

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

Rok GORENC

**PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI ČIŠČENJA
PODRASTI Z MOTORNO ŽAGO IN MOTORNO
KOSO**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

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

Rok GORENC

**PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI ČIŠČENJA PODRASTI Z
MOTORNO ŽAGO IN MOTORNO KOSO**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**COMPARE THE EFFECTIVENESS IN CLEANING OF
UNDERGROWTH WITH CHAINSAW AND BRUSH SAW**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Univerzi v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za Gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 19.5.2010 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Janeza Krča, za recenzenta pa prof. dr. Boštjana Koširja.

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.

Rok Gorenc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 323.12:301(043.2)=163.6
KG	motorna kosa/motorna žaga/podrast/primerjava/učinki/stroški
KK	
AV	GORENC, Rok
SA	KRČ, Janez (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2010
IN	PRIMERJAVA UČINKOVITOSTI ČIŠČENJA PODRASTI Z MOTORNO ŽAGO IN MOTORNO KOSO
TD	Diplomsko delo (visokošolski študij)
OP	VIII, 42 str., 12 pregl., 12sl., 2 pril., 10 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Meritve za diplomsko nalogo so potekale v letu 2009 pod trasami daljnovodov na območju Novega mesta, Mirne peči ter Krškega. Namen naloge je bila predstavitev ter primerjava učinkovitosti dveh načinov dela pri čiščenju podrasti. Študijo smo izvedli na štirih objektih, ki so predstavljali različne pogoje za delo. Na vsakem objektu je bila popisana drevesna vrsta, debelina in gostota podrasti, delež ostankov drevja na tleh, skalovitost ter naklon terena. Znotraj objektov smo snemali način dela z motorno žago in motorno koso ter ju primerjali med sabo. Ugotovili smo da je način dela z motorno koso učinkovitejši in cenejši. Povprečni učinek pri motorni žagi je znašal 357 m²/ou, pri motorni kosi pa 488 m²/ou. Povprečni stroški za očiščenje m² površine so pri motorni žagi znašali 0,071 €, pri motorni kosi pa 0,041 €.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC FDC 323.12:301(043.2)=163.6
CX chainsaw/brush saw/undergrowth/comparison/effectiveness/costs
CC
AU GORENC, Rok
AA KRČ, Janez (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY 2010
TI COMPARE THE EFFECTIVENESS IN CLEANING OF UNDERGROWTH WITH CHAINSAW AND BRUSH SAW
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO VIII, 42 p., 12 tab., 12 fig., 2 ann., 10 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

Measurements for my thesis took place under electricity transmission lines in the areas of Novo mesto, Mirna Peč and Krško and were done in year 2009. Main purposes of the thesis were to present and compare the effectiveness of two different methods of working in cleaning of undergrowth. This research was carried out at four facilities representing various working conditions. At each facility, we marked tree species, thickness and density of undergrowth, portion of residues of trees in the ground, portion of rocks and a slope of the terrain. We recorded and compared both methods of working within the facilities, one method with a chainsaw and the other with a brush saw. We have found that working with the motor scythe is more efficient and less expensive. The average effect of chainsaw was 357 m²/machine hour and the average effect of brush saw was 488 m²/machine hour. The average costs for cleaning of one square meter with chainsaw were 0,071 €, whereas the average costs with brush saw were 0,041 €.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PRILOG	VIII
1 UVOD.....	1
2 OPREDELITEV PROBLEMA	2
3 DOSEDANJE RAZISKAVE	3
4 NAMEN NALOGE	4
5 OPIS STROJEV IN GLAVNE ZNAČILNOSTI DELA Z MOTORNO ŽAGO IN MOTORNO KOSO	5
5.1 OPIS STROJEV V POSKUSU	5
5.2 GLAVNE RAZLIKE V TEHNIKI DELA MED MOTORNO ŽAGO TER MOTORNO KOSO	6
5.2.1 Tehnika dela z motorno žago.....	6
5.2.2 Tehnika dela z motorno koso	8
5.3 PREDNOSTI IN SLABOSTI POSAMEZNEGA STROJA	9
5.4 ZNAČILNOSTI SEČNJE POD DALJNOVODI.....	11
6 METODA DELA	13
6.1 POSTAVITEV POIZKUSNIH PLOSKEV	13
6.2 OPIS OBJEKTOV	16
6.3 MERITVE	18
7 REZULTATI IN ANALIZA	19
7.1 UČINKI SEČNJE.....	19
7.2 PORABA GORIVA	22
7.3 PORABA MAZIVA	25
7.4 ANALIZA UČINKOV PO objektih.....	26
7.5 IZRAČUN IN ANALIZA STROŠKOV PRI OBEH NAČINIH DELA.....	30
7.6 PRIMERJAVA STROŠKOV OBEH NAČINOV ČIŠČENJA PODRASTI	33
7.7 DIAGRAM REZULTATOV RAZISKAVE.....	35
8 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	36
9 POVZETEK	39
10 VIRI.....	41
ZAHVALA.....	43
PRILOGE	44

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 : Opis objektov.....	16
Preglednica 2 : Učinki izmerjeni pri izvedbi čiščenja z motorno žago	19
Preglednica 3 : Učinki, izmerjeni pri izvedbi čiščenja z motorno koso	19
Preglednica 4 : Razmerje učinkov med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso	21
Preglednica 5 : Poraba goriva pri tehniki dela z motorno žago.....	22
Preglednica 6 : Poraba goriva pri tehniki dela z motorno koso.....	22
Preglednica 7 : Razmerje v porabi goriva med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso	24
Preglednica 8 : Poraba maziva pri tehniki dela z motorno žago	26
Preglednica 9 : Kalkulacije za motorni žagi Stihl MS 280 in Husquarna 357 xp	31
Preglednica 10 : Kalkulacije za motorno koso Stihl FS 550	32
Preglednica 11 : Stroški sečnje na enoto površine pri tehniki dela z motorno žago	33
Preglednica 12 : Stroški sečnje na enoto površine pri tehniki dela z motorno koso	33

KAZALO SLIK

Slika 1 : Tipično stanje na trasi električnega voda	2
Slika 2 : Način čiščenja podrasti z motorno žago.....	7
Slika 3 : Način čiščenja podrasti z motorno koso.....	9
Slika 4 : Nevarno žaganje z motorno žago v višini obraza	10
Slika 5 : Diagram poteka primerjave učinkovitosti čiščenje podrasti z motorno žago in motorno koso	13
Slika 6 : Primerjava porabe časa za čiščenje m ² površine med delom z motorno žago ter motorno koso	20
Slika 7 : Primerjava učinkov med načinom dela z motorno žago ter motorno koso.....	21
Slika 8 : Primerjava porabe goriva v l/m ² med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso	23
Slika 9 : Primerjava porabe goriva v l/ou med načinom dela z motorno žago ter načinom dela z motorno koso.....	23
Slika 10 : Primerjava razlik v učinkih ter porabi goriva na obratovalno uro med načinoma dela v %	25
Slika 11 : Primerjava stroškov med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso.....	34
Slika 12 : Primerjava učinkovitosti čiščenja podrasti z motorno žago in motorno koso.....	35

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Snemalni list.....	44
PRILOGA B: Lokacije objektov	45

1 UVOD

Čiščenje podrasti velja med gozdarji za eno od manj priljubljenih opravil. Poleg tega da je delo zahtevno, odstranjena podrast sama v večini primerov niti ne predstavlja ekonomske vrednosti. Tako je čiščenje podrasti nujno opravilo, ki lastniku zaraščene površine ne prinaša dobička.

Čiščenje podrasti se izvaja pri gojitvenih ukrepih v gozdu, na zaraščeni kmetijskih površinah, poteh, ob jarkih, cestah, največji delež pa predstavljajo trase daljnovodov. Ker se v Sloveniji trend zaraščanja kmetijskih površin povečuje, se predvsem pod daljnovodi povečuje tudi potreba po čiščenju podrasti. Poleg pridobivanja in izdelave lesa je čiščenje podrasti dokaj razširjena gozdarska dejavnost, ki pa ni bila deležna tolikšne pozornosti.

V Sloveniji se čiščenje podrasti v največjem obsegu opravi ročno, s pomočjo motorne žage ter v manjši meri z motorno koso. Uporabljajo se tudi gozdarski mulčerji, vendar je njihova uporaba zaradi terenskih razmer, še posebej pod daljnovodi, zelo omejena. Pod visoko napetostnimi vodi na območju Elektra Ljubljane se 90 % čiščenja podrasti opravi ročno ter le 10 % strojno. Med ročnimi načini čiščenja prevladuje način dela z motorno žago.

Večina izvajalcev za čiščenje uporablja motorno žago, ker se jim zdi ta način najbolj primeren ter zaradi tega ker je uporabnost žage bolj vsestranska. Motorno koso uporablja le peščica izvajalcev, ki pa trdijo, da je način dela s koso boljši in tudi bolj racionalen. Motorna kosa v Sloveniji ni novost, vendar je njena uporaba po večini omejena na košnjo trave ter čiščenje manjše podrasti. V tujini je njena uporaba v gozdu bolj razširjena, še posebej pri izvedbi prvih in drugih redčenj.

Diplomska naloga obravnava dva načina čiščenja podrasti in sicer, način čiščenja z motorno žago ter z motorno koso. V diplomski nalogi sta predstavljena oba načina dela ter primerjava učinkovitosti med njima.

Raziskava je potekala v letu 2009 pod daljnovodnimi trasami v okolici Krškega ter na območju Novega mesta in Mirne peči.

2 OPREDELITEV PROBLEMA

Raziskavo kjer smo ugotavljali primernost načina dela z motorno žago in motorno koso, smo opravljali na površinah poraslih s podrastjo, ki so se nahajale na trasah pod električnimi vodi. Daljnovodne trase so površine pod električnimi daljnovodi po katerih poteka distribucija elektrike od proizvajalca do porabnika. Ker rastje pod daljnovodi ne sme doseči žic, je potrebno na zaraščenih površinah redno odstranjevati podrast. Trase, ki potekajo skozi gozd, so po navadi poraščene z enakimi drevesnimi vrstami kot okoliški gozd, le da je zaradi drugačnih razmer večji delež pionirskih vrst ter trnatih rastlin. Trase ki potekajo preko zaraščenih kmetijskih površin, so po navadi poraščene s pionirskimi drevesnimi vrstami z večjim deležem trnatih rastlin. Trase daljnovodov potekajo preko različnih terenov, ki so lahko ravni, strmi ali zelo razgibani. Pogosto je podrast zelo trnata in težko prehodna. Ponekod je površina tudi zelo skalovita. Kjer je večji delež svetloljubnih drevesnih vrst je gostota drevja manjša. Z višino drevja se povečuje zastrtost in zmanjšuje gostota in trnatost. Ponekod podrast predstavlja izključno trnate rastline. Najbolj zahtevne so površine porasle z robido. Precej tras je težko dostopnih ter slabo odprtih s prometnicami. Zaradi skalovitosti, razgibanega reliefa ter nedostopnosti, je na večini tras onemogočena uporaba večjih strojev. Za trase, ki jih poraščajo hitro rastoče drevesne vrste in vrste, ki močno odganjajo iz panja je značilno, da je pod njimi veliko ostankov drevja iz prejšnje sečnje, kar močno otežuje delo.



Slika 1 : Tipično stanje na trasi električnega voda

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Čiščenje podrast je dejavnost, ki je v Sloveniji zelo malo raziskana. V tujini je bilo opravljenih nekaj raziskav, vendar se vse navezujejo na metode prvega in drugega redčenja v gozdnih sestojih. Večina raziskav je bila narejena v skandinavskih državah, kjer za prvo in drugo redčenje uporabljajo motorno koso.

Švedski raziskovalci Ligné D., Eliasson L. in Nordfjell T. (2005), so primerjali dva načina dela v prvem in drugem redčenju in sicer mehansko ter ročno. Za mehanski način redčenja so uporabili stroj za sečnjo drevja z rezalno glavo, za ročni način pa motorno koso.

Cilj študije je bil primerjava mehaniziranega ter ročnega načina redčenja v zvezi s produktivnostjo ter poškodbami na drevesih določenih za izbrance. Poleg tega so ugotavljali dejavnike, ki najbolj vplivajo na porabo časa za posek pri obeh načinih dela.

Ugotovili so, da je bil način redčenja z motorno koso v povprečju učinkovitejši za 0,74 ur / ha. Pri obeh načinih dela je bilo poškodovanih od 1,3 do 2,1 % izbrancev.

Značilnost študije je v tem, da so površino, na kateri so izvajali študijo, najprej razdelili na pet ploskev, ki so jih razdelili na podlagi srednje višine, te ploskve pa še dodatno na deset ploskev, ki so bile razdeljene na podlagi sestojne gostote. Parametri, ki določajo pogoje za delo, so bili tako izbrani z razmerjem med gostoto in višino ter strukturo, trdnostjo in naklonom terena.

4 NAMEN NALOGE

Večina gozdnih delavcev pri čiščenju podrasti uporablja motorno žago, medtem ko se motorna kosa uporablja zelo redko. Motorna žaga je univerzalni stroj, ki se lahko uporablja v različnih panogah, medtem ko je uporaba motorne kose omejena na sečnjo podrasti, ter košnjo trave. Zaradi široke uporabnosti je nakup žage manj tvegan. Eden glavnih vzrokov da se motorna kosa ne uporablja bolj pogosto, je tudi nepoznavanje tehnike dela, ter dvom v njeno učinkovitost, še posebej v debelejši podrasti.

Da bi ugotovili primernost uporabe posameznega stroja v različnih pogojih sečnje podrasti smo naredili raziskavo, kjer smo v različnih razmerah primerjali oba analizirana načina dela (z motorno žago in motorno koso).

Namen diplomskega dela je:

- predstavitev značilnosti tehnike dela z motorno žago ter motorno koso pri sečnji podrasti,
- primerjava učinkov ter stroškov sečnje pri obeh tehnologijah v različnih razmerah.

5 OPIS STROJEV IN GLAVNE ZNAČILNOSTI DELA Z MOTORNO ŽAGO IN MOTORNO KOSO

5.1 OPIS STROJEV V POSKUSU

Pri sečnji podrasti so sodelovala podjetja Sečnja in spravilo lesa Martin Petkovšek sp., Max Les d.o.o, ter Lesnika d.o.o. Pri tehniki dela z motorno žago smo uporabili motorno žago Stihl MS 280 ter Husqvarna 357XP. Pri tehniki dela z motorno koso pa smo uporabili motorno koso Stihl FS 550.

Tehnične značilnosti motorne žage **Stihl MS 280**.

Prostornina motorja: 54,7 ccm
Moč: 2,8 kW / 3,8 KM
Teža brez meča in verige: 5,3 kg
Nivo hrupa: 100 dB (A)
Nivo vibracij levo/desno: 2,9 m/s² / 3,4 m/s²
Rezervoar za gorivo: 0,52 l
Rezervoar za olje: 0,28 l



Slika: Motorna žaga Stihl MS 280 (Foto: R. Gorenc)

Tehnične značilnosti motorne žage **Husqvarna 357 XP**.

Prostornina motorja: 56,5 ccm
Moč: 3,2 kW / 4,4 KM
Teža brez meča in verige: 5,5 kg
Nivo hrupa: 101 dB (A)
Nivo vibracij levo/desno: 3,9 m/s² / 4,2 m/s²
Rezervoar za gorivo: 0,68 l
Rezervoar za olje: 0,38 l



Slika: Motorna žaga Husqvarna 357 XP (vir: Motorna žaga, 2010)

Tehnične značilnosti motorne kose **Stihl FS 550**.

Prostornina motorja: 56,5 ccm

Moč: 2,8 kW / 3,8 KM

Teža: 10 kg

Nivo hrupa: 101 dB (A)

Nivo vibracij levo/desno: 2,5 m/s² / 1,9 m/s²

Rezervoar za gorivo: 0,76 l

Dolžina: 1,69 m



Slika: Motorna kosa Stihl FS 550 (vir: Norwalk Power...2010)

5.2 GLAVNE RAZLIKE V TEHNIKI DELA MED MOTORNO ŽAGO TER MOTORNO KOSO

Motorna žaga delavec drži z obema rokama za nosilni in krmilni ročaj, celotna teža žage sloni na rokah sekača. Teža žage je precej manjša od kose. Žagalni del predstavlja letev z verigo. Celotna dolžina žage je več kot dvakrat krajša od kose. Poleg rezervoarja za gorivo ima žaga še rezervoar za olje.

Motorna kosa ima delavec pripeto na oprtnik, njeno težo nosijo ramena ter hrbet, ročaji služijo za vodenje kose. Teža kose je skoraj dvakrat večja od motorne žage. Žagalni del predstavlja rezilna plošča. Dolžina motorne kose je dvakrat daljša od žage. Motorna kosa ima samo rezervoar za gorivo.

5.2.1 Tehnika dela z motorno žago

Tehnika dela z žago, se pri sečnji podrasti precej razlikuje od običajne sečnje v gozdu. Sečnjo in izdelavo lesa lahko razdelimo na več delovnih postopkov. V tem primeru produktivni čas sestavljajo: pripravljalna dela, izdelava zaseka, podžagovanje, klinjenje in naganjanje, sproščanje ujetega drevesa, obdelava korenovca, krojenje in prežagovanje, kleščenje, vzdrževanje gozdnega reda. Pri sečnji podrasti so ti postopki izključeni. Od

začetka do zaključka dela se ponavlja enak delovni postopek, ki bi pri klasični sečnji z motorno žago lahko sodil med pripravljala dela. Sečnja podrasti z motorno žago se zelo razlikuje od klasične sečnje in je po izkušnjah delavcev lahko tudi zahtevnejša. Pri sečnji podrasti je začetek delovnega postopka takrat, ko motorna žaga zareže v podrast.

Značilnosti tehnike dela z motorno žago pri sečnji podrasti:

- motorna žaga je večino časa v vodoravnem položaju s tlemi, reže se lahko s hrbtno ali trebušno stranjo. Ta način zahteva da je sekač večino časa v prisilnem položaju in je pokrčen v križu ali nogah.
- Med delom motorna žaga ves čas sloni na rokah sekača.
- Ker je delovni postopek ves čas enak, žaga med delom večino časa obratuje s polnimi obrati.
- Veriga motorne žage mora biti ustrezno napeta, včasih celo bolj kot običajno.
- Sekači izvajajo delo od leve proti desni ali obratno.
- Sekači pri sečnji z motorno žago težje sproščajo drevje s prepletenimi krošnjami, zato bolj skrbno izbirajo sproščena drevesa ter drevesa, ki se nagibajo v smer podiranja. Zaradi tega je izbiranje drevja bolj razpršeno in so prehodi bolj pogosti.
- Drevje v podrasti sekači naganjajo v zeleno smer s telesom (rame, hrbet), z letvijo motorne žage ali z roko. Pomembno pri tem je, da lahko z roko naganjajo samo drevje, ki je že odžagano in ne med žaganjem.
- Debelejše drevje sekači žagajo posamično, tanjše pa v šopih z zamahi v smer padanja.



Slika 2 : Način čiščenja podrasti z motorno žago

5.2.2 Tehnika dela z motorno koso

Kadar je omenjena motorna kosa, večinoma najprej pomislimo na stroj, ki je namenjen košnji trave. Zaradi tega veliko uporabnikov, ki koso prvič preizkusi na drevju, uporabi tehniko dela značilno za košnjo trave. Ta metoda se seveda ne odnese, še večji problem pa je ta, da kosa ni dovolj močna ali ustrezno pripravljena. Uporaba kose pri sečnji drevnine zahteva drugačen pristop kot pa pri košnji nizke podrasti. Tehnika sečnje s koso v drevnini je precej zahtevnejša in je potrebno več časa in truda da jo osvojiš. Značilnosti tehnike dela z motorno koso pri sečnji podrasti:

- rezilna plošča je obrnjena tako, da reže vzporedno s tlemi in je nasajena na dolgi gredi. Zaradi tega lahko sekač med delom stoji vzravnano.
- Rezilna plošča se vrti v nasprotni smeri urinega kazalca. Zaradi tega sekač drevje najlažje odreže z levo stranjo.
- Rezilna plošča se vrti s pomočjo vztrajnosti, zato najlažje reže pri visokih obratih. Zelo pomembno je da je rez hiter in da čim več drevesc odrežemo pred zmanjšanjem hitrosti obratov. Pomembno je da hitrost obratov prilagodimo debelini in številu drevesc. Debelejša drevesa režemo počasi, hitrost rezanja prilagajamo številu obratov.
- Zobje na rezilni plošči morajo biti ostri ter rahlo izmenično nagnjeni v levo in desno stran.
- Ko je kosa v delu sekač ne pritiska na plin do polne mere, ampak samo toliko da vzdržuje število zelenih obratov in s tem zeleno moč reza.
- Kosa visi na sekačevem oprtniku, roke služijo le za krmiljenje.
- Sekači sekajo podrast tako, da začnejo na desnem robu površine namenjene za posek. Na izhodišču zajamejo pas, ki je enako širok kot radij v katerem se giblje rezilo kose (iz enega stojišča). Delavec se nato pomika naprej proti levemu robu površine. Ker delavec lažje reže tako, da opravlja zamahe od desne proti levi, izbere širši pas v primeru, kadar se pomika od desnega roba sečišča proti levemu. V obratni smeri zajame ožji pas ali pa se celo samo vrne na izhodiščni desni rob.
- Sekači naganjajo drevje v podrasti v zeleno smer s pomočjo droga kose ter z rokami. Motorno koso je pri žaganju posameznega drevesa možno obvladati tudi

samo z eno roko. Tako lahko sekač obenem ko odžaguje drevo, s prosto drugo roko potiska drevo v zeleno smer.

- Debelejše drevje sekači sekajo posamično; tanjše pa v šopih z zamahi v smeri padanja.



Slika 3 : Način čiščenja podrasti z motorno koso

5.3 PREDNOSTI IN SLABOSTI POSAMEZNEGA STROJA

S primerjanjem obeh tehnik dela smo s pomočjo izkušenj in mnenj sekačev ugotovili naslednje prednosti in slabosti posamezne tehnologije dela:

Motorna žaga

Prednosti:

- žagamo lahko drevje večjih premerov,
- manjša teža in velikost omogoča lažje prenašanje ter transport,
- žagamo lahko tudi posamezne višje ležeče veje ob trasi daljnovoda,
- lažje prežagovanje drevja,
- lažje prenašanje po težko prehodnih terenih,
- manjša nevarnost pri padcu v primerjavi s koso,
- široka uporabnost stroja tudi v drugih dejavnostih,

- manjša nabavna cena stroja.

Slabosti:

- Motorna žaga med delom v celoti sloni na rokah sekača.
- Tehnika dela zahteva neprestano pripogibanje in gibanje v prisilnem položaju.
- Oblika naprave ter način dela z njo ima za posledico večjo izpostavljenost delov telesa. To je posebej izrazito pri delu v trnati podrasti ter pri padanju drevja. Posebej močno so izpostavljene roke, glava in noge.
- Drevja ne moremo s telesom naganjati med žaganjem.
- Nevarnost urezov zaradi povratnega udarca žage. Še posebej velika nevarnost je pri pogostem žaganju nad glavo ali v višini obraza.
- Večja poraba goriva ter maziva.
- Potrebno je večkratno ostrenje verige, značilno je pogosto padanje verige iz letve.
- Pogosto menjavanje verige in letve zaradi obrabe.



Slika 4 : Nevarno žaganje z motorno žago v višini obraza

Motorna kosa

Prednosti:

- Hitrejše žaganje tanjše drevnine.
- Drevje lahko naganjamo že med žaganjem.
- Motorno koso nosimo z oprtnikom, roke niso obremenjene.
- Pri delu je sekač lahko vzravnán.

- Oblika naprave ter način dela z njo omogoča manjšo izpostavljenost telesnih delov v trnati podrasti in pri padanju drevja.
- Manjša nevarnost ureza zaradi večje oddaljenosti držal od rezilne plošče.
- Manjša poraba goriva; mazivo ni potrebno.
- Manj pogosto brušenje zob.
- Ena rezilna plošča lahko zdrži tudi več kot eno leto.

Slabosti:

- Debelina drevja je zelo omejujoč dejavnik uporabe.
- Zaradi večje teže in velikosti je težje prenašanje in transport.
- Težje prežagovanje drevja.
- Težje prenašanje po težko prehodnem terenu.
- Večja nevarnost poškodb pri padcu (kosa je zataknjena na oprtnik).
- Nevarnost udarca zaradi letečih odžaganih štrcljev.
- Uporaba stroja je omejena le na košnjo trave ter sečnjo tanjše drevnine.
- Višja nabavna cena.

5.4 ZNAČILNOSTI SEČNJE POD DALJNOVODI

Tako kot pri klasični sečnji visokega in debelega drevja, je tudi pri sečnji podrasti potrebno precej znanja in izkušenj, ki jih dobimo z dnevi in meseci dela. Pri čiščenju podrasti je manjša nevarnost poškodb zaradi padajočega drevja, vendar pa ravno tako obstaja možnost drugih poškodb kot so urezi ter padci. Obstaja več možnosti, da pride do padca. Vzrok padca so lahko kupi posekanega drevja ali zaradi zapletanja v gosto trnje. Pri padcu se lahko še dodatno poškodujemo, če pademo na enega izmed štrcljev, ki ostajajo za posekanim drevjem. Odrgnine ter praske zaradi trnov so stalni spremljevalci delavcev ki sekajo pod daljnovodi.

Značilnost sečnje pod daljnovoda je tudi ta, da sekači ne izdelujejo gozdnega reda. Drevje večinoma ostane na mestu poseka. V primeru da drevje pade na cesto oz. kmetijsko ali drugo površino, ter v primeru da podrast sestavlja večje število iglavcev delavci drevje

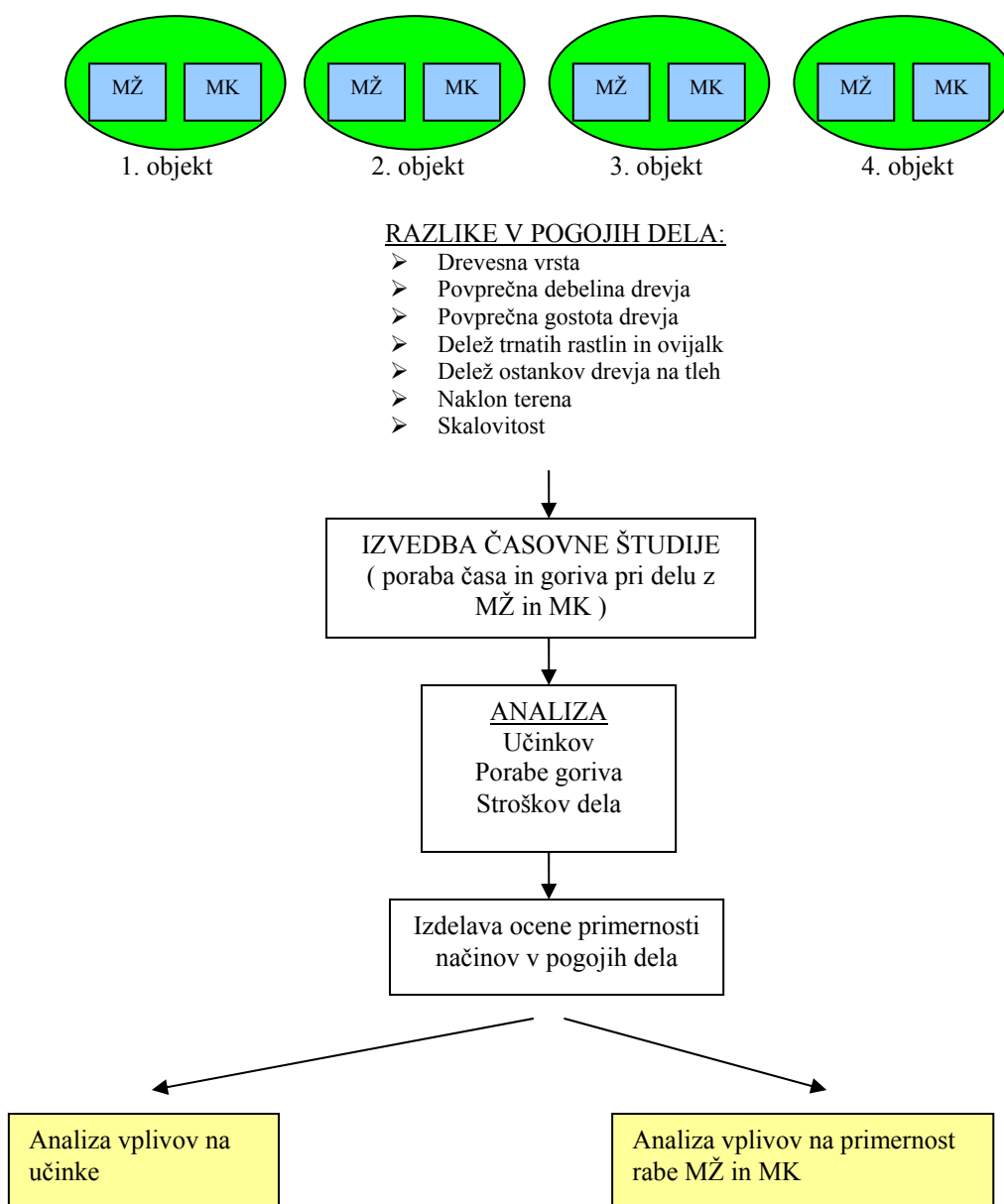
odstranijo oz. zložijo v kupe. Sekači drevje režejo približno do 10 cm visoko od tal. Na splošno velja čim nižji rez za najboljšega. Rez naj bi bil vodoraven, zato da štrclji niso ošiljeni in nevarni. Postopek sečnje se med tehniko dela z žago in koso ne razlikuje veliko. V obeh primerih moramo upoštevati smer rasti oziroma smer kamor je drevje nagnjeno. Na razgibanem terenu sekači pričnejo delo pri vznožju pobočja oz. na dnu jame in se nato pomikajo proti vrhu. Podrast vedno podirajo v tisto smer, v katero je drevje nagnjeno. Pri sečnji je najbolj pomemben vrstni red izbiranja drevja. Sekači vedno najprej odsekajo drevje ki visi v smeri padanja, nato pa ostalo drevje. Okoli večjega in močno razraščene drevesa ali grma vedno posekajo najprej manjša drevesca, šele nato pride na vrsto močnejše/bolj razraščeno drevo/grm. Drevje, ki visi v nasprotno smer podiranja, se naganja s pomočjo rok ali orodja v zeleno smer. Visoko drevje je težje naganjati, zato ga poprej skrajšajo. Prepletено drevje sproščajo tako, da prežagajo vse veje ter ovijalke.

Osebno varovalno opremo pri obeh načinih dela predstavljajo, zaščitne hlače in čevlji, gozdarska čelada ter rokavice.

6 METODA DELA

6.1 POSTAVITEV POIZKUSNIH PLOSKEV

Raziskavo smo izvedli tako, da smo primerjali učinke med motorno žago in koso na štirih različnih objektih, ki so se razlikovali v drevesni vrsti, debelini in gostoti podrasti, deležu trnatih rastlin in ovijalk, deležu ostankov drevja na tleh, skalovitosti ter naklonu terena.



Slika 5 : Diagram poteka primerjave učinkovitosti čiščenja podrasti z motorno žago in motorno koso

Vsi objekti so bili pod trasami daljnovodov. Vsak objekt je s svojimi karakteristikami predstavljal različne pogoje za delo. Za poskus smo izbrali dva objekta pod traso daljnovoda, ki poteka čez hrib Sremič blizu Krškega, eden objekt v Bližini Mirne peči ter eden pri Novem mestu. Vsak izbran objekt je bil razdeljen na dve snemalni ploskvi. Ena ploskev je bila namenjena snemanju tehnike dela z motorno žago, druga pa snemanju tehnike dela z motorno koso. Vsaka ploskev je merila 100 m². Ker je označevanje ploskev s trakovi v tako gosti podrasti nemogoče, smo robove ploskve označili tako, da smo jih izsekali v meter širokem pasu, kar pa je bilo zelo zahtevno delo. Tako je sekač lažje videl območje snemalne ploskve. Ploskve smo opisali s karakteristikami, ki po izkušnjah sekačev najbolj vplivajo na učinek sečnje.

Za vsako površino smo ocenili naslednje karakteristike:

- Drevesno vrsto,
- Povprečno debelino drevja,
- Povprečno gostoto drevja,
- Delež trnatih rastlin in ovijalk,
- Delež ostankov drevja na tleh,
- Naklon terena,
- Skalovitost.

Drevesno vrsto smo popisali tako, da smo upoštevali le prevladujoče drevesne vrste.

Povprečno debelino drevja smo ocenili tako, da smo s premerko izmerili premer debla posameznim osebkom. Debelino drevja nismo merili v prsni višini ampak v višini 10 cm od tal, kjer ponavadi sekač odžaga drevo. V tej višini smo merili predvsem zato, ker nekatera podrast ne doseže prsne višine, ali pa ta višina predstavlja krošnjo drevesca. Povprečno debelino smo razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: od 0 do 5 cm,
- 2. Razred: od 5 do 10 cm,
- 3. Razred: od 10 do 15 cm.

Povprečno gostoto drevja smo ocenili tako, da smo prešteli število osebkov na enem m² v naključno izbranih vzorcih. Število osebkov smo razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: od 0 do 5 osebkov na m²,
- 2. Razred: od 5 do 10 osebkov na m²,
- 3. Razred: nad 10 osebkov na m².

Predvidevali smo, da so trnate rastline in ovijalke tiste, ki zaradi svoje zunanje oblike otežujejo delo. To so rastline s trni in bodicami (črn trn, šipek, robida...) ter ovijalke (srobot, bršljan...). Te rastline bodo delavca ter prepletajo podrast. Delež trnatih rastlin in ovijalk smo popisali tako, da smo na posameznih ploskvah/objektih ocenili kolikšen delež od skupnega števila osebkov na ploskvi predstavljajo trnate rastline in ovijalke.

Delež trnatih rastlin smo razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: od 0 do 10%,
- 2. Razred: od 10 do 50%,
- 3. Razred: nad 50%.

Ostanki drevja na tleh so tisti ostanki, ki so ostali od prejšnje sečnje, ali pa drevesa iz okolice, ki so padla na podrast. Delež ostankov drevja na tleh smo določili tako, da smo ocenili delež ostankov drevja na tleh. Delež smo izračunali tako, da smo primerjali ostanke drevja s skupno maso drevja na ploskvah. Ploskve smo glede na ostanke drevja razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: od 0 do 10%,
- 2. Razred: od 10 do 30%,
- 3. Razred: 30% in več.

Naklon terena smo na vsaki ploskvi izmerili s pomočjo padomera. Ploskve smo glede na naklon terena razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: od 0 do 20%,
- 2. Razred: od 20 do 50%,
- 3. Razred: nad 50 %.

Skalovitost smo na vsaki ploskvi določili tako, da smo ocenili odstotek tal, ki je pokrit s skalami. Ploskve smo glede na skalovitost razdelili v tri razrede:

- 1. Razred: gladko (0 – 20%),
- 2. Razred: srednje skalovito (20 – 50%),
- 3. Razred: zelo skalovito (nad 50%).

6.2 OPIS OBJEKTOV

Objekte smo popisali po omenjenih značilnostih ter tako dobili pregled nad značilnostmi posameznih objektov, po katerih so se le ti razlikovali med seboj. Podatke o objektih, smo na terenu vpisovali v snemalne liste. Primer snemalnega lista se nahaja v prilogi A.

Preglednica 1 : Opis objektov

	Povprečna debelina drevja	Povprečna gostota drevja	Delež trnatih rastlin in ovijalk	Delež ostankov drevja na tleh	Naklon terena	Skalovitost
1. Objekt	0 do 5 cm	nad 10 osebkov / m ²	10 do 50 %	/	20 do 50 %	/
2. Objekt	5 do 10 cm	5 do 10 osebkov / m ²	0 do 10 %	/	0 do 20 %	/
3. Objekt	10 do 15 cm	0 do 5 osebkov / m ²	0 do 10 %	/	20 do 50 %	/
4. Objekt	0 do 5 cm	nad 10 osebkov / m ²	nad 50 %	10 do 30 %	0 do 20 %	/

Objekt 1 smo postavili na površini pod daljnovodom, ki poteka preko hriba Sremič (lokacija objekta je prikazana v prilogi B). Trasa na tem delu poteka skozi manjši gozdič, ki ga obdajajo pretežno kmetijske površine. Na tem objektu se v velikem deležu pojavljajo agresivne drevesne vrste še posebej robinia (*Robinia pseudoacacia*). Poleg robinie so v večjem deležu podrast predstavljali še češmin (*Berberis vulgaris*), leska (*Corylus*

avellana), črni bezeg (*Sambucus nigra*) ter beli gaber (*Carpinus betulus*). Od trnatih rastlin je bila najbolj pogosta robida. Podrast je bila dokaj nizka, saj je povprečna debelina drevja znašala do največ 5 cm. Gostota drevja je bila velika in je štela več kot 10 osebkov na kvadratni meter. Podrast je bila srednje trnata, delež trnatih rastlin in ovijalk je predstavljal od 10 do 50 % vsega rastja. Ostanke drevja na tleh ni bilo, prav tako je bila površina gladka brez skal. Naklon terena je bil 26 %, in je spadal v srednji razred (20 do 50 %).

Objekt 2 smo postavili na daljnovidni trasi v okolici Mirne peči (Lokacija objekta je prikazana v prilogi B). Trasa je potekala skozi strnjen gozd. Površino trase je v večjem delu poročala trepetlika (*Populus tremula*), breza (*Betula pendula*) ter leska (*Corylus avellana*). Podrast je bila nekoliko višja, saj je povprečna debelina drevja znašala od 5 do 10 cm. Gostota drevja je bila dokaj velika glede na debelino in je znašala od 5 do 10 osebkov na m². Delež trnatih rastlin in ovijalk je bil zaradi večje zastrtosti zelo majhen. Trnate rastline in ovijalke so predstavljale manj kot 10 % vsega rastja. Ostanke drevja na tleh ni bilo. Teren je bil gladek in položen z naklonom 18 %.

Objekt 3 smo postavili na daljnovidni trasi v bližini novega mesta (lokacija objekta je prikazana v prilogi B). Tudi ta trasa je potekala skozi gozd. Na tej površini je podrast predstavljal čisti sestoj robinie (*Robinia pseudoacacia*). Objekt je predstavljal stratum, kjer je drevje najdebelejše in s tem tudi najvišje. Povprečna debelina drevja je merila od 10 do 15 cm. Nad to debelino se podrast pod daljnovidni pojavlja izjemno redko. Povprečna gostota drevja je znašala do 5 osebkov na m². Delež trnatih rastlin je bil majhen in je predstavljal manj kot 10 % vsega rastja. Ostanke drevja na tleh ni bilo. Tla so bila gladka in rahlo strma. Naklon terena je znašal 34 %.

Objekt 4 smo spet postavili pod daljnovidno traso na Sremiču, vendar je ta objekt predstavljal stratum na izrazito trnati površini (lokacija objekta je prikazana v prilogi B). Površina je bila poročena pretežno z robido (*Rubus sp.*), ki je prepletala kostanj (*Castanea sativa*) in grme leske (*Corylus avellana*) ter bezga (*Sambucus nigra*). Povprečna debelina drevja je bila majhna in je merila manj kot 5 cm. Gostota podrasti je bila zelo visoka in je znašala nad 10 osebkov na m². Površina objekta je bila tudi zelo trnata. Delež trnatih rastlin in ovijalk je znašal nad 50 %. Na tej površini so se pojavili tudi ostanki drevja, ki so se

ohranili od nedavne sečnje, predstavljali so od 10 do 30 % lesne mase. Tla so bila gladka in ravna.

6.3 MERITVE

Znotraj vsakega objekta smo na dveh vzporednih ploskvah merili porabo časa ter porabo goriva, pri delu z motorno žago pa tudi porabo maziva. Na prvi ploskvi smo merili način dela z motorno žago, na drugi ploskvi pa način dela z motorno koso. Merili smo porabo časa ter goriva za posek ploskve velike 100 m².

Porabo časa smo merili s pomočjo štoparice po ničelni metodi. Porabo goriva in maziva smo merili tako, da smo delavcu, ki je pričel delo s polnim rezervoarjem, po končanem delu dolili gorivo oz. mazivo iz merilne posode. Razlika v merilni posodi je predstavljala porabljeno količino goriva oz. maziva. Podatke iz meritev smo vpisovali v snemalne liste.

7 REZULTATI IN ANALIZA

7.1 UČINKI SEČNJE

Na preglednicah 2 in 3 so prikazani učinki za posamezne tehnike dela na posameznem objektu. Različni učinki kažejo na to, da so bili izbrani objekti zelo heterogeni.

Preglednica 2 : Učinki izmerjeni pri izvedbi čiščenja z **motorno žago**

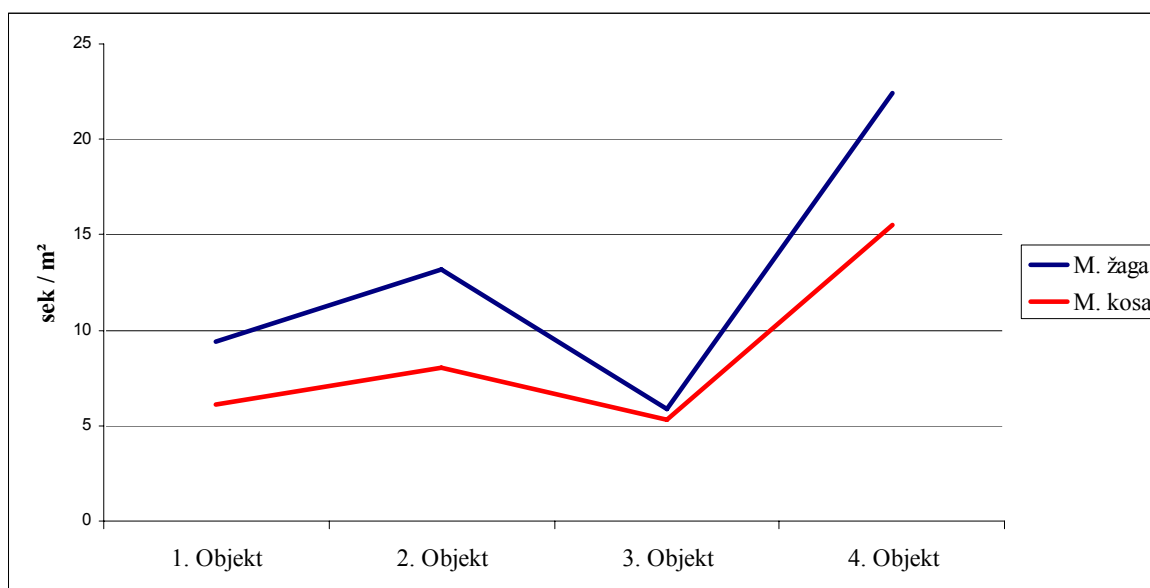
	Poraba časa za posek ploskve (min)	Poraba časa za posek enega m ² (s/m ²)	Posekana površina v eni obratovalni uri (m ² /ou)
1. objekt	15,66	9,4	383
2. objekt	22	13,2	272
3. objekt	9,77	5,9	610
4. objekt	37,33	22,4	161

V preglednici 2 vidimo da je bil največji učinek tehnike dela z motorno žago v tretjem objektu, najmanjši pa v četrtem. Povprečna poraba časa na m² površine je bila 12,7 sekund, povprečni učinek pa 357 m²/ou.

Preglednica 3 : Učinki, izmerjeni pri izvedbi čiščenja z **motorno koso**

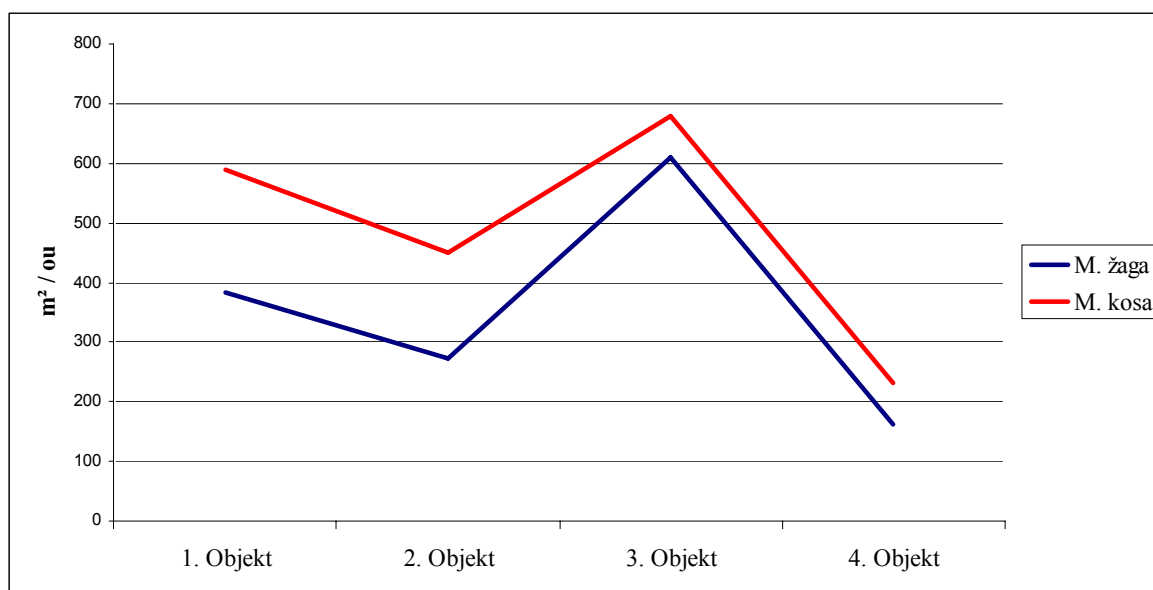
	Poraba časa za posek ploskve (min)	Poraba časa za posek enega m ² (s/m ²)	Posekana površina v eni obratovalni uri (m ² /ou)
1. objekt	10,19	6,1	590
2. objekt	13,33	8,0	450
3. objekt	8,90	5,3	679
4. objekt	25,80	15,5	232

Tudi pri delu z motorno koso je bil največji učinek v tretjem objektu, najmanjši pa v četrtem. Povprečna poraba časa za posek m² površine je bila 8,7 sekund, povprečni učinek pa 488 m²/ou. Na preglednicah vidimo, da je bila motorna kosa učinkovitejša na vseh objektih.



Slika 6 : Primerjava porabe časa za čiščenje m² površine med delom z motorno žago ter motorno koso

Na sliki 6 vidimo, da je trend poteka krivulj, podoben pri obeh načinih izvedbe dela. To pomeni, da so dejavniki, ki so negativno oz. pozitivno vplivali na delo z motorno žago, negativno oz. pozitivno vplivali tudi na delo z motorno koso. Če bi razvrstili objekte po težavnosti, bi bil vrstni red enak za obe tehniki dela. Če pa pogledamo vsak objekt posebej, vidimo, da so odkloni med krivuljami različni. Na sliki 6 vidimo, da je poraba časa na m² površine pri tehniki dela z motorno koso precej manjša, razen na ploskvah tretjega objekta, kjer se krivulji zelo približata. Za ta objekt/stratum je značilna večja debelina drevja, ki je bolj ugodno vplivala na tehniko dela z motorno žago. Na grafu (slika 6) tudi vidimo, da je krivulja, ki ponazarja delo z motorno koso, bolj izravnana kot krivulja, ki ponazarja delo z motorno žago. To pomeni, da so različni vplivni dejavniki vplivali različno na delo z motorno žago in na delo z motorno koso.



Slika 7 : Primerjava učinkov med načinom dela z motorno žago ter motorno koso

Na sliki 7 vidimo, da je bil pri obeh načinih dela največji učinek v tretjem, najmanjši pa v četrtem objektu. V tretjem in četrtem objektu je razlika v učinkih med obema načinoma najmanjša, vendar moramo upoštevati da nam samo razlika ne pove veliko, če ne upoštevamo razmerja med višino učinkov po objektih.

Na razliko v učinku čiščenja med načinoma dela v posameznem objektu namreč zelo vpliva tudi višina učinkov na posameznem objektu. Večji ko so učinki dela pri obeh načinih dela, večje so posledično tudi razlike med obema načinoma. Če želimo ponazoriti razliko učinkov med načinom dela z motorno žago ter načinom dela z motorno koso, moramo izračunati razmerje učinkov med njima.

Preglednica 4 : Razmerje učinkov med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso

	Motorna žaga m²/ou	Motorna kosa m²/ou	Razmerje m. žaga : m. kosa
1. objekt	383	590	1 : 1,54
2. objekt	272	450	1 : 1,65
3. objekt	610	679	1 : 1,11
4. objekt	161	232	1 : 1,44

Povprečno razmerje učinkov je 1 : 1,43 v korist tehnike dela z motorno koso. Največja razlika učinkov je bila izmerjena na drugem objektu kjer je motorna kosa učinkovitejša za 65 %, najmanjša pa v tretjem kjer je motorna kosa učinkovitejša le še za 11 %. V povprečju je bila tehnika dela z motorno koso učinkovitejša za 43 %.

7.2 PORABA GORIVA

Povprečna poraba goriva pri delu z motorno žago je bila 0,0038 l/m². Tako kot poraba časa je bila tudi poraba goriva največja v četrtem najmanjša pa v tretjem stratumu. Poraba goriva je tesno povezana s porabo časa. Povprečna poraba goriva na obratovalno uro je bila 1,09 l.

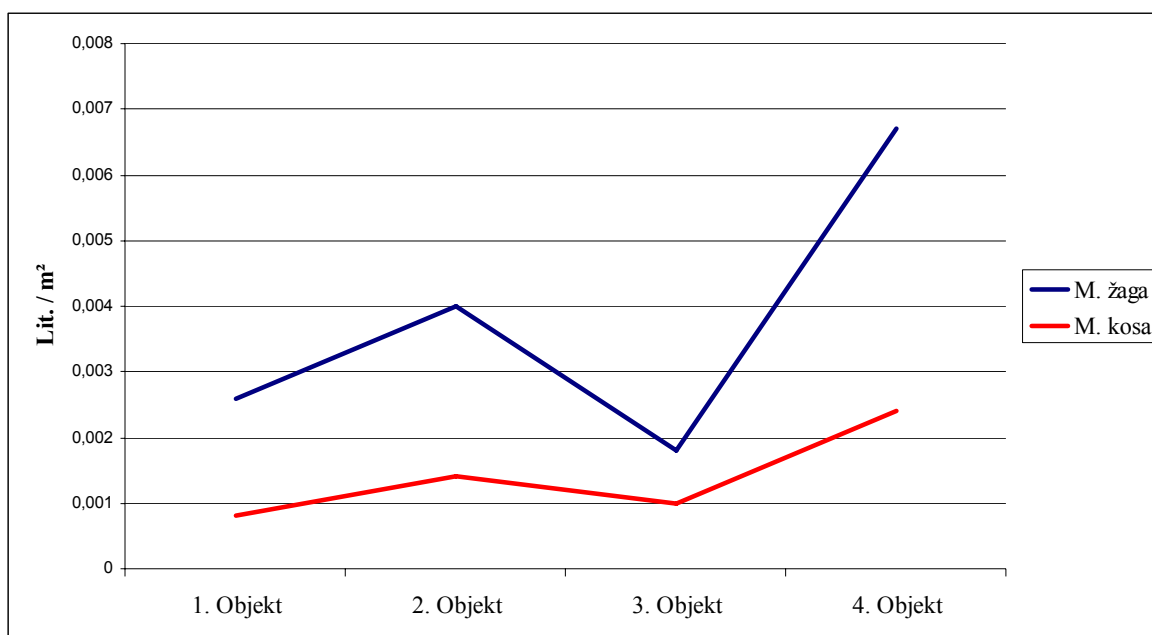
Preglednica 5 : Poraba goriva pri tehniki dela z **motorno žago**

	Poraba goriva za posek ploskve (l)	Poraba goriva za posek m ² površine (l/m ²)	Poraba goriva na obratovalno uro (l/ou)
1. objekt	0,26	0,0026	1,11
2. objekt	0,40	0,0040	1,08
3. objekt	0,18	0,0018	1,10
4. objekt	0,67	0,0067	1,08

Preglednica 6 : Poraba goriva pri tehniki dela z **motorno koso**

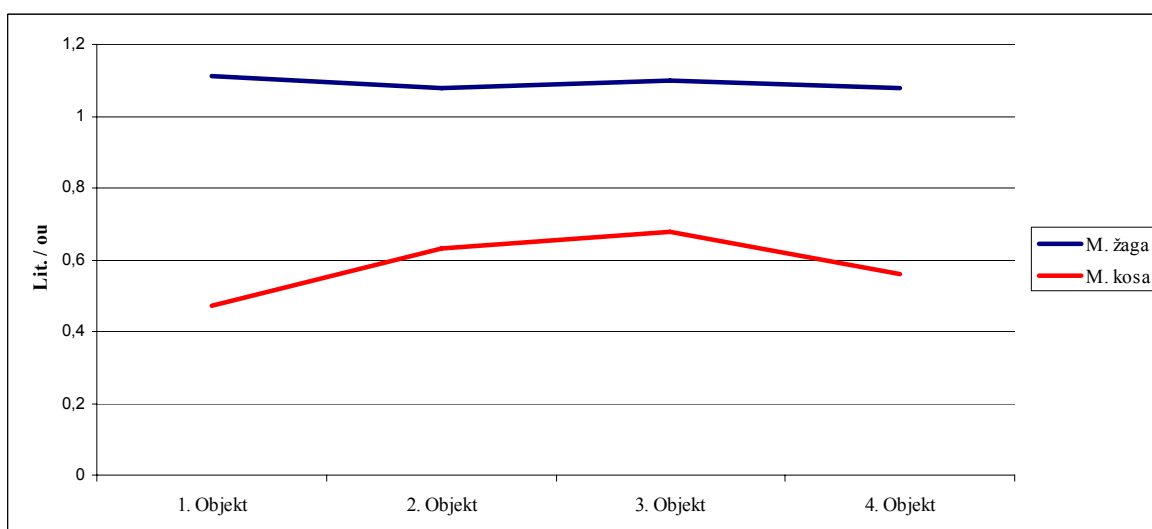
	Poraba goriva za posek ploskve (l)	Poraba goriva za posek m ² površine (l/m ²)	Poraba goriva na obratovalno uro (l/ou)
1. objekt	0,08	0,0008	0,47
2. objekt	0,14	0,0014	0,63
3. objekt	0,10	0,0010	0,68
4. objekt	0,24	0,0024	0,56

Povprečna poraba goriva pri tehniki dela z motorno koso je bila 0,0014 l/m² ter 0,59 l/ou. Na preglednici 6 vidimo, da pri tehniki dela z motorno koso poraba goriva ni tako močno povezana s porabo časa. Poraba goriva v l/ou je največja v tretjem objektu.



Slika 8 : Primerjava porabe goriva v l/m² med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso

Tudi na sliki 8 je razvidno, da je poraba goriva v l/m² povezana s porabo časa za posek. Na sliki 8 vidimo, da je gibanje krivulj podobno kot pri porabi časa, le da je odklon med krivuljama še bolj izrazit. Na krivulji, ki ponazarja porabo goriva pri tehniki dela z motorno koso vidimo, da se je dno krivulje v primerjavi s porabo časa pomaknilo iz tretjega na prvi objekt.



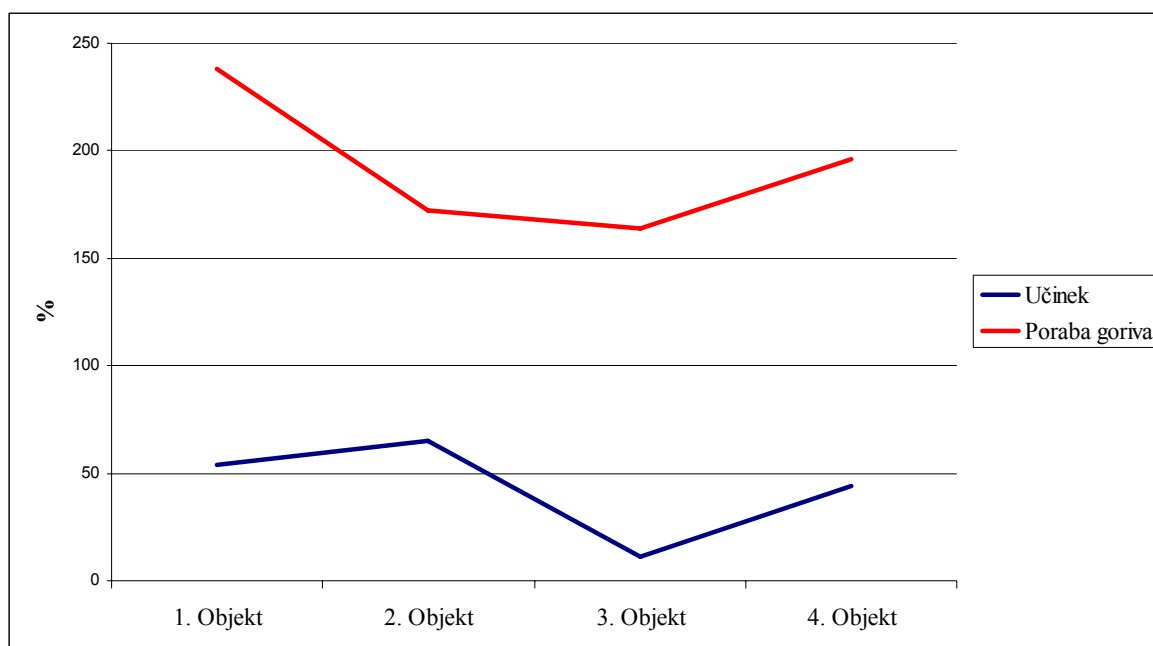
Slika 9 : Primerjava porabe goriva v l/ou med načinom dela z motorno žago ter načinom dela z motorno koso

Na sliki 9 vidimo, da se pri delu z motorno žago poraba goriva v l/ou skoraj ne spreminja. Pri delu z motorno koso pa se potek krivulje spreminja ter doseže vrh v tretjem stratumu. Če primerjamo podatke iz opisov posameznega stratuma ter potek krivulje pri motorni kosi ugotovimo, da vrednost krivulje narašča z večanjem debeline drevja. Na tem grafu se dobro pokažejo nekatere značilnosti tehnike dela s posameznim strojem. Za tehniko dela z motorno žago je značilno, da med rezom žaga vedno obratuje z visokimi obrati oz. s polnim plinom. Zaradi tega se poraba goriva na obratovalno uro v različnih razmerah skoraj ne spreminja. Poraba goriva na obratovalno uro je v vseh stratumih približno enaka, krivulja na grafu je zato bolj ali manj ravna. Za tehniko dela z motorno koso pa je značilno, da sekač izkorišča vztrajnost rezilne plošče. Tako lahko sekač odreže več tanjših dreves, brez da bi dodal znatno količino plina. Nasprotno mora sekač pri večanju debeline drevja tudi izdatneje dodajati plin. Tudi pri zelo gosti ter trnati podrasti mora sekač z motorno koso dodati več plina, zato je v četrtem stratumu kljub tanjšemu drevju poraba goriva dokaj visoka. Pri tehniki dela z motorno koso, se poraba goriva na obratovalno uro sečnje spreminja glede na razmere v stratumih, najbolj zaradi debeline drevja. To ponazarja tudi krivulja na sliki 9.

Preglednica 7 : Razmerje v porabi goriva med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso

	Motorna žaga l/ou	Motorna kosa l/ou	Razmerje m. žaga : m. kosa	Razlika v %
1. Objekt	1,11	0,47	1 : 0,42	238
2. Objekt	1,08	0,63	1 : 0,58	172
3. Objekt	1,10	0,68	1 : 0,61	164
4. Objekt	1,08	0,56	1 : 0,51	196

Razlika v porabi goriva med obema tehnikama je bila največja v prvem objektu, kjer je bila poraba goriva v l/ou pri tehniki dela z motorno koso več kot trikrat manjša. Razmerje v porabi goriva med načinoma dela je bilo v povprečju 1 : 0,53 v korist motorne kose. Povprečno je sekač z motorno koso v eni obratovalni uri porabil dvakrat manj goriva kot sekač z motorno žago.



Slika 10 : Primerjava razlik v učinkih ter porabi goriva na obratovalno uro med načinoma dela v %

Razlike v porabi goriva med obema načinoma so precej večje kot pa razlike v učinkih. Največja razlika učinkov med načinoma dela je v drugem objektu, medtem ko je največja razlika v porabi goriva v prvem objektu. Motorna žaga je bila v prvem objektu za slabih 50 % manj učinkovita od motorne kose ter porabila 238 % več goriva. V tretjem objektu je bila najmanjša razlika v učinku kot tudi v porabi goriva.

7.3 PORABA MAZIVA

Porabo maziva smo izračunali le za motorno žago, ker motorna kosa ne potrebuje maziva. Porabo maziva smo izračunali tako, da smo upoštevali razmerje med prostornino rezervoarja za gorivo ter rezervoarja za mazivo. Pri tem smo upoštevali da v rezervoarju za olje po porabi goriva vedno ostane približno 0,05 l maziva.

Preglednica 8 : Poraba maziva pri tehniki dela z **motorno žago**

	Poraba maziva za posek ploskve (l)	Poraba maziva za posek m ² površine (l / m ²)	Poraba maziva na obratovalno uro (l/ou)
1. Objekt	0,12	0,0012	0,46
2. Objekt	0,19	0,0019	0,52
3. Objekt	0,08	0,0008	0,49
4. Objekt	0,31	0,0031	0,50

Povprečna poraba maziva pri tehniki dela z motorno žago je bila 0,49 l/ou oz. 0,0018 l / m².

7.4 ANALIZA UČINKOV PO OBJEKTIH

Objekt 1: V tem objektu, je bil učinek sečnje pri obeh tehnikah malenkost boljši od povprečja. Pri tehniki dela z motorno žago je bil učinek sečnje 383 m²/ou, pri tehniki dela z motorno koso pa 590 m²/ou. Učinki tehnike dela z motorno koso so bili v tem objektu boljši od učinkov tehnike z motorno žago za 54 %. V našem poskusu je to druga največja razlika učinkov med analiziranimi načinoma čiščenja. Za ta objekt je značilna tanka podrast z veliko gostoto (nad 10 osebkov na m²), ter srednjim deležem trnatih rastlin in ovijalk (10 – 50 %). Velika gostota drevja vpliva tudi na večji učinek trnatih rastlin in ovijalk, ki imajo večjo možnost da prepletejo drevesca med sabo. Zaradi prepletenosti podrasti je bilo pri sečnji potrebno sproščanje posameznih drevesc ali večjih šopov. Sečnja v takih razmerah zahteva večje število zamahov z rezilom kose oz. z letvijo motorne žage. Analiza študije dela, temelječa na praktičnih izkušnjah snemalca ter izvajalcev del, je pokazala prednosti in slabosti posameznih načinov dela. Ugotovili smo več razlogov za večji učinek motorne kose. Prvi razlog je v tem, da ima motorna kosa **večji radij** reza pri enem zamahu. Tako lahko iz enega stojišča delavec z motorno koso, poreže večjo površino kot delavec z motorno žago. Tudi **hitrost reza** je bila večja pri kosi kot pa pri žagi. Hitrost zamaha pri motorni žagi, še posebej zaradi goste podrasti je bila bistveno manjša. V podrasti so se pojavljale trnate rastline ter ovijalke, ki so ovirale sečnjo. Pri tem je imel delavec s koso zaradi njene konstrukcije **manj neposrednih stikov s trnatimi rastlinami** kot delavec z motorno žago. Še posebej se je to izkazalo pri sproščanju drevja, kjer je moral delavec odrezane šope ali posamezna drevesca odrivati v smer padca. Ovijalke, trnje

ter tanjše drevje se je delavcu z motorno žago rado izmikalo ter mu ustavljalo verigo. Delavec z motorno koso teh težav ni imel. Na prvem objektu je bila razlika v porabi goriva med obema načinoma dela največja. Delavec z motorno žago je porabil 1,11 l/ou, delavec z motorno koso pa le 0,47 l/ou. Vzrok je predvsem tanko drevje, ki je delavcu z motorno koso omogočalo, da je izkoriščal vztrajnost rezilne plošče ter na ta način prihranil precej goriva.

Objekt 2 : Razmere v drugem objektu, so bile v našem poizkusu po zahtevnosti druge najbolj zahtevne. Učinek sečnje z motorno žago je bil 272 m²/ou, učinek sečnje z motorno koso pa 450 m²/ou površine. V tem objektu je bila razlika v učinku med analiziranimi načinoma dela največja. Učinki tehnike dela z motorno koso so bili večji za 65 % od učinkov dela z motorno žago. Podrast v tem objektu je bila srednje gosta (5 – 10 osebkov/m²), tudi debelina drevja je bila v srednjem debelinskem razredu (5 do 10 cm). Trnatih rastlin in ovijalk je bilo zelo malo (prvi razred). Čeprav je bil delež trnatih rastlin in ovijalk majhen, je bilo drevje dokaj prepleteno. V tem objektu smo ugotovili, da ima pri tej debelini drevja **gostota ter trnatost** zelo velik vpliv. V drugem debelinskem razredu je drevje že precej visoko, krošnje se stikajo precej više od višine človeka, gostota pa zelo vpliva na njihovo prepletenost. Tudi večji delež trnatih rastlin in ovijalk je v tem debelinskem razredu zelo problematičen, vendar je bil v našem primeru minimalen. Ugotovili smo, da ima drevje v tem debelinskem razredu še vedno majhen učinek zastornosti, kar omogoča dokaj visoko gostoto ter pojavljanje trnatih rastlin in ovijalk. Pri vseh teh razmerah je najbolj problematično sproščanje dreves. Če drugi objekt primerjamo s prvim objektom ugotovimo, da je bil v prvem objektu učinek sečnje večji, čeprav je bila trnatost ter gostota drevja za en razred višja. Razlog je v tem, da so lahko sekači v prvem objektu zaradi manjšega rastja pri sproščanju drevesc posegali v njihove krošnje, kar je v drugem objektu nemogoče. V drugem objektu je eden od problemov predstavljal predvsem **sproščanje drevja ter naganjanje drevja** v smer podiranja. V tem objektu je bila manjša možnost sečnje več dreves v šopih, ter odiranje le teh v zeleno smer z letvijo m. žage oz. kosiščem kose. Večkrat se je moral sekač ukvarjati s posameznim drevesom, ga naganjat s pomočjo rok ter ga krajšati. Pogosta tehnika sproščanja dreves v tem objektu je bila skrajševanje. To pomeni, da je drevo, ki ima prepleteno krošnjo, najlažje sprostiti tako, da ga skrajšamo oz. odžagamo v prsni višini. Tako drevo pade na tla, nato požagamo

prepletene veje v krošnji, ki so nam tako bolj na doseg. V primeru, da drevo obvisi na drugem drevesu, skrajšamo še tega. Razloge za tolikšno razliko v učinku med obema načinoma čiščenja smo v tem objektu ugotovili, da izvirajo ravno iz postopka sproščanja ter naganjanja drevja. Konstrukcija motorne kose namreč sekaču omogoča, da lahko **drevo naganja že med žaganjem le tega**. Pri tem koso, ki je pritrjena na oprtnik, krmili le z eno roko, med tem ko z drugo roko potiska drevo v zeleno smer. Pri motorni žagi to ni izvedljivo. Tudi dolžina kosišča na motorni kosi omogoča sekaču, da doseže bolj oddaljene in višje točke. Drevje v tem debelinskem razredu je tudi še dovolj tanko, da ga lahko sekač z motorno koso odžaga s hitrim zamahom ter ga v istem trenutku s kosiščem potisne v zeleno smer. Zaradi hitrega reza lahko sekač z motorno koso odreže rahlo viseče drevo s poljubne smeri brez bojazni, da bi mu stisnilo rezilno ploščo. Po naših ugotovitvah so to glavni razlogi zaradi katerih je v tem objektu učinek sečnje z motorno koso za 65 % večji od učinka sečnje z m. žago.

Objekt 3 : Za tretji objekt je značilno, da se učinki sečnje pri obeh tehnologijah zelo povečajo. V tem objektu so bili pogoji za delo najmanj zahtevni. Učinek sečnje z motorno žago je znašal 610 m²/ou, pri sečnji z motorno koso pa 679 m²/ou površine. Tudi razlika med obema učinkoma sečnje je bila v tem objektu najmanjša. Način dela z motorno koso je bil v tem objektu učinkovitejši le še za 11%. Od vseh objektov je bila v tem debelina drevja največja, gostota pa najmanjša. Debelino drevja smo uvrstili v tretji debelinski razred (od 10 do 15 cm), gostoto pa v prvi razred (od 0 do 10 osebkov/m²). Le naklon terena je bil v tem objektu največji in sicer 34 %. Na velik učinek sečnje sta vplivala predvsem debelina in gostota drevja ter delno tudi naklon terena. V tem debelinskem razredu drevje doseže že precejšen učinek zastornosti ter posledično poskrbi za manjšo gostoto ter delež trnatih rastlin in ovijalk. Tudi obstoječe trnate rastline ter ovijalke, ki prepletajo krošnje med sabo, izgubijo svojo moč. To se zgodi zaradi večje mase posameznega drevesa, ki s svojo težo in posledično momentom vztrajnosti potrga splet ovijalk ter se tako lažje sprosti. Delno k temu pripomore tudi večji naklon, ki po izkušnjah delavcev do neke mere ter v določenih razmerah ugodno vpliva na sečnjo. Večji naklon namreč povzroči, da je drevje zaradi težnosti ter iskanja svetlobe pogosto nagnjeno navzdol oz. v smer podiranja, kar delavcem olajša sproščanje ter naganjanje drevja. To pa seveda ne pomeni, da se z večanjem naklona lajša delo. Nakloni nad 50 % so za delo zelo

zahtevni. Tudi v primeru, da je drevje tanjše, gosto in prepleteno, nakloni niso ugodni. Slednjemu je vzrok v tem, da masa podžaganega drevja ni tolikšna, da bi se drevo samo sprostito. Naklon terena povzroči, da je stojišče sekača večkrat nižje kot pa mesto, kjer je vraščeno drevje. V takem primeru sekač pri sproščanju težje poseže v višje dele drevesa. Posledično se razlika v učinkih med obema tehnikama močno zmanjša. Razlog za nastalo razliko v učinkih je bil predvsem v debelini ter manjši gostoti drevja. Prednost sečnje z motorno koso, ki omogoča sekaču, da iz enega stojišča poseka več dreves, se v tem objektu zaradi majhne gostote drevja izgubi. Tudi število dreves, ki jih je bilo treba sproščati, se je močno zmanjšalo. To je močno olajšalo delo še posebej pri delu z motorno žago. Pri delu z motorno koso se je močno povečal čas rezanja enega drevesa. Z večjo debelino in gostoto drevja so se tako delno izgubile prednosti tehnike sečnje z motorno koso. **Vpliv debeline drevja** se je v tem objektu izkazal kot najbolj omejujoč dejavnik pri sečnji z motorno koso. Po drugih rezultatih v poskusu ter izkušnjah sekačev lahko sklepamo, da bi bili v naslednjem debelinskem razredu učinki sečnje z motorno koso manjši kot pa pri motorni žagi. Vendar pa se večje debeline drevja pod daljnovodi, kjer se najpogosteje izvaja čiščenja, pojavljajo zelo redko. Po naših ugotovitvah je tako povprečna debelina drevja med 10 in 15 cm tudi zadnja optimalna debelina za uporabo motorne kose.

Objekt 4 : Na četrtem objektu, so bili izmed vseh objektov pogoji za delo najtežji. Tu sta oba načina dela dosegla najslabše učinke. Površina na tem objektu je bila porasla z največjim deležem trnatih rastlin in ovijalk od vseh objektov v poskusu. Delež trnatih rastlin in ovijalk na objektu smo uvrstili v tretji razred (nad 50 %). Gostotata drevja je bila visoka in je tudi ustrezala tretjemu razredu (nad 10 osebkov/m²). Na tem objektu so se v večjem deležu pojavili tudi ostanki drevja na tleh. Uvrstili smo jih v drugi razred (10 do 30 %). Sekač z motorno žago je dosegel učinek 161 m²/ou, sekač z motorno koso pa 232 m²/ou. Učinek tehnike dela z motorno koso je bil za 44 % večji od tehnike dela z motorno žago. Na tako majhen učinek obeh tehnik sečnje je zelo vplivala kombinacija velike gostote drevja ter visokega deleža trnatih rastlin in ovijalk. Poleg tega so sečnjo močno ovirali še ostanki drevja na tleh. Zaradi tako visokega deleža trnatih rastlin ter velike gostote drevja smo pričakovali, da bo ravno v tem objektu razlika med učinkoma sečnje v korist motorne kose največja. Vendar se je izkazalo, da temu ni tako, ker so imeli ostanki **drevja na tleh** večji vpliv na učinek sečnje z motorno koso kot pa na sečnjo z motorno

žago. Sekač, ki je uporabljal motorno žago, je bil v razmerah, ko so med drevjem ležali ostanki iz prejšnje sečnje, bolj mobilni od sekača z motorno koso. Sekač, ki je uporabljal motorno koso, je imel zaradi njene konstrukcije več težav pri premikanju po podrasti. V takih razmerah so si morali sekači večkrat utirati pot tako, da so požagali vodoravno ležeče ostanke drevja pred sabo. Zaradi omenjenih ostankov drevja so morali sekači večkrat uporabiti vertikalni rez, vertikalno žaganje pa je ena od težjih operacij tehnike dela z motorno koso.

7.5 IZRAČUN IN ANALIZA STROŠKOV PRI OBEH NAČINIH DELA

S kalkulacijami ugotavljamo stroške na enoto opravljenega dela. Omogočajo nam izbiro najracionalnejšega delovnega sredstva in načinov dela. Naš cilj je racionalizacija dela, za doseg tega cilja pa so kalkulacije ključnega pomena (Vranešič, 2008).

Sečnja podrasti je delovno zelo intenzivno opravilo. Največji del stroškov odpade na stroške dela ter stroške, ki so neposredno povezani z delom.

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

Zaradi narave raziskave, ki je zahtevala, da smo poskuse opravljali na različnih krajih s pomočjo različnih podjetij, je nanoslo, da sta pri poskusu sodelovali motorni žagi dveh različnih tipov. Ker se tehnične značilnosti, nabavna cena ter cena delov med žagama ne razlikujejo znatneje, smo za potrebe kalkulacij izračunali povprečne vrednosti med njima.

Pri kalkulacijah za motorno koso, smo izračunali lastno ceno na obratovalno uro za vsak objekt posebej. To smo naredili zaradi razlik pri porabi goriva na obratovalno uro na posameznem objektu.

Preglednica 9 : Kalkulacije za motorni žagi **Stihl MS 280** in **Husquarna 357 xp**

	Stroškovna postavka	Cena	poraba	€ obr. uro	% LC
1. gorivo in mazivo	Gorivo	1,154 €/l	1,09 l/ou	1,06	5,30
	mazivo	3,5 €/l	0,49 l/ou	1,72	8,59
2. nadomestni deli	Veriga	18 €	200 ou	0,09	0,45
	Meč	20 €	600 ou	0,03	0,15
	Gonilno kolo	10 €	600 ou	0,02	0,10
3. amortizacija	Nabavna vrednost	759 €	1800	0,42	2,10
4. Popravila in vzdrževanje	100% * A			0,42	2,10
5. obresti	3,5%	Trajanje dve leti		0,03	0,15
6. zavarovanje	15 * A * t			0,13	0,65
1 – 6 neposredni materialni stroški / obratovalno uro				3,92	19,59
7. Stroški delavca	BPL delavec	3,90	K1 = 2,43	9,48	47,38
1 – 7 Primerjalna cena				13,40	66,77
8. splošni stroški	BPL * K2	3,90	K2 = 1,71	6,67	33,23
1 – 8 lastna cena (LC)				20,07	100,00

Pri tehniki sečnje z motorno žago neposredni materialni stroški predstavljajo 19,59 % lastne cene, stroški delavca pa 47,38 %. Preostali delež predstavljajo splošni stroški podjetja.

Preglednica 10 : Kalkulacije za motorno koso **Stihl FS 550**

	Stroškovna postavka	cena	poraba	€ Obr. uro	% LC
1. gorivo in mazivo	gorivo	1,154 €	1. pl. 0,47 l/ou	0,54	3,88
			2. pl. 0,63 l/ou	0,73	
			3. pl. 0,68 l/ou	0,78	
			4. pl. 0,56 l/ou	0,65	
			Pov. 0,59 l/ou	0,68	
2. nadomestni deli	Rezilna plošča	30 €	900 ou	0,03	0,17
	oprtnik	55 €	900 ou	0,06	0,34
3. amortizacija	Nabavna vrednost	1200 €	6000 ou	0,20	1,14
4. popravila in vzdrževanje	100% * A			0,20	1,14
5. obresti	3,5%	Trajanje sedem let		0,01	0,06
6. zavarovanje	15 * A * t			0,21	1,20
1 – 6 neposredni materialni stroški / obratovalno uro			1. ploskev	1,25	7,87
			2. ploskev	1,44	
			3. ploskev	1,49	
			4. ploskev	1,36	
			Povprečje	1,38	
7. stroški delavca	BPL delavec	3,90	K1 = 2,43	9,48	54,05
1 – 7 primerjalna cena			1. ploskev	10,73	61,97
			2. ploskev	10,92	
			3. ploskev	10,97	
			4. ploskev	10,84	
			povprečje	10,87	
8. splošni stroški	BPL * K2	3,90	K2 = 1,71	6,67	38,03
1 – 8 lastna cena (LC)			1. ploskev	17,40	100,00
			2. ploskev	17,59	
			3. ploskev	17,64	
			4. ploskev	17,51	
			povprečje	17,54	

Pri tehniki sečnje z motorno koso neposredni materialni stroški v povprečju predstavljajo 7,87 % lastne cene, stroški delavca pa 54,05 %. Preostali delež predstavljajo splošni stroški podjetja.

Tehnika dela z motorno koso, je v povprečju cenejša od tehnike dela z motorno žago za 2,54 € na obratovalno uro. Pri tehniki dela z motorno žago, je delež neposrednih materialnih stroškov bistveno večji kot pri tehniki dela z motorno koso.

7.6 PRIMERJAVA STROŠKOV OBEH NAČINOV ČIŠČENJA PODRASTI

Pri tehniki dela z motorno žago, so bili stroški sečnje na m² v četrtem stratumu največji in sicer štirikrat večji kot v tretjem kjer so bili stroški najmanjši. Povprečni stroški pri načinu dela z motorno žago so bili 0,071 €/m².

Preglednica 11 : Stroški sečnje na enoto površine pri tehniki dela z **motorno žago**

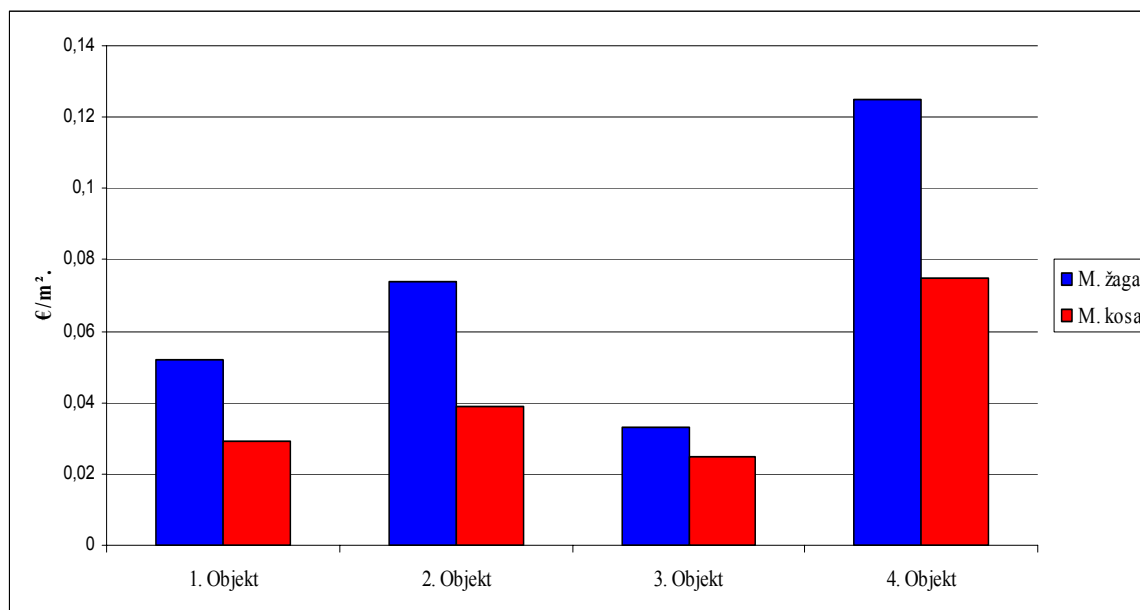
	Učinek sečnje m ² /ou	Stroški €/m ²
1. objekt	383	0,052
2. objekt	272	0,074
3. objekt	610	0,033
4. objekt	161	0,125

Preglednica 12 : Stroški sečnje na enoto površine pri tehniki dela z **motorno koso**

	Učinek sečnje m ² /ou	€/ou	Stroški €/m ²
1. objekt	590	17,40	0,029
2. objekt	450	17,59	0,039
3. objekt	679	17,64	0,025
4. objekt	232	17,51	0,075

Najmanjši stroški sečnje na m² pri tehniki dela z motorno koso so bili na prvem, največji pa na četrtem objektu. Povprečni stroški sečnje pri tehniki dela z motorno koso so bili 0,041 €/m².

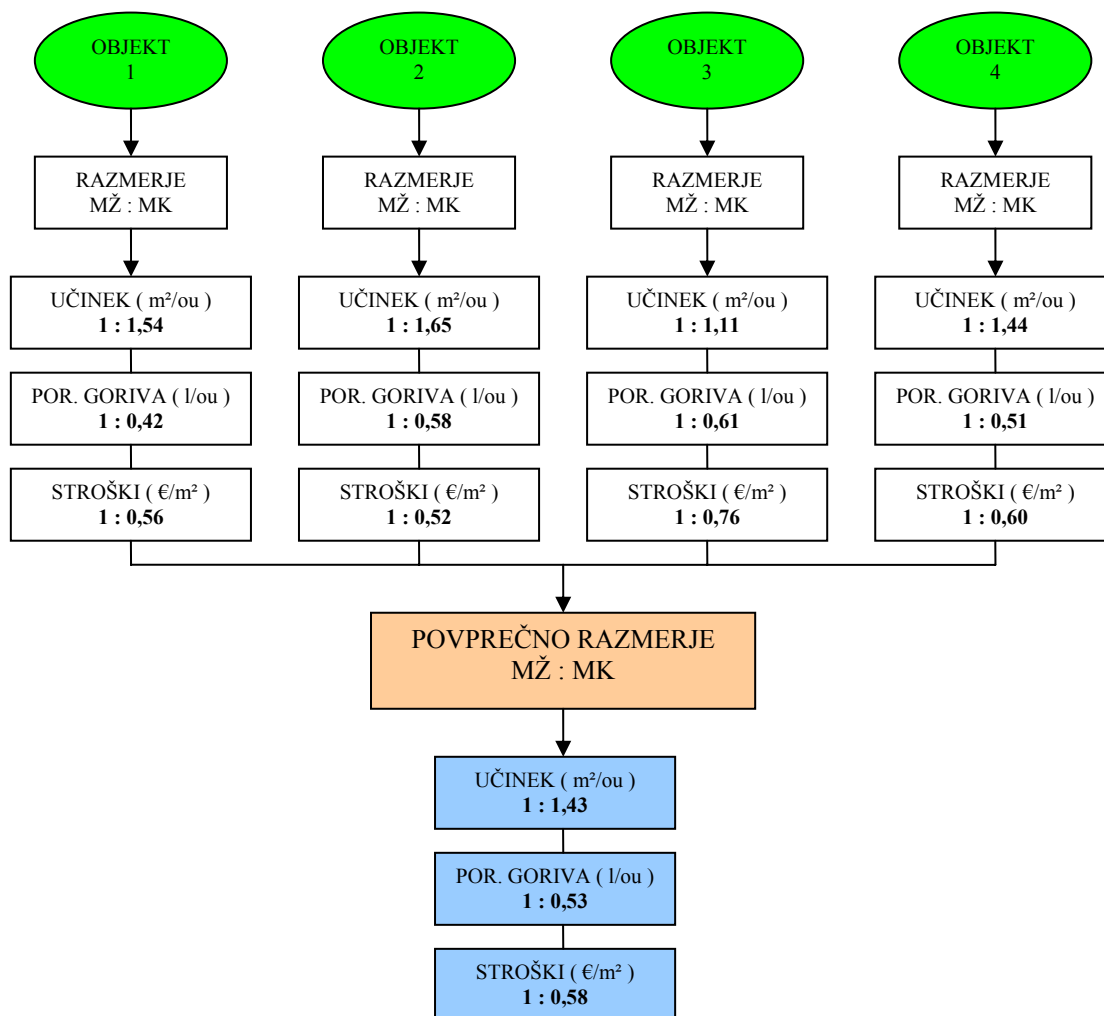
Povprečni stroški sečnje pri tehniki dela z motorno koso, so bili v primerjavi s tehniko dela z motorno žago manjši za 0,03 €/m².



Slika 11 : Primerjava stroškov med tehniko dela z motorno žago ter tehniko dela z motorno koso

7.7 DIAGRAM REZULTATOV RAZISKAVE

Za boljšo interpretacijo rezultatov raziskave, smo izdelali diagram kjer smo strnili rezultate raziskave ter primerjali učinkovitost obeh načinov dela. Razmerje učinkov, porabe goriva ter stroškov dela med motorno žago ter motorno koso, nam poda najboljše podatke za oceno primernosti posameznega stroja.



Slika 12 : Primerjava učinkovitosti čiščenja podrasti z motorno žago in motorno koso

Na sliki 12 je prikazano razmerje učinkov, porabe goriva ter stroškov, med načinom dela z motorno žago ter motorno koso. Na diagramu je prikazano razmerje po objektih ter povprečno. Največja razlika med načinoma dela je bila v porabi goriva.

8 RAZPRAVA IN SKLEPI

Primerjavo učinkovitosti dveh načinov čiščenja podrasti smo opravili na štirih objektih. Objekti so predstavljali različne kombinacije dejavnikov ki vplivajo na delo pri čiščenju podrasti pod daljnovodi. Na vsakem objektu smo izmerili povprečno debelino in gostoto drevja, ocenili delež trnatih rastlin, ocenili delež ostankov drevja ter skalovitost in izmerili naklon terena. Znotraj vsakega objekta smo paralelno postavili dve ploskvi, na katerih smo snemali način čiščenja podrasti z motorno žago ter z motorno koso. Pri vsakem načinu dela smo izmerili porabo časa ter porabo goriva za posek ploskve velike 10 x 10 m.

Povprečni učinek pri delu z motorno žago je 357 m²/ou. Povprečna poraba goriva je 1,09 l/ou., povprečna poraba maziva pa 0,49 l/ou. Lastna cena dela znaša 20,07 €/ou. Povprečni stroški za posek m² površine znašajo 0,071€. Največji učinek dela je bil na tretjem objektu (610 m²/ou), najmanjši pa na četrtem (161 m²/ou). Stroški za posek m² površine so bili tako največji na četrtem (0,125 €/m²), najmanjši pa na tretjem objektu (0,033 €/m²). Za tretji objekt je bilo značilno debelejšje drevje od 10 do 15cm, majhna gostota drevja ter zanemarljiv delež trnatih rastlin. Za četrti objekt je značilno tanjše drevje pod 5cm, velika gostota drevja ter visok delež trnatih rastlin. Če primerjamo rezultate z razmerami v objektih, lahko sklepamo, da debelejšje drevje z manjšo gostoto ter manjšim deležem trnatih rastlin, vpliva na večje učinke pri delu in manjše stroške. Nasprotno manjša debelina drevja, ter večja gostota in trnatost, vplivajo na manjše učinke in večje stroške pri delu z motorno žago. Poraba goriva in maziva na obratovalno uro je skoraj enaka na vseh štirih objektih, odstopanje je zanemarljivo. To pomeni, da motorna žaga med delom ves čas obratuje s polnimi obrati.

Pri delu z motorno koso je povprečni učinek 488 m²/ou. Povprečna poraba goriva je 0.59 l/ou. Lastna cena dela znaša 17,54 €/ou. Povprečni stroški za posek m² površine znašajo 0,041 €. Največji učinek dela je bil na tretjem objektu (679 m²/ou), najmanjši pa na četrtem (232 m²/ou). Stroški za posek m² površine so bili največji na četrtem (0,075 €/ m²), najmanjši pa na tretjem objektu (0,025 €/m²). Tudi pri delu z motorno koso se je izkazalo, da tanjše drevje z večjo gostoto ter večjim deležem trnatih rastlin, vpliva na slabše učinke in večje stroške dela. Prav tako kot pri motorni žagi, debelejšje drevje z manjšo gostoto in

nizkim deležem trnatih rastlin, vpliva na večje učinke in manjše stroške dela. Največja poraba goriva je na tretjem (0,68 l/ou), najmanjša pa na prvem objektu (0,47 l/ou). Različna poraba goriva na objektih kaže na to, da delavec z motorno koso ni delal ves čas s polnim plinom, ampak je izkoriščal visoke obrate ter vztrajnost rezilne plošče. Za tretji objekt, kjer je bila poraba goriva največja, je značilno debelejša drevja (10 do 15cm). Za prvi objekt, kjer je bila poraba goriva najmanjša, pa je značilno tanjša drevja. Iz rezultatov lahko sklepamo, da se pri delu z motorno koso poraba goriva veča z naraščanjem debeline drevja.

Pri primerjavi učinkov je povprečno razmerje med obema načinoma dela 1 : 1,43 v korist motorne kose. Največja razlika učinkov je na drugem objektu (1 : 1,65), najmanjša pa na tretjem (1 : 1,11). Za drugi objekt, kjer je razlika v učinkih največja, je značilno drevje srednje debeline (5 do 10cm), z veliko gostoto. Na tem objektu, kjer je bil način dela z motorno koso najučinkovitejši v primerjavi z motorno žago, so se pokazale prednosti motorne kose pri sproščanju drevja v podrasti. Na tretjem objektu, kjer je razlika učinkov najmanjša, je značilno debelejša drevja z majhno gostoto. V tem objektu je debelina podrasti upočasnila hitrost reza pri motorni kosi. Manjša gostota drevja je delavcu z motorno žago prihranila število rezov. Iz rezultatov lahko sklepamo, da bi se razmerje učinkov pri povprečni debelini podrasti nad 15cm (merjeno 10cm od tal), obrnilo v korist motorne žage.

Povprečno razmerje v porabi goriva je 1 : 0,53 v korist motorne kose. Največja razlika v porabi goriva (1 : 0,42), je na prvem objektu, kjer je podrast najtanjša. Najmanjša razlika je na tretjem objektu (1 : 0,61), kjer je podrast najdebelejša. Iz rezultatov lahko sklepamo, da se z naraščanjem debeline podrasti, razlika v porabi goriva zmanjšuje v korist motorne žage. S tanjšanjem debeline podrasti pa se razmerje povečuje v korist motorne kose.

Izračunali smo, da je lastna cena dela z motorno koso, za 2,54 €/ou cenejša od motorne žage. Vzrok je predvsem v daljši amortizacijski dobi motorne kose, daljši življenjski dobi nadomestnih delov ter prihranek pri mazivu. Zaradi tega neposredni materialni stroški pri motorni žagi, predstavljajo 19,59 % lastne cene, pri motorni kosi pa le 7,87 %.

Primerjali smo tudi stroške pri obeh načinih dela. Razmerje stroškov je 1 : 0.58 v korist motorne kose. Stroški dela med objekti sovpadajo z učinki. Tako je tudi razlika v stroških največja na drugem, najmanjša pa na tretjem objektu.

V raziskavi smo ugotovili, da je v razmerah pod daljnovodi, način dela z motorno koso učinkovitejši in cenejši. Zaradi konstrukcije ter načina uporabe motorne kose, je tudi delo z njo bolj ugodno. Edini omejujoč dejavnik, ki ji zmanjšuje učinkovitost v primerjavi z motorno žago, je debelina drevja nad 15cm, vendar se taka debelina drevja v podrasti zelo redko pojavlja. Omejujoč dejavnik bi lahko bil še ekstremni naklon terena, vendar take razmere zahtevajo poseben pristop tudi pri uporabi motorne žage.

V prihodnosti bi bilo smiselno razmisliti o pogostejši uporabi motorne kose pri sečnji podrasti pod daljnovodi. V primerih, kjer se pojavlja debelejša podrast, bi bila zelo uspešna kombinacija motorne žage ter motorne kose. Potrebno bi bilo tudi seznaniti delavce s pravilno pripravo ter uporabo motorne kose v pogojih dela, ki so značilni za trase električnih vodov.

9 POVZETEK

Slovenija je tako kot vse druge industrijske države, prepletena s trasami električnih vodov. Del vzdrževanja teh tras predstavlja tudi čiščenje podrasti pod električnimi vodi. V Sloveniji zaradi terenskih razmer prevladuje ročno čiščenje podrasti, s pomočjo motorne žage ter motorne kose. Od tega največji del zavzema način dela z motorno žago.

Diplomska naloga obravnava dva načina čiščenja podrasti in sicer način čiščenja z motorno žago ter z motorno koso. V diplomski nalogi sta predstavljena oba načina dela ter primerjava učinkovitosti med njima. Raziskava je potekala v letu 2009 pod daljnovodnimi trasami v okolici Krškega ter na območju Novega mesta in Mirne peči.

Raziskavo smo izvedli na štirih objektih, ki so predstavljali različne pogoje za delo. V vsakem objektu smo izmerili debelino podrasti, gostoto podrasti, delež trnatih rastlin, delež ostankov drevja na tleh, skalovitost ter naklon terena. Znotraj objektov smo postavili dve vzporedni ploskvi. Na eni ploskvi smo snemali način čiščenja podrasti z motorno žago, na drugi pa z motorno koso. Za vsak način dela smo izmerili porabo časa in goriva.

Izračunali smo učinke posameznega stroja, kjer je bil povprečni učinek motorne žage 357 m²/ou, povprečni učinek motorne kose pa 488 m²/ou. Pri primerjavi obeh načinov dela, je bilo povprečno razmerje učinkov 1 : 1,43 v korist motorne kose.

Povprečna poraba goriva je bila pri motorni žagi 1,09 l/ou, pri motorni kosi pa 0,59 l/ou. Poleg porabe goriva smo pri motorni žagi izmerili še porabo maziva, ki je znašala 0,49 l/ou. Povprečno razmerje v porabi goriva je bilo 1 : 0,53 v korist motorne kose.

Lastna cena dela je pri motorni žagi znašala 20,07 €/ou, pri motorni kosi pa 17,54 €/ou. Neposredni materialni stroški, so pri motorni žagi znašali 19,59 % lastne cene, pri motorni kosi pa 7,87 %.

Povprečni stroški dela za posek m² površine so pri motorni žagi znašali 0,071 €, pri motorni kosi pa 0,041 €. Povprečno razmerje stroškov je bilo 1 : 0.58 v korist motorne kose.

Ugotovili smo, da se pri debelini podrasti od 10 do 15cm, razlika v učinku ter stroških med motorno koso in motorno žago zmanjšuje. Poraba goriva na obratovalno uro je pri načinu dela z motorno žago konstantna, pri motorni kosi pa se spreminja glede na debelino podrasti. Ugotovili smo, da je v razmerah, ki so značilne za trase daljnovodov, način dela z motorno koso učinkovitejši in cenejši.

10 VIRI

Forest work study. Nomenclature. Test Edition valid 1995-2000: International Union of Forestry Research Organizations Working Party 3.04.02. 1995. Garpenberg, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency: 16 str.

Ligné, D., Eliasson, L., Nordfjell, T. 2005. Time consumption and damage to the remaining stock in mechanised and motor manual pre-commercial thinning. *Silva Fennica*, 39, 3:455–464.

Vranešič U. 2008. Primerjava stroškov in učinkov dveh tehnologij pridobivanja lesa v listnatih sestojih : diplomsko delo - univerzitetni študij = Compare the effects and costs of two different technologies of wood logging indeciduous conopies : graduation thesis - university studies. Ljubljana: U. Vranešič:. VIII, 81 str.

Winkler I. 1997. Organizacija gozdarskih del: študijsko gradivo. Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo

Elektro Ljubljana d.d. 3.3.2010. "Odgovor na vprašanje – podrast posekana ročno."
web.info@elektro-ljubljana.si (osebni vir, marec 2010)

GERK. 2009. MKGP SLO.
<http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp> (12. maj. 2010)

Husquarna 357XP
<http://www.servistrgovina-geder.si/Default.asp?IDM=230&N=4> (11. sep. 2009)

SIDRO d.o.o. Cenik 2010. 5.3.2010 Krško

Stihl FS 550
<http://norwalkpower.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=1249> (11. nov. 2009)

Stihl MS 280

http://www.backyardboss.com/mfg_Stihl/MS280.aspx (11. sep. 2009)

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem doc.dr. Janezu Krču za usmerjanje ter nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Hvala recenzentu, izr.prof.dr. Boštjanu Koširju za recenzijo diplomske naloge.

Zahvaljujem se podjetjem Max Les d.o.o, Sečnja in spravilo lesa Martin Pekovšek sp., ter Lesnika d.o.o, za pomoč pri terenski izvedbi snemanj.

Zahvala gre tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastajanju diplomske naloge.

Še posebej se zahvaljujem svojim staršem za razumevanje ter podporo med študijem.

PRILOGE

PRILOGA A: Snemalni list

Snemalni list št. _____

Kraj snemanja _____

Način dela	Motorna žaga	
	Motorna kosa	

Površina ploskve

Povprečna debelina drevja (cm)	0 < 5	5 < 10	10 < 15
Povprečna gostota drevja (št. osebkov / m ²)	0 < 5	5 < 10	10 <
Delež trnatih rastlin in ovijalk (%)	0 < 10	10 < 50	50 <
Delež ostankov drevja na tleh (%)	0 < 10	10 < 30	30 <
Naklon terena (%)	0 < 20	20 < 50	50 <
Skalovitost	gladko	srednje	zelo

Trajanje sečnje	
Poraba goriva	

Vremenske razmere :

Plačevanje:

Starost sekača:

Drevesna vrsta:

PRILOGA B: Lokacije objektov



Merilo 1:10000 $y,x= 510463, 76613$

Lokacija objekta 2 (okolica Mirne peči)



Merilo 1:10000 $y,x= 510612, 74937$

Lokacija objekta 3 (okolica Novega mesta)



Merilo 1:5000 $y,x= 539481, 90877$

Lokacija objektov 4 in 1 (okolica Sremiča)