvi zastoja zaradi meritev in pripravi stroja za strojno sečnjo (iz forwarderja v harvester) se je produktivni čas pri strojni sečnji povečal iz 66,95 % na 74,54 % celotnega delovnika.

Preglednica 8: Izboljšana slika delovnika sečnje z motorno žago na objektu I

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izdelava zaseka	20,03	12,83	2,67
Podžagovanje	29,10	18,64	3,88
Klinjanje in naganjanje	11,56	7,41	1,54
Kleščanje	7,80	5,00	1,04
Krojenje in prežagovanje	9,91	6,35	1,32
Obdelava koreničnika	4,65	2,98	0,62
Prehod	32,20	20,63	4,30
Pripravljalna dela	14,00	8,97	1,87
Sproščanje obvislega drevesa	7,67	4,91	1,02
Gozdni red	4,55	2,92	0,61
Pomoč stroju – čiščenje poti, sproščanje obvislega drevesa	7,79	4,99	1,04
PRODUKTIVNI ČAS	149,26	95,63	19,92
Vzdrževanje MŽ	13,59	8,71	1,81
Zastoj zaradi organizacije	493,14	315,95	65,82
NEPRODUKTIVNI ČAS	506,73	324,66	67,64
Prehod na delovišče iz KC	20,74	13,29	2,77
Prehod iz delovišča na KC	25,64	16,43	3,42
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	46,38	29,72	6,19
DELOVNI ČAS	702,37	450,00	93,75
Glavni odmor	74,02	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	776,39	480,00	100,00

Po izločitvi zastoja zaradi meritev iz neproduktivnega časa in priprave stroja za strojno sečnjo (iz zgibnega traktorja v stroj za sečnjo) in menjave verige na stroju iz pripravljalno-zaključnega časa se je produktivni čas pri sečnji z motorno žago povečal iz 18,16 % na 19,92 % celotnega delovnika. Povečal se je tudi neproduktivni čas iz 62,84 % na 67,64 %.

Preglednica 9: Izboljšana slika delovnika spravila lesa na objektu I

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Prazna cesta	17,82	11,23	2,34
Prazen sestoj	79,82	50,30	10,48
Nakladanje	302,65	190,74	39,74
Premik med nakladanjem	66,20	41,72	8,69
Poln sestoj	88,80	55,96	11,66
Polna cesta	10,25	6,46	1,35
Razkladanje	93,03	58,63	12,21
Premik med razkladanjem	3,20	2,02	0,42
Prekladanje	2,48	1,57	0,33
PRODUKTIVNI ČAS	664,25	418,63	87,21
Zastoj zaradi stroja	0,27	0,17	0,04
Zastoj zaradi organizacije	43,53	27,44	5,72
Zastoj zaradi delavca	2,40	1,51	0,32
NEPRODUKTIVNI ČAS	46,20	29,12	6,07
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	3,58	2,26	0,47
DELOVNI ČAS	714,03	450,00	93,75
Glavni odmor	38,64	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	752,67	480,00	100,00

Iz izboljšane slike delovnika je razvidno, da se je produktivni čas povečal iz 84,28 % na 87,21 %, pripravljalo-zaključni čas pa se je zmanjšal iz 3,61 % na 0,47 %.

5.2.2 Izboljšana slika delovnikov na objektu II

Preglednica 10: Izboljšana slika delovnika strojne sečnje na objektu II

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izteg ročice	23,45	23,00	4,79
Podiranje in izdelava	33,35	32,71	6,81
Pomoč delavca	1,97	1,93	0,40
Izdelava sortimenta	117,37	115,11	23,98
Glavni produktivni čas	176,13	172,74	35,99
Premik in pozicioniranje stroja	48,75	47,81	9,96
Premik sortimenta – vlačenje drevesa	5,38	5,28	1,10
Priprava poti	7,83	7,68	1,60
Premik sortimenta	76,38	74,91	15,61
Gozdni red	13,72	13,45	2,80
Pomožni produktivni čas	152,07	149,14	31,07
PRODUKTIVNI ČAS	328,20	321,88	67,06
Zastoj zaradi stroja	22,62	22,18	4,62
Zastoj zaradi organizacije	71,92	70,53	14,69
NEPRODUKTIVNI ČAS	94,54	92,72	19,32
Vozi po sestoju	13,85	13,58	2,83
Vozi po cesti	0,42	0,41	0,09
PZČ	21,83	21,41	4,46
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	36,10	35,40	7,38
DELOVNI ČAS	458,84	450,00	93,75
Glavni odmor	38,72	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	497,55	480,00	100,00

Produktivni čas se je po izločitvi delovnih postopkov zastojev zaradi meritev iz neproduktivnega časa in po izločitvi priprave stroja iz zgibnega traktorja v stroj za sečnjo (namestitev sečne glave namesto klešč za nakladanje hlodovine in odstranitev košare za nalaganje hlodovine) iz pripravljalo-zaključnega časa povečal iz 59,06 % na 67,06 %. Neproduktivni čas se je zmanjšal iz 23,54 % na 19,32 % delovnika.

Preglednica 11: Izboljšana slika delovnika sečnje z motorno žago na objektu II

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Izdelava zaseka	42,48	37,72	7,86
Podžagovanje	43,65	38,75	8,07
Klinjanje in naganjanje	31,21	27,71	5,77
Kleščanje	66,07	58,66	12,22
Krojenje in prežagovanje	35,84	31,82	6,63
Obdelava korenčnika	10,12	8,99	1,87
Prehod	52,10	46,26	9,64
Pripravljalna dela	10,11	8,98	1,87
Sproščanje obvislega drevesa	13,79	12,24	2,55
Beljenje panja	17,92	15,91	3,31
Pomoč stroju – čiščenje poti, razvlačevanje, vezanje	6,28	5,58	1,16
PRODUKTIVNI ČAS	329,57	292,61	60,96
Vzdrževanje MŽ	45,72	40,59	8,46
Odmori zaradi osebnih potreb	13,34	11,84	2,47
Zastoj zaradi organizacije	77,30	68,63	14,30
NEPRODUKTIVNI ČAS	136,36	121,07	25,22
Prehod na delovišče iz KC	12,65	11,23	2,34
Prehod iz delovišča na KC	28,26	25,09	5,23
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	40,91	36,32	7,57
DELOVNI ČAS	506,84	450,00	93,75
Glavni odmor	36,10	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	542,94	480,00	100,00

Po izločitvi zastoja zaradi meritev iz neproduktivnega časa in priprave stroja za strojno sečnjo (iz zgibnega traktorja v stroj za sečnjo) iz pripravljalno-zaključnega časa se je produktivni čas pri sečnji z motorno žago povečal iz 54,43 % na 60,96 % delovnika.

Preglednica 12: Izboljšana slika delovnika spravila lesa s sedlastimi kleščami na objektu II

Postopek	Porabljen čas (min)		Delež %
	V snemalnem času	V delovnem dnevu	
Prazna cesta	13,40	14,28	2,97
Prazen sestoj	38,60	41,13	8,57
Nakladanje	140,27	149,45	31,14
Premik med nakladanjem	12,58	13,41	2,79
Poln sestoj	41,95	44,70	9,31
Polna cesta	9,40	10,02	2,09
Razkladanje	68,63	73,13	15,23
Premik med razkladanjem	0,73	0,78	0,16
Prekladanje	66,52	70,87	14,76
PRODUKTIVNI ČAS	392,08	417,76	87,03
Zastoj zaradi stroja	1,78	1,90	0,40
Zastoj zaradi organizacije	22,77	24,26	5,05
Zastoj zaradi delavca	1,48	1,58	0,33
NEPRODUKTIVNI ČAS	26,03	27,74	5,78
PRIPRAVLJALNO-ZAKLJUČNI ČAS	4,23	4,51	0,94
DELOVNI ČAS	422,35	450,00	93,75
Glavni odmor	37,52	30,00	6,25
DELOVNI ČAS + GLAVNI ODMOR	459,87	480,00	100,00

Po izločitvi priprave stroja iz stroja za strojno sečnjo v zgibni polprikoličar s sedlastimi kleščami se je produktivni čas povečal iz 82,17 % na 87,03 % delovnika.

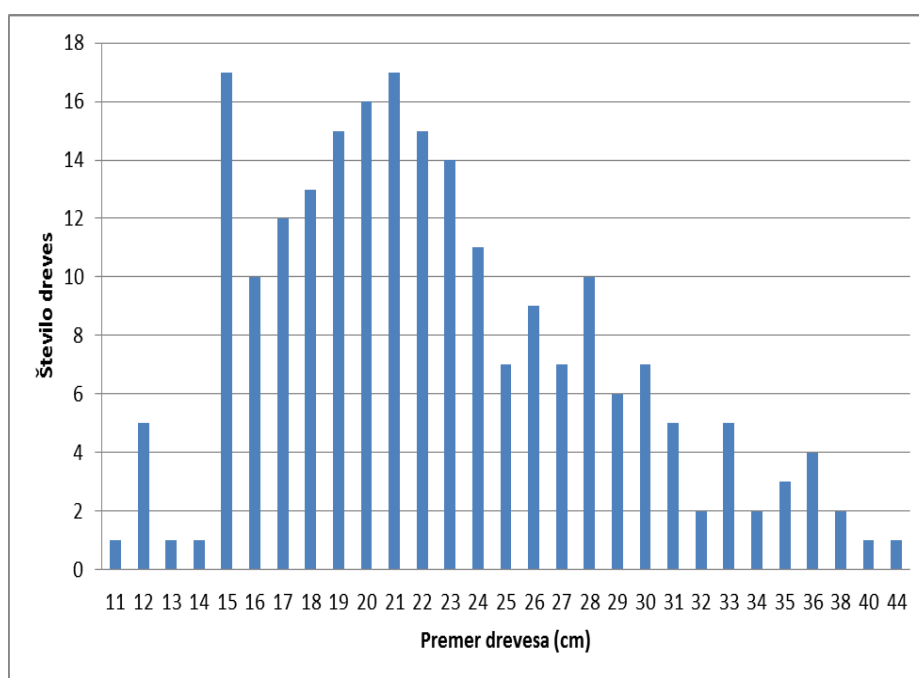
5.3 UČINEK KOMBINIRANE SEČNJE IN SPRAVILA LESA NA OBJEKTU I

5.3.1 Učinek pri kombinirani sečnji na objektu I

V analizo je bilo zajetih skupaj 219 dreves, od tega je 176 dreves posekal in izdelal strojnik sam, 43 dreves je izdelal v kombinaciji s sekačem. Sekač je z motorno žago podrl vseh 43 dreves, pri desetih drevesih pa je izvajal tudi postopek kleščenja in prežagovanja. Povprečni premer na prsni višini posekanega in obdelanega drevesa meri 22,61 cm. Skupni volumen posekanega drevja znaša 86,96 m³, povprečni volumen posekanega drevesa pa 0,40 m³. Učinek strojne sečnje znaša 9,21 m³ na produktivno uro oziroma 6,87 m³ na delovno uro.

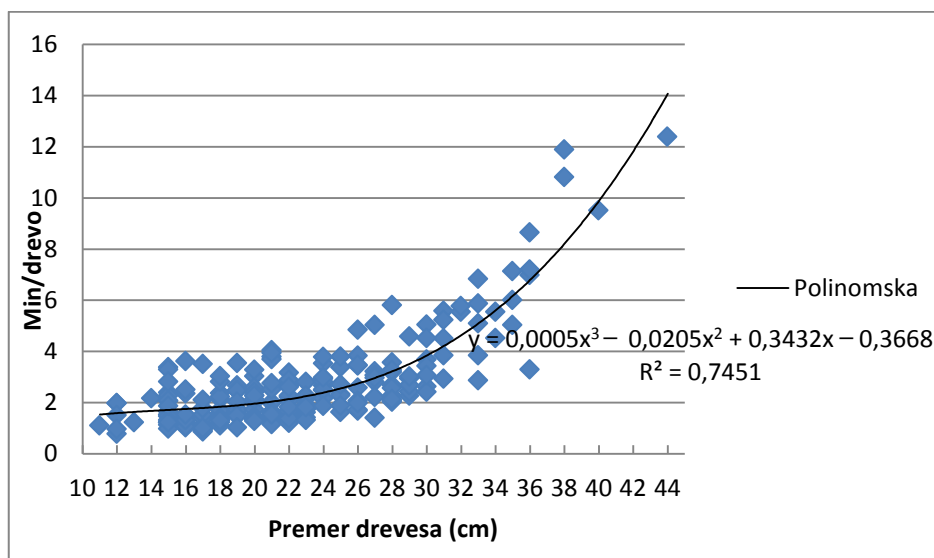
Preglednica 13: Posekana drevesa na objektu I

Premjer drevesa (cm)	Število dreves	Volumen drevesa (m³)	Volumen skupaj (m³)
11	1	0,035	0,035
12	5	0,050	0,248
13	1	0,067	0,067
14	1	0,087	0,087
15	17	0,109	1,853
16	10	0,133	1,334
17	12	0,160	1,921
18	13	0,189	2,459
19	15	0,221	3,308
20	16	0,254	4,068
21	17	0,290	4,935
22	15	0,329	4,930
23	14	0,369	5,171
24	11	0,412	4,536
25	7	0,458	3,204
26	9	0,505	4,548
27	7	0,555	3,887
28	10	0,608	6,076
29	6	0,662	3,974
30	7	0,719	5,035
31	5	0,779	3,893
32	2	0,840	1,680
33	5	0,904	4,520
34	2	0,970	1,941
35	3	1,039	3,117
36	4	1,110	4,439
38	2	1,259	2,517
40	1	1,417	1,417
44	1	1,761	1,761
SKUPAJ	219		89,96



Slika 13: Frekvenčna porazdelitev posekanega drevja na objektu I

Iz frekvenčne porazdelitve dreves je mogoče razbrati, da je bila večina drevja razporejena v 4. (16–20 cm) in 5. (21–25 cm) debelinski stopnji. Zaradi takšne strukture drevja (za sečno glavo CTL 453 je po izkušnjah optimalni premer drevesa za kleščenje do 30 cm, za sečnjo pa do 40 cm) je večino drevja lahko posekal in obdelal strojnik s sečno glavo.



Slika 14: Produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri kombinirani sečnji na objektu I

Na sliki 14 je prikazan potek produktivnega časa v odvisnosti od prsnega premera pri kombinirani sečnji. Produktivni čas pri kombinirani sečnji je zajemal 74,54 % časa celotnega delovnega dne, neproduktivni čas pa 25,46 %.

Razmerje med neproduktivnim in produktivnim časom imenujemo koeficient neproduktivnega časa. Koeficient je pomemben pri normiranju, ker z njim pretvarjamo produktivni čas v delovni čas.

Izračun koeficienta neproduktivnega časa:

Formula za izračun koeficienta neproduktivnega časa

$$fn = 1 + Tn/Tp \quad \dots(1)$$

Tn = neproduktivni čas (min v delovnem dnevu)

Tp = produktivni čas (min v delovnem dnevu)

$$Fn = 1 + (122,22/357,78) = 1,34$$

Preglednica 14: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri kombinirani sečnji

Debelinska stopnja	Produktivni čas skupaj (min)	Število dreves	Produktivni čas (min/drevo)
3	11,70	8	1,46
4	120,27	67	1,80
5	155,11	73	2,12
6	105,23	39	2,70
7	92,81	21	4,42
8	67,03	9	7,45
9	21,90	2	10,95
SKUPAJ	574,05	219	2,62

Preglednica 15: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri strojni sečnji

Debelinska stopnja	Produktivni čas skupaj (min)	Število dreves	Produktivni čas (min/drevo)
3	5,58	5	1,12
4	91,30	57	1,60
5	124,63	62	2,01
6	83,22	32	2,60
7	66,55	16	4,16
8	24,18	4	6,05
SKUPAJ	395,46	176	2,25

Iz preglednic 14 in 15 je razvidno, da skoraj ni bistvene razlike med produktivnim časom (min/drevo) po debelinski stopnji, ki ga potrebuje stroj in ki ga potrebuje stroj v kombinaciji s sekačem. Rezultat je pričakovan, saj je sekač drevesa, ki sta jih izdelala v kombinaciji s strojnikom, v 77 % časa samo podiral.

5.3.2 Učinek pri spravilu lesa s strojem HSM 805F

Na objektu I smo krojili les dolžine 4 m. Strojnik je pri sečnji in izdelavi že v gozdu sortiral sortimente po kakovostnih razredih (hlodovina, droben tehnični les in celulozni les), kar mu je omogočilo hitrejše nalaganje sortimentov pri spravilu lesa. Znotraj enega ciklusa si je strojnik naložil sortimente enakega kakovostnega razreda in jih odpeljal do skladišča na kamionski cesti, kjer jih je zložil v kupe.



Slika 15: Spravilo kratkih sortimentov s strojem HSM 805F (foto: Matevž Mihelič)

Učinek pri spravilu lesa znaša $7,26 \text{ m}^3$ na produktivno uro in $6,41 \text{ m}^3$ na delovno uro.

Preglednica 16: Izmerjene povprečne vrednosti pri spravilu lesa s strojem HSM 805F na raziskovalnem objektu I

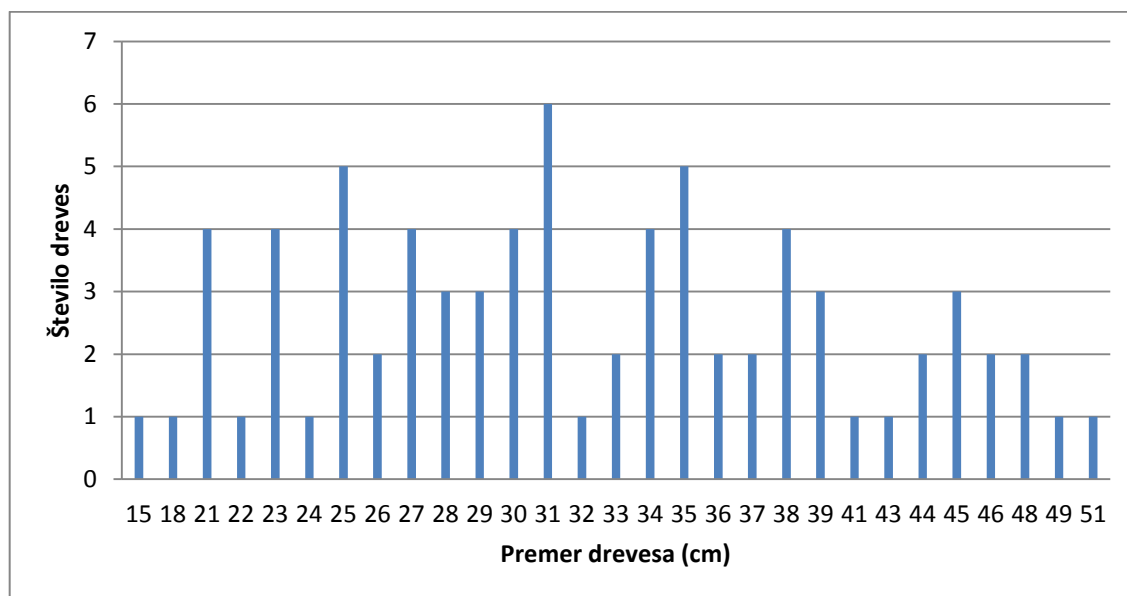
Meritev	Vrednost
Volumen bremena (m ³)	7,31
Povprečna razdalja na cikel (m)	1461,73
Povprečen čas ciklusa (min)	64,59
Povprečen kos (m ³)	0,10
Povprečno število kosov v bremenu	75,09
Število kosov na nakladalni cikel	3,69
Povprečno št. nakladalnih ciklov	20,36
Učinki (m ³ /produktivno uro)	7,35
Učinki (m ³ /delovno uro)	6,41
Povprečna pravilna razdalja (m)	763,11

Povprečen volumen bremena je znašal 7,31 m³, pri čemer je meril povprečen volumen kosa v bremenu 0,10 m³. Skupaj je bilo v analizo vključenih 11 ciklov, v katerih je bilo na skladišče na kamionski cesti pripeljano 80,41 m³ lesa. Od tega je bilo hlodovine 24,40, drobnega tehničnega lesa 18,07 in celuloznega lesa 37,94 m³. Povprečna razdalja spravila je znašala 763 m.

5.4 UČINEK KOMBINIRANE SEČNJE IN SPRAVILA LESA NA OBJEKTU II

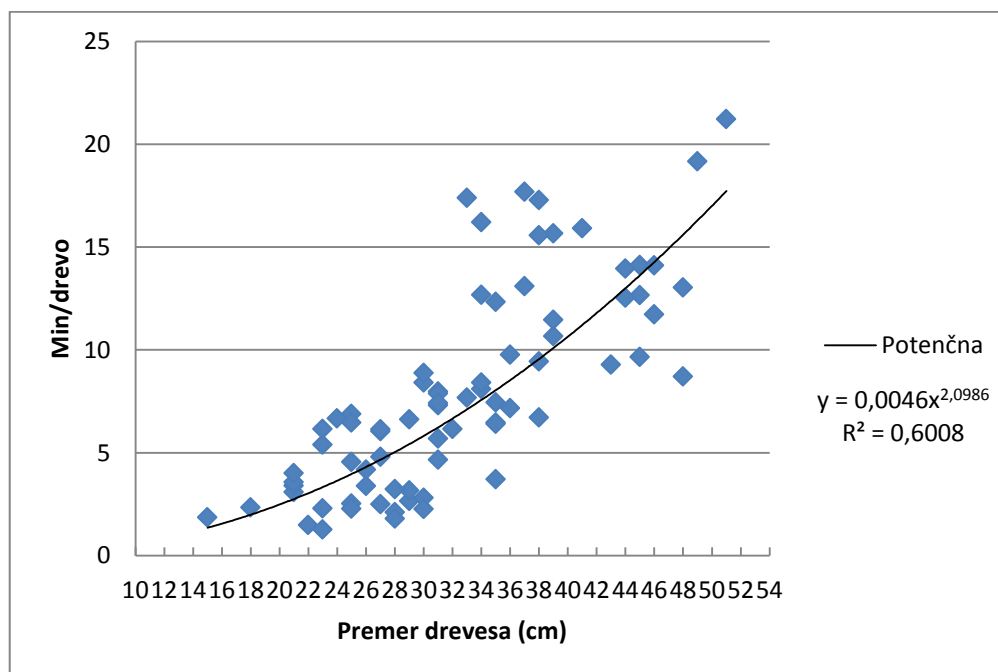
5.4.1 Učinek pri kombinirani sečnji na objektu II

Učinek smo izmerili na podlagi analize podatkov pri poseku 75 dreves iglavcev. Skupno je bilo posekanega 71,04 m³ lesa, volumen povprečnega drevesa pa je znašal 0,95 m³.



Slika 16: Frekvenčna porazdelitev posekanega drevja na objektu II

Iz grafikona je razvidno, da ima večina drevja za posek prsni premer večji od 30 cm. Ker je imel strojnik že na objektu I veliko težav s podiranjem dreves, katerih prsni premer je bil večji od 30 cm, smo se odločili, da bo takšna drevesa podiral sekač z motorno žago. Sestoj, v katerem smo izvajali delo, ni bil pripravljen za strojno sečnjo. Prav tako je bilo v sestoju veliko pomladitvenih jeder v razvojni fazi mladja in gošče. Zaradi manjših poškodb mladja in gošče smo se odločili, da bo strojnik podiral samo drevesa, ki jih bo dosegel iz primarnih in sekundarnih prometnic, ostala drevesa pa bo podrl sekač.



Slika 17: Produktivni čas v odvisnosti od prsnega premera pri kombinirani sečnji na objektu II

Preglednica 17: Povprečno trajanje produktivnega časa v odvisnosti od debelinske stopnje pri kombinirani sečnji na raziskovalnem objektu II

Debelinska stopnja	Produktivni čas (min/drevo)
4	2,11
5	3,73
6	4,08
7	8,23
8	10,68
9	12,58
10	12,88
11	21,21

Dosežen učinek pri kombinirani sečnji na objektu II je znašal 12,78 m³ na produktivno uro in 8,57 m³ na delovno uro.

5.4.2 Učinek pri spravilu lesa na raziskovalnem objektu II

Pri spravilu lesa s sedlastimi kleščami je strojnik v klešče naložil povprečno $5,39 \text{ m}^3$ lesa. Delovni učinek na produktivno uro znaša $10,50 \text{ m}^3$, na delovno uro pa $9,13 \text{ m}^3$.



Slika 18: Spravilo dolgih sortimentov s pomočjo sedlastih klešč

Preglednica 18: Izmerjene povprečne vrednosti pri spravilu lesa s strojem HSM 805F na raziskovalnem objektu II

Meritev	Vrednost
Volumen (m^3)	5,39
Povprečna razdalja na cikel (m)	458,00
Povprečen čas ciklusa (min)	32,16
Povprečen kos v bremenu (m^3)	0,43
Povprečno število kosov v bremenu	12,62
Število kosov na nakladalni cikel	2,83
Povprečno št. nakladalnih ciklov	4,46
Učinki (m^3 /produktivno uro)	10,50
Učinki (m^3 /delovno uro)	9,13
Povprečna spravilna razdalja (m)	208,31

Povprečna spravilna razdalja pri spravilu je bila 208,31 metra.

5.5 IZRAČUN STROŠKOV DELA NA RAZISKOVALNIH OBJEKTIH

Kalkulacije so računski postopki, s katerimi po izbrani metodi obračunavamo stroške proizvodnega procesa, da ugotovimo ceno našega izdelka ali storitve (Klun et al., 2009).

S kalkulacijo dobimo pregled nad vrednostjo vloženih sredstev v proizvodni proces in orodje za sprejemanje poslovnih odločitev in ukrepov za znižanje stroškov oz. povečanje gospodarnosti in donosnosti (Klun et al., 2009).

Kalkulacije stroškov strojnega dela v gozdarstvu potrebujemo, da bi ugotovili (Winkler et al., 1994):

- če in za koliko se splača strojno delo namesto ročnega, kadar nameravamo s stroji nadomestiti ročno delo;
- če in za koliko je novejši, popolnejši stroj uspešnejši od obstoječega;
- katera tehnologija in način dela z nekim strojem sta glede na organizacijsko obliko dela in organizacijske prijeme uspešnejša;
- kolikšna je razlika stroškov pri uporabi enakega stroja med različnimi organizacijskimi oblikami dela, med obratnimi enotami, med gospodarskimi družbami, itd. in od kod izvira ta razlika;
- ceno strojnega dela, kadar s strojem opravljamo usluge naročnikom, ali da bi primerjali ceno najetih s ceno lastnih strojev;
- materialno odškodnino ali povračilo, ki pripada delavcem, kadar je stroj last delavca oz. kadar ga vzdržuje deloma ali v celoti.

Z novimi tehnologijami gozdne proizvodnje se delež stroškov živega dela v skupnih stroških gozdne proizvodnje sicer zmanjšuje, še vedno pa ostaja pomemben.

Ceno dela dobimo tako, da bruto urno postavko delavca po Kolektivni pogodbi za gozdarstvo Slovenije pomnožimo s skupnim količnikom na bruto plače, ki znaša za poklicne delavce 4,14 (Winkler in Malovrh, 2006).

Količnik je sestavljen iz *vzporednih stroškov* dela (plačani nedelovni dnevi, prevoz na delo, prehrana, regres za dopust, varovalna sredstva, prispevki za bruto plače, ki bremenijo podjetje, obvezno dodatno pokojninsko zavarovanje) in *splošnih stroškov* podjetja (vzporedni stroški strokovno-tehničnega delavca, razmerje med proizvodnimi in neproizvodnimi delavci, višje plače režijskih delavcev, materialni stroški režije in javne obveznosti podjetij) (Winkler in Malovrh, 2006).

Preglednica 19: Kalkulacija stroškov dela za stroj HSM 805F

	CENA	PORABA	€ OBR. URO	% LC
1. GORIVO IN MAZIVO				
Gorivo	1,10 €/l	15 l/ou	16,50	20
Mazivo	3,54 €/l	1 l/ou	3,54	4
2. NADOMESTNI DELI				
Gume	9.000 €	5.000 ou	1,05	1
3. AMORTIZACIJA				
Nabavna vrednost	319.890 €	12.000 ou	26,66	33
Likvidacijska vrednost	15 %		-4,00	-5
4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE	60 % * A		18,82	23
5. OBRESTI	5 %	trajanje 10 let	7,87	10
6. ZAVAROVANJE	3 * A * t		8,00	10
1– 6 NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠEK NA OBRATOVALNO URO			78,44	97
NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠEK NA DELOVNO URO	70 % tehnične izkoriščenosti		54,91	68
7. STROŠKI DELAVCA				
BPL * K1	6,23 €	K1 = 2,43	15,14	19
1–7 PRIMERJALNA CENA			70,05	87
8. SPLOŠNI STROŠEK				
BPL * K2	6,23 €	K2 = 1,71	10,65	13
1–8 LASTNA CENA			80,70	100

Neposredni materialni stroški pri delu s strojem HSM 805F predstavljajo 68 % lastne cene, strošek delavca 19 % ter splošni strošek podjetja 13 % lastne cene.

Preglednica 20: Kalkulacija stroškov dela za motorno žago Husqvarna 560 XP

	CENA	PORABA	€ OBR. URO	% LC
1. GORIVO IN MAZIVO				
Gorivo	1,20 €/l	0,70 l/ou	0,84	3,34
Mazivo	2,28 €/l	0,35 l/ou	0,80	3,18
2. NADOMESTNI DELI				
Veriga	15,00 €	300 ou	0,05	0,20
Meč	29,51 €	600 ou	0,05	0,20
Gonilno kolo	7,75 €	400 ou	0,02	0,08
3. AMORTIZACIJA				
Nabavna vrednost	936,96 €	1.800 ou	0,52	2,07
4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE	100 % * A		0,52	2,07
5. OBRESTI	5 %	trajanje 2 leti	0,04	0,16
6. ZAVAROVANJE	15 * A * t		0,16	0,64
1–6 NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠEK NA OBRATOVALNO URO			3,00	11,92
NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠEK NA DELOVNO URO	4,5 obratovalne ure na dan		1,68	6,68
7. STROŠKI DELAVCA				
BPL * K1	5,67 €	K1 = 2,43	13,78	54,77
1–7 PRIMERJALNA CENA			15,46	61,45
8. SPLOŠNI STROŠEK				
BPL * K2	5,67 €	K2 = 1,71	9,70	38,55
1–8 LASTNA CENA			25,16	100

Pri sečnji z motorno žago predstavljajo neposredni materialni stroški 7 % lastne cene, strošek delavca 55 % in splošni strošek podjetja 39 % lastne cene.

Preglednica 21: Kalkulacija stroškov dela z gozdarskim traktorjem John Deere 6230

	CENA	PORABA	€ OBR.URO	% LC
1. GORIVO IN MAZIVO				
Gorivo	1,2 €/l	5,00 l/ou	5,50	12
Mazivo	3,54 €/l	0,25 l/ou	0,89	2
2. NADOMESTNI DELI				
Gume	2.980 €/grt	1500 du	1,75	4
Verige	3.500 €/grt	3000 du	0,89	2
Jeklene vrvi	315 €/grt	2 grt/600 du	1,00	2
Zanke	32,5 €/kos	10 kos/500 du	0,62	1
Drsniki	18 €/kos	10 kos/400 du	0,44	1
3. AMORTIZACIJA				
Nabavna vrednost	62.500,00 €	10 let 160 dni/leto	4,88	10
Likvidacijska vrednost	15 %		-0,73	-2
4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE	60 % * A		2,93	6
5. OBRESTI	4 %	trajanje 10 let	1,14	2
6. ZAVAROVANJE	3 * A * t		1,46	3
1–6 NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠEK NA OBRATOVALNO URO			20,77	45
7. STROŠKI DELAVCA				
BPL * K1	6,23 €	K1 = 2,43	15,14	33
1–7 PRIMERJALNA CENA			35,91	77
8. SPLOŠNI STROŠEK				
BPL * K2	6,23 €	K2 = 1,71	10,65	23
1–8 LASTNA CENA			46,56	100

Kalkulacija za gozdarski traktor je narejena za organizacijsko obliko 1 + 0, to je traktorist brez pomočnika. Neposredni materialni stroški predstavljajo 45 % lastne cene, strošek delavca 33 % in splošni strošek podjetja 23 % lastne cene.

5.5.1 Strošek dela na objektu I

Pri izračunu stroška dela smo upoštevali učinke, ki smo jih izračunali na podlagi meritev na terenu. Upoštevali smo strošek lastne cene dela s strojem HSM 805F in strošek dela z motorno žago Husqvarna 560 XP.

5.5.1.1 Strošek dela pri sečnji

Ker je bila oblika dela pri sečnji 1 + 1 (strojnik + sekač), smo pri izračunu dela upoštevali tudi strošek dela sekača z motorno žago:

- povprečni učinek na delovno uro pri sečnji znaša $6,87 \text{ m}^3$ oziroma $54,96 \text{ m}^3/8 \text{ h}$,
- strošek dela s strojem znaša $80,70 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $645,60 \text{ €/8 h}$,
- strošek delavca z motorno žago znaša $25,16 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $201,28 \text{ €/8 h}$.

Strošek dela pri sečnji znaša skupaj $846,88 \text{ €/8 h}$ oziroma $15,41 \text{ €/m}^3$ pri doseženem povprečnem dnevnem učinku $54,96 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.

5.5.1.2 Strošek dela pri spravilu lesa

- Povprečni učinek na delovno uro znaša $6,41 \text{ m}^3$ oziroma $51,28 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.
- Strošek dela s strojem znaša $80,70 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $645,60 \text{ €/8 h}$.

Strošek dela pri spravilu lesa znaša $645,60 \text{ €/8 h}$ oziroma $12,59 \text{ €/m}^3$ pri doseženem povprečnem dnevnem učinku $51,28 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.

Skupni strošek sečnje in spravila lesa je 28 €/m^3 .

5.5.2 Strošek dela na objektu II

5.5.2.1 Strošek dela pri sečnji

- Povprečni učinek na delovno uro pri sečnji znaša $8,57 \text{ m}^3$ oziroma $68,57 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.
- Strošek dela s strojem znaša $80,70 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $645,60 \text{ €/8 h}$.
- Strošek delavca z motorno žago znaša $25,16 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $201,28 \text{ €/8 h}$.

Strošek dela pri sečnji znaša skupaj $846,88 \text{ €/8 h}$ oziroma $12,35 \text{ €/m}^3$ pri doseženem povprečnem dnevnem učinku $68,57 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.

5.5.2.2 Strošek dela pri spravilu lesa

Pri spravilu lesa je bila oblika dela 1 + 1 (strojnik + sekač), saj je moral delavec z motorno žago na skladišču razrezovati dolge sortimente na ustrezne komercialne dolžine:

- povprečni učinek na delovno uro znaša $9,13 \text{ m}^3$ oziroma $73,04 \text{ m}^3/8 \text{ h}$,
- strošek dela s strojem znaša $80,70 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $645,60 \text{ €/8 h}$,
- strošek delavca z motorno žago znaša $25,16 \text{ €/delovno uro}$ oziroma $201,28 \text{ €/8 h}$.

Strošek dela pri spravilu znaša skupaj $846,88 \text{ €/8 h}$ oziroma $11,59 \text{ €/m}^3$ pri doseženem povprečnem dnevnem učinku $73,04 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.

5.6 PRIMERJAVA STROŠKOV DELA MED SEČNJO Z MOTORNO ŽAGO IN TRAKTORSKIM SPRAVILOM LESA TER KOMBINIRANO SEČNJO IN SPRAVILOM LESA S KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F

Za primerjavo stroškov dela med različnima tehnologijama smo izračunali normativ sečnje z motorno žago in spravila lesa s prilagojenim kmetijskim traktorjem s pogonom na štiri osi. Za izračun smo uporabili normative gozdnih del (Uradni list RS, št. 90/2013).

1) Izračun normativa za sečnjo na ravni delovnega polja

Enačba osnovnega normativa (min/drevo)

$$NT = 5,198 + 0,076 + 0,016 * D^2 \quad \dots(2)$$

Popravki (bonifikacije) zaradi dodatnih del:

- sortimentna metoda – 5 %.

Izračun potrebnega časa za sečnjo drevesa, ki upošteva popravke normativa zaradi delovnih razmer in dodatnih del:

$$T_{ij} = NT * f_{hij} * f_{bij} \quad \dots(3)$$

T_{ij} – čas za sečnjo drevesa debelinske stopnje i v delovnem polju j (min/drevo)

NT – enačba osnovnega normativa

f_{hij} – vsota popravkov zaradi dodatnih del v debelinski stopnji i v delovnem polju j

f_{bij} – vsota popravkov zaradi delovnih razmer v debelinski stopnji i v delovnem polju j

T_{mj} = čas za sečnjo v delovnem polju (min)

$$T_{mj} = \sum_{i=3}^{18} n_{ij} * t_{ij} \quad \dots(4)$$

a) Izračun normativa za sečnjo na objektu I

Popravki (bonifikacije) zaradi dodatnih del:

- sortimentna metoda (5 %)

Izračunan normativ za sečnjo je $10,51 \text{ m}^3/8 \text{ h}$. Za izračun stroška dela sečnje z motorno žago smo upoštevali dnino, ki smo jo izračunali s kalkulacijo, in sicer $201,28 \text{ €/8 h}$. Strošek sečnje z motorno žago na objektu I znaša $19,17 \text{ €/m}^3$.

b) Izračun normativa za sečnjo na objektu II

Popravki (bonifikacije) zaradi delovnih razmer:

- mladje do višine 1 m (10 %).

Izračunan normativ za sečnjo je $16,22 \text{ m}^3/8 \text{ h}$.

Strošek sečnje z motorno žago na objektu II znaša $10,50 \text{ €/m}^3$.

2) Izračun normativa za traktorsko spravilo

Enačba za izračun normativa:

$$NT = fb * (NTsz * fbz + NTsv * fbv) \quad \dots(5)$$

NT = normativ spravila lesa (min/t)

fb = popravek osnovnega normativa za vso spravilo lesa (min/t)

NTsz = osnovni normativ zbiranja in rampanja lesa

NTsv = osnovni normativ vlačjenja lesa

fbz = popravki osnovnega normativa zbiranja in rampanja lesa

fbv = popravki osnovnega normativa vlačjenja lesa

a) Izračun normativa za traktorsko spravilo na objektu I

Vhodi za izračun normativa:

- kategorija zbiranja (ugodno),
- razdalja zbiranja (24 m),
- kategorija vlačjenja (navzdol),
- razdalja vlačjenja (760 m).

Izračunan normativ za traktorsko spravilo I + 0 (samo strojnik, brez pomočnika) je 26,01 m³/8 h. Strošek dela pri traktorskem spravilu lesa znaša 372,48 €/8 h oziroma 14,32 €/m³ pri doseženem povprečnem dnevnem učinku 26,01 m³/8 h.

b) Izračun normativa za traktorsko spravilo na objektu II

Vhodi za izračun normativa:

- kategorija zbiranja (ugodno),
- razdalja zbiranja (27 m),
- bonifikacija pri zbiranju (10 % za zbiranje debelih sortimentov iz mladja),
- kategorija vlačjenja (navzdol),
- povprečna razdalja vlačjenja (210 m).

Izračunan normativ za traktorsko spravilo I + 0 (samo strojnik, brez pomočnika) je 42,41 m³/8 h. Strošek dela pri spravilu lesa znaša 372,48 €/8 h oziroma 8,78 €/m³ pri doseženem dnevnem učinku 42,41 m³/8 h.

5.6.1 Primerjava stroškov med tehnologijama na objektu I

Preglednica 22: Primerjava stroška dela med raziskano tehnologijo ter stroška dela izračunanega na podlagi veljavnih normativov gozdarskih del pri sečnji z motorno žago in traktorskim pravilom na objektu I

Faza	Raziskava	Normativ gozdarskih del
Sečnja (€/m ³)	15,41	19,17
Spravilo (€/m ³)	12,59	14,32
Skupaj (€/m³)	28,00	33,49

Iz preglednice 22 je razvidno, da je kljub temu da je bil na delovišču v pomoč strojniku pri sečnji delavec z motorno žago in je bil delež produktivnega časa delavca komaj 19,92 %, delo s takšno obliko dela cenejše. Pri spravilu lesa je razlika med stroški dela sicer manjša, vendar še vedno ugodnejša. Menimo, da se nastala razlika v strošku dela v prid kombinirani sečnji odraža predvsem zaradi majhnega povprečnega volumna (0,37 m³) za

posek odkazanega drevja. Pri spravilu lesa s strojem HSM 805F je razlika v strošku dela posledica dolge pravilne razdalje.

5.6.2 Primerjava stroškov med tehnologijama na objektu II

Preglednica 23: Primerjava stroška dela med raziskano tehnologijo ter stroška dela izračunanega na podlagi veljavnih normativov gozdarskih del pri sečnji z motorno žago in traktorskim spravilom na objektu II

Faza	Raziskava	Normativ gozdarskih del
Sečnja (€/m ³)	12,35	10,50
Spravilo (€/m ³)	11,59	8,78
Skupaj (€/m³)	23,94	19,28

Izračunan strošek dela je v primerjavi z izračuni narejenimi na osnovi uporabe veljavnih republiških normativov pri sečnji z motorno žago in traktorskim spravilom večji pri kombinirani sečnji in spravilu dolgih sortimentov. Vzrok večjega stroška pri kombinirani sečnji sta debelina drevja in krojenje dolgih sortimentov, ki sta strojniku povzročala veliko težav, tako pri izdelavi kot pri pripravi sortimentov za spravilo.

Strošek spravila pri spravilu dolgega lesa je večji zaradi stroška delavca z motorno žago, ki je moral na kamionski cesti prerezovati dolge sortimente na komercialne dolžine. V kolikor delavca na kamionski cesti ne bi potrebovali, bi strošek spravila lesa s strojem HSM 805F znašal 8,84 €/m³.

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

V raziskavi smo preizkusili dve tehnologiji dela s kombiniranim strojem za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F. Na objektu I smo izdelovali sortimente dolžine 4 m, na objektu II pa sortimente čim daljših dolžin, ki smo jih do kamionske ceste izvozili s sedlastim traktorjem. Pri obeh tehnologijah je šlo za kombinacijo dela strojnik + delavec z motorno žago.

Za merjenje časov smo izbrali kontinuirano kronometrično metodo študije časa. Snemanje trajanja delovnih postopkov pri sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F je potekalo s pomočjo dlančnika Trimble. Za merjenje delovnih operacij pri sečnji z motorno žago smo uporabili kronometer Suunto.

Produktivni čas na objektu I je pri sečnji s strojem HSM 805F zavzemal 74,54 %. Na glavni produktivni čas je odpadlo 73,61 %, na pomožni pa 26,39 % časa. Na objektu II je produktivni čas pri sečnji zavzemal 67,06 %, od tega glavni produktivni čas 53,67 %, pomožni produktivni čas pa 46,33 %.

Po primerjavi obeh tehnologij pri kombinirani sečnji lesa je vidna velika razlika med glavnima produktivnima in pomožnima produktivnima časoma. Glavni produktivni čas na objektu II je zavzemal za 19,94 % manj časa kot na objektu I. Iz analize delovnika ugotavljamo, da je strojnik veliko časa (15,61 % delovnika) porabil za premikanje sortimentov, da si jih je pripravil za odvoz. Strojnik je imel prav tako veliko težav tudi pri izdelavi dolgih sortimentov, saj mu je večkrat sortiment padel ven iz sečne glave. Nato je moral sečno glavo ponovno nastaviti na začetek sortimenta in ponoviti postopek kleščenja in prežagovanja na dolžini 10, 11 ali 12 m. V kolikor so bili sortimenti krajših dolžin (6 ali 7 m), se težave niso pojavljale.

Žaga Otiški vrh, ki je v lasti Gozdnega gospodarstva Slovenj Gradec, je specializirana za razrez konstrukcijskega lesa dolžine 3–12 m. Največja potreba žage so gozdnolesni sortimenti smreke, dolžine 6 in 7 m, kvalitetnega razreda C in D1.

Sklepamo, da bi bilo učinkoviteje, da bi krojili sortimente dolžine 6 ali 7 m ter 4 m. Tako bi se izognili težavam pri krojenju, strojnik pa bi porabil manj časa pri premikanju sortimentov. Posledično bi dosegali tudi večje učinke.

Produktivni čas delavca z motorno žago je na objektu I zavzemal 19,92 % delovnika, na objektu II pa 60,96 %. Praktično je delavec z motorno žago na objektu I podiral samo drevesa, ki jih strojnik z dvigalom ni dosegel. Na objektu II je bila situacija drugačna, saj je bilo odkazano debelejša drevja, ki ga strojnik zaradi manjše sečne glave ni mogel podreti in v celoti izdelati.

Pri spravilu lesa je produktivni čas na objektu I zavzemal 87,21 % delovnika, medtem ko je produktivni čas na objektu II zavzemal 87,03 %. Velik delež časa (14,76 %) delovnika je na objektu II odpadel na operacijo prekladanja sortimentov na kamionski cesti. Temu bi se lahko izognili, če bi pri sečnji lesa krojili sortimente tržne dolžine (6 ali 7 m). Dodatno delo bi predstavljala zamenjava sedlastih klešč s košaro za prevoz krajših sortimentov dolžine 4 m. Strojnik je za zamenjavo košare s sedlastimi kleščami porabil cca 30 min.

Strošek kombinirane sečnje je na objektu I znašal 15,41 €/m³ pri povprečnem dnevnem učinku 54,96 m³/8 h. Strošek spravila lesa s kombiniranim strojem HSM 805F znaša 12,59 €/m³ pri povprečnem dnevnem učinku 51,28 m³/8 h. Skupni strošek dela znaša 28 €/m³. Lastna cena dela s strojem HSM 805F znaša 80,70 €/h.

Izračunan strošek dela na osnovi učinkov iz normativov gozdarskih del za sečnjo z motorno žago in traktorskim spravilom na objektu I znaša 33,49 €/m³ (sečnja z motorno žago – 19,17 €/m³, traktorsko spravilo 14,32 €/m³). Lastna cena dela z motorno žago znaša 25,16 €/h, lastna cena dela za traktor John Deere 6230, oblika I + 0, pa znaša 46,51 €/h.

Naša tehnologija se je izkazala za cenejšo izvedbo, navkljub temu da je pri delavcu z motorno žago delež produktivnega časa zavzemal samo 19,92 % delovnika. Tehnologija je cenejša za 5,49 €/m³.

Na objektu II je strošek kombinirane sečnje znašal $12,35 \text{ €/m}^3$ pri povprečnem učinku $68,57 \text{ m}^3/8 \text{ h}$. Strošek spravila s sedlastim traktorjem znaša $11,59 \text{ €/m}^3$ pri povprečnem učinku $73,04 \text{ m}^3/8 \text{ h}$. Skupni strošek dela pri kombinirani sečnji znaša $23,94 \text{ €/m}^3$. Izračun stroškov dela na osnovi učinkov iz normativov gozdarskih del za sečnjo z motorno žago in traktorskim pravilom na objektu II znaša $19,28 \text{ €/m}^3$. Naša tehnologija se je izkazala za dražjo obliko, in sicer je dražja za $4,66 \text{ €/m}^3$.

Iz raziskave sklepamo, da v kolikor bi se pri sečnji krojili krajši sortimenti dolžine 6, 7 in 4 m, bi bil učinek večji in posledično strošek dela nekoliko manjši, saj ne bi bilo toliko premikanja sortimentov, manj težav pa bi strojnik imel tudi pri krojenju sortimentov. Posledično na kamionski cesti ne bi potrebovali delavca za krojenje dolžinskih sortimentov na komercialne dolžine.

Iz rezultatov in primerjave med stroški dela pri posamezni tehnologiji dela sklepamo, da je za delo v sestojih, kjer večina drevja ne presega premera 30 cm, delo s strojem ugodnejše. Ugotovitev velja za krojenje in spravilo sortimentov dolžine 4 m. Naša tehnologija krojenja in spravila daljših sortimentov se ni izkazala za primerno. Raziskava je pokazala, da je v primeru krojenja in spravila daljših sortimentov s kombiniranim strojem HSM 805F cenejše delo z motorno žago in traktorskim pravilom lesa.

7 POVZETEK

V gozdnem gospodarstvu Slovenj Gradec so leta 2010 kupili kombiniran stroj za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F. V osnovni izvedbi je stroj namenjen spravilu lesa – zgibni polprikoličar, možna pa je namestitvev glave za sečnjo drevja. Stroj se lahko uporablja za spravilo kratkega lesa dolžine 4 m, v kolikor pa se na stroj namesto košare namestijo sedlaste klešče, pa je z njim možno spravljati daljše sortimente ali cela drevesa.

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti uporabnost in učinkovitost stroja HSM 805F pri dveh različnih tehnologijah dela in primerjati stroške pridobivanja lesa med sečnjo z motorno žago in traktorskim spravilom ter raziskanimi tehnologijama.

Pri snemanju časov trajanja delovnih procesov smo uporabili kontinuirano kronometrično metodo študije dela. Snemanje časov pri sečnji in spravilu s strojem HSM smo opravili s pomočjo dlančnika Trimble, kar nam je v nadaljevanju zelo olajšalo nadaljnjo obdelavo podatkov. Pri merjenju časov delovnih operacij pri sečnji z motorno žago smo uporabljali kronometer Suunto.

Raziskovali smo, kako se obnese stroj HSM 805F pri dveh različnih tehnologijah dela. Pri sečnji je bila pri obeh tehnologijah oblika dela 1 + 1 (strojnik in sekač z motorno žago). Pri prvi tehnologiji dela smo na objektu I izvajali sečnjo s strojem HSM 805F, kjer smo krojili sortimente dolžine 4 m. Povprečno odkazano drevo je merilo 0,40 m³. Les smo najprej posekali, nato je strojnik na stroju zamenjal glavo za sečnjo s kleščami za nalaganje sortimentov ter namestil koš za nalaganje sortimentov in sortimente izvozil do skladišča na kamionski cesti.

Produktivni čas pri sečnji s strojem HSM 805F je na objektu I zavzemal 74,54 %, pri spravilu lesa pa 87,21 % delovnega časa. Dosežen povprečni učinek pri sečnji je na objektu I znašal 54,96 m³/8 h, pri spravilu lesa pa 51,28 m³/8 h. Strošek dela pri sečnji na objektu I je znašal 15,41 €/m³ in spravilu lesa 12,59 €/m³. Skupni strošek dela je znašal 28 €/m³. Po primerjavi med stroškom pridobivanja lesa s sečnjo z motorno žago in traktorskim spravilom, ki so bili izračunani na osnovi uporabe republiških normativov je

bila tehnologija s kombiniranim strojem za sečnjo cenejša za 5,49 €/m³. Strošek dela izračunan na osnovi uporabe republiških normativov pri sečnji z motorno žago in traktorskim spravilom bi znašal 33,49 €/m³.

Pri drugi tehnologiji dela na objektu II smo krojili in s pomočjo sedlastih klešč spravljali sortimente dolžin 10, 11 in 12 m. Povprečno odkazano drevo na objektu je znašalo 0,95 m³. Produktivni čas pri sečnji s strojem HSM 805F je znašal 67,06 %, pri spravilu lesa pa 87,03 % delovnega časa. Pri sečnji je bil dosežen povprečni učinek 68,57 m³/8 h, pri spravilu lesa pa 73,04 m³/8 h. Strošek dela je pri sečnji znašal 12,35 €/m³, pri spravilu s sedlastimi kleščami pa 11,59 m³/8 h. Skupni strošek dela je znašal 23,94 €/m³. V primerjavi s stroškom pridobivanja lesa s sečnjo z motorno žago in traktorskim spravilom izračunanim na osnovi uporabe republiških normativov je bila raziskana tehnologija dela dražja za 4,66 €/m³. Strošek dela izračunan na osnovi uporabe republiških normativov pri sečnji z motorno žago in traktorskim spravilom bi znašal 19,28 €/m³.

Iz omenjenih raziskav lahko sklepamo, da sta sečnja in spravilo lesa s kombiniranim strojem HSM 805F primernejša v sestojih do debeline drevja v prsni višini 30 cm in pri krojenju sortimentov dolžine 4 m. Pri tehnologiji dela na objektu II smo zaznali, da je imel strojnik veliko težav pri krojenju daljših sortimentov zaradi neustrezne sečne glave glede na debelino odkazanega drevja kot tudi pri manipuliranju in pripravi daljših sortimentov za spravilo do skladišča na kamionski cesti.

8 VIRI

Bižal B. 2014. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih: diplomsko delo, visokošolski strokovni študij – 1. stopnja. Ljubljana: 39 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinje za leta 2005–2014. 2005. Mislinja, Zavod za gozdove, Območna enota Slovenj Gradec: 157 str.

HSM Forest. 2015.

<http://www.hsm-forest.net/cms/hsm-805f-short-chassis-long.html> (10. 6. 2015)

HSM Modellreihe. 2014.

http://www.hsm-forest.net/cms/tl_files/HSM/downloads/Datenblaetter/HSM_805_Reihe_DE.pdf
(10. 10. 2014)

Husqvarna motorna žaga. 2014.

<http://www.husqvarna.com/si/forest/products/xp-saws/560-xp/> (10. 10. 2014)

Intihar M. 2014. Poškodbe tal po sečnji in spravilu s kombiniranim strojem HSM 805F: magistrsko delo, magistrski študij – 2. stopnja. Ljubljana: 133 str.

Klun J., Sinjur I., Medved M. 2009. Katalog stroškov gozdarske mehanizacije. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 344 str.

Košir B. 1995. Organizacija gozdarskih del: študijsko gradivo. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani: 179 str.

Košir B., Robek R. 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanc. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 62: 90–100

- Krč J., Košir B. 2003. Presoja različic omejitve rabe strojne sečnje lesa z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 71: 7–17
- Krč J., Košir B. 2006. Stroški dela v različicah delovnih pogojev in izkoriščenosti strojev za sečnjo. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 75: 105–120
- Lageson H. 1997. Effects of thinning type on harvest productivity and on the residual stand. Journal of forest engineering, 8, 2: 7–14.
<https://journals.lib.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/9992/10248> (15. 1. 2016)
- Tehnične značilnosti. Husqvarna. 2014.
<http://www.husqvarna.com/si/forest/products/xp-saws/560-xp/#features> (10. 10. 2014)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o koncesiji za izkoriščanje gozdov v lasti Republike Slovenije. 2013. Ur. l. RS, št. 90/2013, priloga 2
- Winkler I. , Košir B. , Krč J. Medved M. 1994. Kalkulacije stroškov gozdarskih del. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani: 70 str.
- Winkler I. 2003. Stroški gozdnega dela v letu 2003. Ljubljana. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani: 12 str.
- Winkler I., Malovrh Š. 2006. Stroški gozdnega dela. Gozdarski vestnik, 64, 2: 105–114

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Boštjanu Koširju za vse nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem somentorju doc. dr. Juriju Marenčetu za hiter pregled in dodatne popravke in prof. dr. Janezu Krču za recenzijo diplomske naloge.

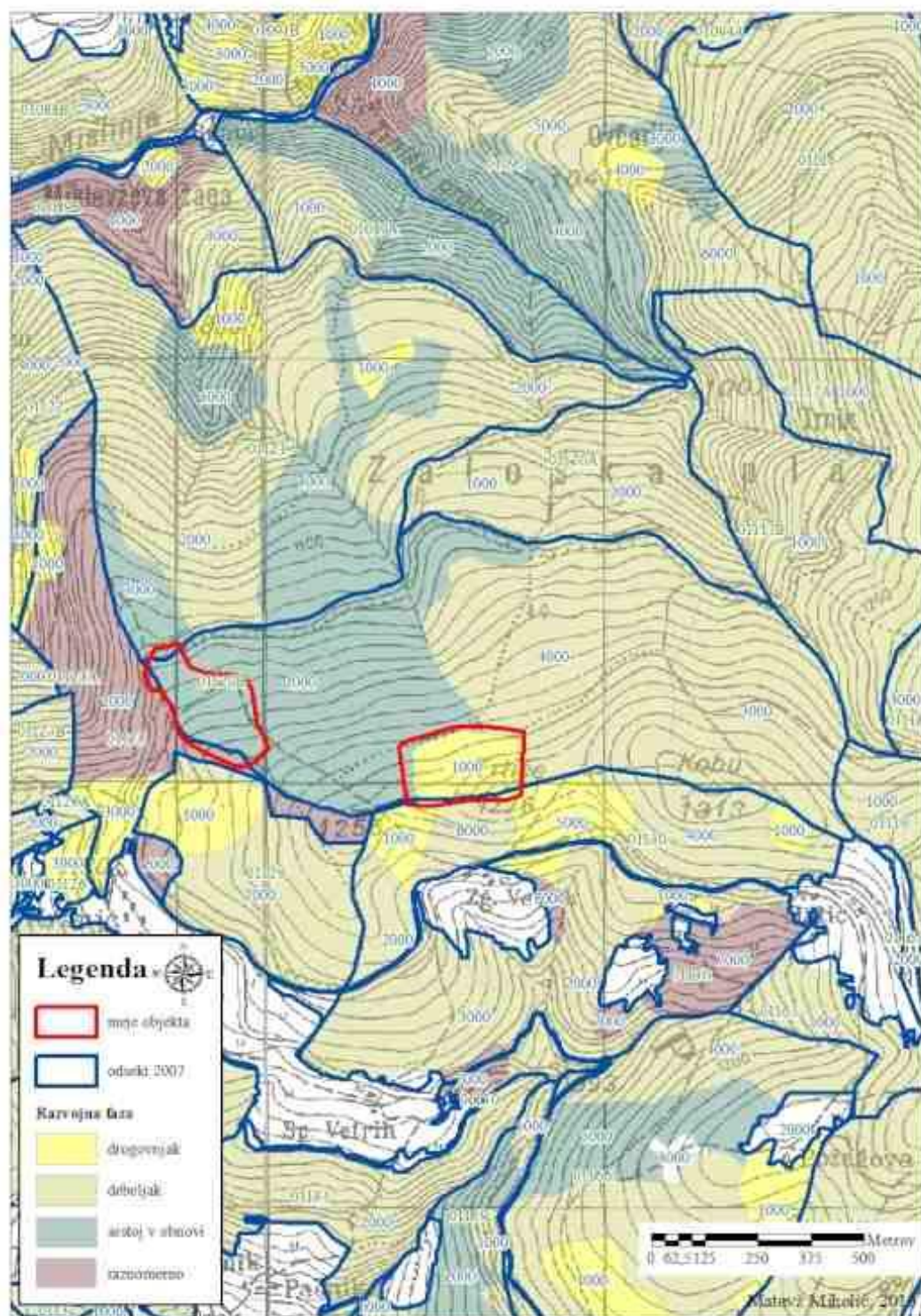
Zahvaljujem se dr. Matevžu Miheliču za vso pomoč, nasvete in napotke pri terenskih meritvah in izračunih.

Zahvaljujem se tudi vodstvu podjetja Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec, d. d., ki mi je omogočilo opraviti raziskavo na njihovem kombiniranem stroju za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F, revirnemu gozdarju Jožetu Preiningerju, s katerim sva pripravila objekte, kjer je potekala raziskava, in vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri izdelavi diplomskega dela.

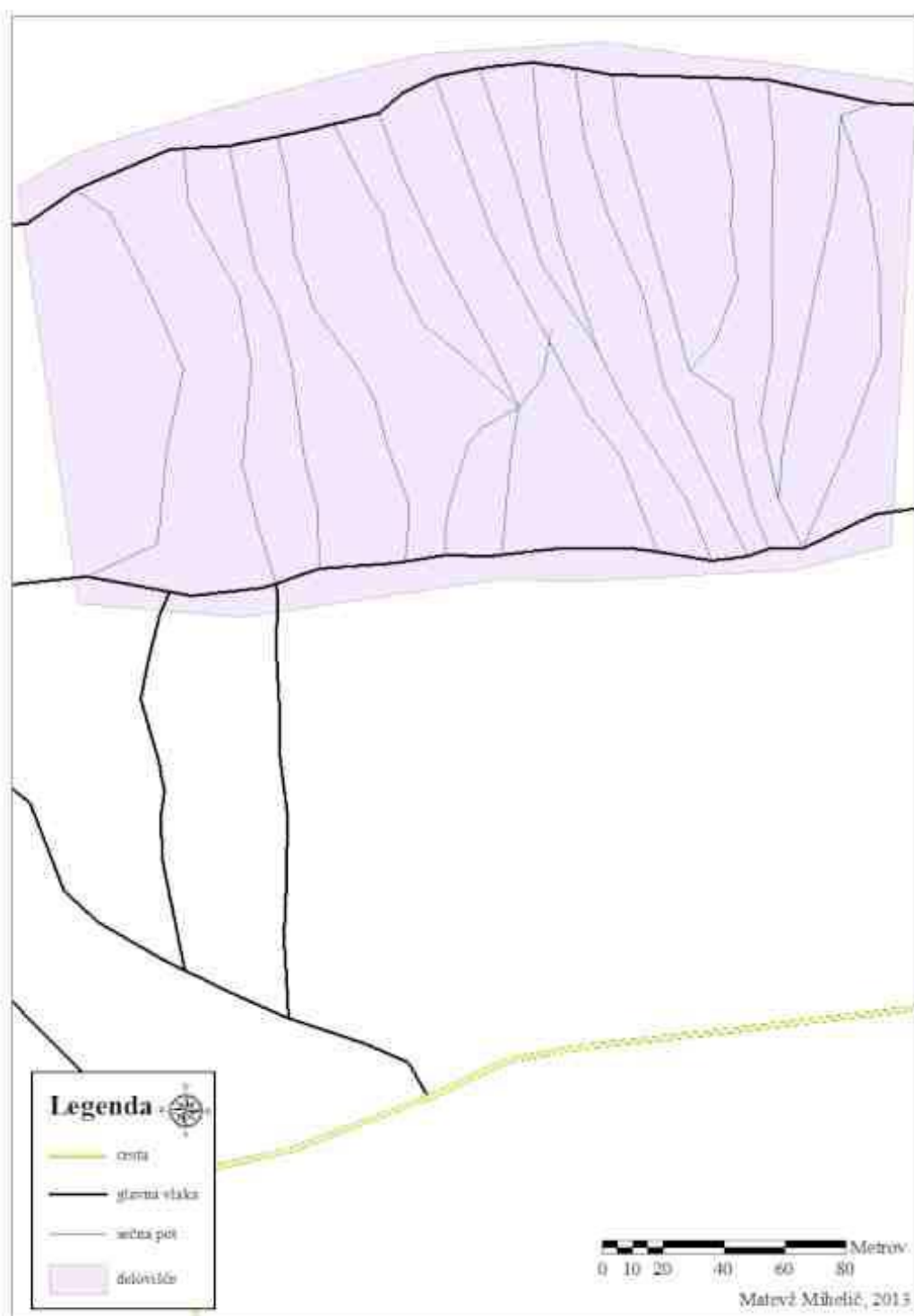
Še posebej pa se zahvaljujem svoji mami Anki za vso finančno in moralno podporo v času šolanja ter ženi Barbari in hčerki Sari.

PRILOGE

Priloga A: Pregledna karta objekta I in objekta II



Priloga B: Karta gozdnih prometnic na objektu I



Priloga C: Karta gozdnih prometnic na objektu II

