

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

Špela PFAJFAR

**ČASOVNA ŠTUDIJA PRIPRAVE DELA ZA STROJNO
SEČNJO**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Kranj, 2006

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

Špela PFAJFAR

ČASOVNA ŠTUDIJA PRIPRAVE DELA ZA STROJNO SEČNJO

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**TIME STUDIES OF OPERATIONAL PLANNING FOR MECHANIZED
CUTTING**

GRADUATION THESIS
University studies

Kranj, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Časovne meritve so bile opravljene na GGO Bled, na KE Bohinj.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja imenovala doc. dr. Janeza Krča in za recenzenta izr. prof. dr. Boštjana Koširja

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Špela Pfajfar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 352+360+305(043,2)
KG	časovna študija/priprava dela/strojna sečnja
AV	PFAJFAR, Špela
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	2006
IN	ČASOVNA ŠTUDIJA PRIPRAVE DELA PRI STROJNI SEČNJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 61 str., 9 pregl., 9 sl., 7 pril., 21 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Meritve za časovno študijo so potekale na KE Bohinj, v GE Jelovica. Namen naloge je bilo prikazati porabo časa pri pripravi dela za strojno sečnjo, katero smo primerjali z normativi porabe pri sečnji z motorno žago. Snemali smo delo v dveh sestojih, v polnilnem sloju bukve in v debeljaku smreke. Poleg časov elementov dela, smo snemali še porabo barve. Trasiranjem sečnih poti, odkazilo dreves na sečnih poteh in odkazilo dreves v sestoji so tri glavne sestavine priprave dela pri strojni sečnji. Čas smo merili po kontinuirani kronometrični metodi. Pridobljene podatke smo na koncu obdelali s pomočju programa Microsoft Excel. Največ časa pri pripravi dela smo porabili za odkazilo drevja v sestoji (51 %), sledi pa mu čas, potreben za trasiranje sečnih poti (19,5 %) in čas, potreben za odkazilo na sečnih poteh (14 %). V polnilnem sloju bukve smo za vse elemente porabili skoraj 2-krat več časa v primerjavi z debeljakom smreke. Delež produktivnih časov se je gibal med 81 – 90 % snemalnega dne, v povprečju pa je znašal 86 %. Na 100 m ³ drevja, odkazanih na sečnih poteh smo potrebovali 2,9 doze barve (1,45 l), za odkazilo v sestoji pa 1,9 doze (0,95l).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 352+360+305(043.2)

CX time studies/operational planning/mechanized cutting

AU PFAJFAR, Špela

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 2006

TI TIME STUDIES OF OPERATIONAL PLANNING FOR MECHANIZED CUTTING

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 61 p., 9 tab., 9 fig., 7 ann., 21 ref

LA sl

AL sl/en

AB The measurements for the time study took place in KE Bohinj, GE Jelovica. The purpose of this thesis was comparing time consumption of work preparation between the chain saw technology and mechanised cutting technology. The study was carried out in two stands: a filling layer of beech and a mature stand of spruce. Apart from the different elements of time we also recorded the color consumption. Three main components of work preparation were tracing skidding trails, marking of trees for felling on the skidding trails and marking of trees for felling in the stand. Time was measured with a continuous chronometrical method. Collected data was processed with Microsoft Excel. We spent most of our time on marking of trees in the stand (51%), time for tracing skidding trails (19,5%) and time needed marking of trees for felling by the roads (14%). We used 2 times more time on all elements of work in the filling layer of beech in comparison with the mature stand of spruce. The percentage of productive time was between 81 and 90% of the recording day, average of 86%. On 100 m³ of marked trees the use of color by the road was 1,45 l, but in the stand we only used 0,95 l.

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 IN CILJI NALOGE.....	4
3. DOSEDANJE RAZISKAVE	6
3.1 RABA STROJNE SEČNJE V SVETU IN PRI NAS.....	6
3.2 TEHNOLOGIJA	7
3.3 SESTOJNE IN TERENSKÉ RAZMERE.....	9
3.4 ERGONOMSKI IN EKOLOŠKI VIDIKI	10
4. METODE DE LA	12
4.1 SESTAVINE DELOVNEGA ČASA PRI PRIPRAVI DE LA PRI STROJNI SEČNJI	13
4.2 OPIS DELOVNIH POSTOPKOV	14
4.3 METODE MERJENJA ČASOV	16
4.4 METODE OZNAČEVANJA NA TERENU	16
4.5 OBDELAVA PODATKOV	18
5. OBJEKT RAZISKOVANJA	20
5.1 OPIS OBJEKTA.....	20
5.1.1 Smernice na osnovi gozdnogospodarskega in gozdnogojitvenega načrta	21

5.1.2 Opis objekta z vidika pridobivanja lesa in izvedbe raziskave	22
5.2 KARAKTERISTIKE STROJA	24
6. REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZE	26
6.1 UPOŠTEVANJE NAVODIL ZA PRIPRAVO DEL V SESTOJIH, PRIMERNIH ZA STROJNO SEČNJO	26
6.2 STRUKTURA ČASOV	28
6.2.1 Primerjava porabe in strukture časa med listavci in iglavci	33
6.3 PORABA BARVE	35
6.4 STRUKTURA ODKAZILA	36
6.5 PRIMERJAVA PRIPRAVE DELA MED STROJNO IN KLASIČNO SEČNJO	39
6.5.1 Primerjava porabe časa pri pripravi dela med strojno sečnjo in sečnjo z motorno žago	39
7. SKLEPI	42
8. POVZETEK	45
9. SUMMARY	48
10. VIRI	51
ZAHVALA	54
PRILOGE:	55

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: OSNOVNE KARAKTERISTIKE STROJA	26
PREGLEDNICA 2: ANALIZA PORABE ČASA V MIN/HA	29
PREGLEDNICA 3: DELEŽI PRODUKTIVNEGA, NEPRODUKTIVNEGA IN PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNEGA ČASA PO POSAMEZNIH DNEVIH	30
PREGLEDNICA 4: KOEFICIENTI NEPRODUKTIVNEGA IN DODATNEGA ČASA PO POSAMEZNIH DNEVIH	31
PREGLEDNICA 5: STRUKTURA PORABE ČASA ZA PRIPRAVO DELA	32
PREGLEDNICA 6: PRIMERJAVA PORABE ČASA MED LISTAVCI IN IGLAVCI V MIN/HA.....	33
PREGLEDNICA 7: STRUKTURA PORABE ČASA ZA PRIPRAVO DELA PO POSAMEZNIH ELEMENTIH DELA.....	34
PREGLEDNICA 8: PORABA BARVE	35
PREGLEDNICA 9: STRUKTURA ODKAZILA	37

KAZALO SLIK

SLIKA 1: OPRAVLJENE SEČNJE S TEHNOLOGIJO KRATKEGA LESA V SLOVENIJI	9
SLIKA 2: PRIKAZ OZNAČEVANJA DREVES.....	18
SLIKA 3: GOZDNOGOSPODARSKA ENOTA JELOVICA (ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE, OE BLED)	20
SLIKA 4: OBJEKT OPAZOVANJA (ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE, KE BOHINJ).....	22
SLIKA 5: KARTA Z VRISANIMI SEČNIMI POTMI, SKLADIŠČNIMI PROSTORI IN SMERJO SPRAVILA (ZAVOD ZA GOZDOVE SLOVENIJE, KE BOHINJ)	24
SLIKA 6: PRIKAZ STROJA ZA SEČNJO – TIMBERJACK 1270 D (FORWARDERS, 2006) IN ZGIBNEGA POLPRIKOLIČARJA – TIMBERJACK 1010 D (WHEELED HARVESTERS, 2006).....	25
SLIKA 7: DELEŽ PRODUKTIVNEGA, NEPRODUKTIVNEGA IN PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNEGA ČASA PRI LISTAVCIH IN IGLAVCIH	34
SLIKA 8: STRUKTURA ODKAZILA PO DEBELINSKIH STOPNJAH.....	38
SLIKA 9: NORMATIV ZA ODKAZILO V DRŽAVNIH GOZDOVIH V Nm/m^3	39

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA PRVEGA DNE V MIN/HA, DELO V LISTAVCIH	55
PRILOGA B: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA DRUGEGA DNE V MIN/HA, DELO V LISTAVCIH IN IGLAVCIH	56
PRILOGA C: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA TRETJEGA DNE V MIN/HA, DELO V LISTAVCIH	57
PRILOGA D: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA ČETRTEGA DNE V MIN/HA, DELO V LISTAVCIH IN IGLAVCIH	58
PRILOGA E: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA PETEGA DNE V MIN/HA, DELO V IGLAVCIH.....	59
PRILOGA F: ANALIZA PORABE ČASA PRI PRIPRAVI DELA ŠESTEGA DNE V MIN/HA, DELO V IGLAVCIH.....	60
PRILOGA G: SNEMALNI LIST	61

1. UVOD

Definicije strojne sečnje se med seboj razlikujejo. Košir (1997) pravi, da o strojni sečnji govorimo takrat, kadar delavec med delom ne stopi na gozdna tla in opravi vse postopke iz varne in ergonomsko urejene kabine na delovnem stroju, Lipoglavšek (2003) pa, da je strojna sečnja sečnja drevja, pri kateri opravimo vse delovne postopke s premičnimi samohodnimi stroji. S strojem za sečnjo drevo podremo, kleščimo, merimo in krojimo.

Uvajanje novosti vedno spremlja večji ali manjši odpor. Tako kot je bila v preteklosti boleča zamenjava ročne žage z motorno, je danes boleča zamenjava motorne žage s strojno sečnjo. Dejstvo je, da je nova tehnologija potrkala na naša vrata in moramo jo razumno in okolju primerno sprejeti in uokviriti v slovenske razmere. Kar nekaj dejstev govori proti uvajanju strojne sečnje v Sloveniji. Glavne med njimi so odklon od sonaravnosti, previsoke sečnje, škode na gozdnih tleh in sestojih, zahtevna organizacija dela, ki je povezana s pomanjkanjem kadra ter grob poseg v prostor. Pomembno pa je, da strokovni kader ni usmerjen proti, oziroma k prepovedi uvajanja strojne sečnje v slovenske gozdove (Beguš, 2002).

Priprava dela, ki zajema različne vidike (tehnični, tehnološki, ekološki, vidik delavca, vidik varstva pri delu, vidik gospodarnosti), je poleg izvršitve del ter spremljave oz. kontrole ena izmed treh faz organizacije proizvodnega procesa. Izhodišče zanjo so gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih enot, gozdnogojitveni načrti ter sklenjene pogodbe o prevzemu posameznih del ali gospodarjenju z gozdovi. Terensko pripravo dela, ki jo zajamemo v sečno-transportnem elaboratu, sestavljajo sečno-spravljeni načrt, nakladalno-prevozni načrt in načrt dodatne obdelave lesa.

Terenska priprava sestoji je namenjena racionalizaciji proizvodnje, torej povečevanju učinkov in zmanjšanju stroškov proizvodnje. Opravlja jo lahko revirni gozdar sam ali bo pomoči drugih strokovnjakov: strojnika, gojitelja, sodelavca. Proizvodni proces oz. izvršitev del, opravlja strojnik v stroju za sečnjo. Ob kombinaciji stroja za sečnjo in zgibnega polprikoličarja opravlja delo še strojnik v zgibnem polprikoličarju. Kontrolo izvedbe del ponovno opravlja revirni gozdar in gozdarska inšpekcija. Ker strojna sečnja

predstavlja večji vložek v proizvodni in delovni proces, hkrati zahteva skrbnejšo in bolj natančno pripravo dela. K skrbnejši pripravi dela sodi, kot pravi Košir (2004 c), že poznavanje lege in značilnosti delovišč vnaprej, saj s tem vplivamo na zmanjšanje števila in časov premikov stroja. Koncentracija delovišč je važnejša od koncentracije lesne mase na njem. Koncentracija lesne mase na hektar (določene vnaprej v gozdnogojitvenih načrtih) vpliva na zmanjšanje premikov stroja pri samem delu in zato vpliva na učinke v produktivnem času; večja koncentracija delovišč pa zmanjšuje premike stroja na večjih razdaljah in zato vpliva na stroške prevozov in letno izkoriščenost delovnega časa. V pripravi dela je potrebno opredeliti čas sečnje in organizacijo dela. Če je delovišč več, je potrebno natančno opredeliti tudi premike strojev med njimi.

Osnovni cilji priprave dela je zmanjšati neproduktivne čase in povečati učinke dela. Cilj priprave je povečati čas na delovnem mestu, kar bomo dosegli z racionalno razporeditvijo delovišč in primerno koncentracijo izbire drevja za sečnjo na delovišču in delovni čas, na katerega vplivajo prekinitve zaradi okvar in lomov strojev in zastoji pri delu (odmor, oddih,...). Cilj priprave dela je tudi povečati glavni produktivni čas. Čeprav je pomožni delovni čas nujna sestavina delovnega časa, se ga s pomočjo priprave dela in primerne organizacije da racionalno zmanjšati (Košir, 2004 c).

Po končani pripravi dela moramo razpolagati s podatki, kot so količina in vrsta izbranega drevja za posek, število izbranih dreves za posek, razporeditev dreves po debelinskih stopnjah, z obsegom in vrsto drugih gozdnogospodarskih del, poznati pa moramo tudi terenske, pravilne in prevozne razdalje (Krč, 2002; Winkler, 1997).

Nova, modernejša tehnologija pomeni v prihodnje nadomeščanje težkega ročnega dela s strojnim, izboljšanje varnosti pri delu, zmanjšanje stroškov dela in s tem proizvodnih stroškov v celoti ter uvajanje okolju prijaznih tehnologij (Winkler, 2004). Način gospodarjenja v Sloveniji resda strojni sečnji ni ravno naklonjen, vendar pa ergonomska primernost in večji učinki govorijo v njen prid. Strojna sečnja je primerna tudi v gozdovih s prevladujočimi mehкими listavci, ki jih je v Sloveniji okrog 9000 ha (Veselič, 2004). Strojna sečnja je primerna v tehnologijah kratkega in dolgega lesa. V Sloveniji je v kombinaciji z zgibnim polprikoličarjem prva oblika pogostejša. Tu drevo peljemo in ne

vlačimo, kar je z vidika poškodb drevja ugodnejše, saj večino poškodb v redčenjih, ki v Sloveniji prevladujejo, povzroči spravilo lesa.

Strojna sečnja je nov tehnološki izziv v slovenskih gozdovih, predvsem zaradi specifičnih sestojnih in terenskih razmer, sonaravnega gospodarjenja in lastniške strukture. Kljub pomanjkljivemu znanju in nenaklonjenosti strojni sečnji pa je gozdarstvo zrelo za njeno uvedbo, saj imamo v Sloveniji dovolj lesa za njen začetek (Košir, 2004 c).

2. NAMEN IN CILJI NALOGE

Strojna sečnja se počasi uveljavlja tudi v Sloveniji. Dokaz za to je vse večje število strojev za sečnjo in vse večji delež dreves, ki ga posekamo s pomočjo tehnologije strojne sečnje. V zadnjih letih je bilo na temo strojne sečnje napisanih že kar nekaj člankov, nobeden izmed njih pa ni posebej obravnaval priprave dela pri strojni sečnji na terenu. Na temo priprave dela je bil napisan članek, ki se je nanašal na organizacijo dela in na poznavanje lege in značilnosti delovišč (Košir, 2004 c). Vsi ti elementi so pomembni za zmanjšanje neproduktivnega časa in povečanje učinkov dela. Vendar je za čim racionalnejše delo pomembna tudi priprava sestoja samega.

Naloge revirnih gozdarjev so različne. Omenim naj samo glavna poglavja: gojenje (izdelava gozdnogojitvenih in sanacijskih načrtov, zagotavljanje sadik in semen, ...) in varstvo gozdov (spremljava izvajanja varstvenih del, nameščanje in oskrba kontrolnih pasti, ...), tehnologija (spremljanje sečnje in spravila, ...), gozdne prometnice (načrtovanje in trasiranje gozdnih prometnic, ...), gozdnogospodarsko načrtovanje (izdelava gozdnogospodarskega načrta, izdaja soglasij za posege v prostor, ...), gozdne živali in lovstvo (ugotavljanje poškodb po divjadi, ...), stiki z lastniki gozdov in javnostmi (izobraževanje lastnikov, ...), ter mnoga druga dela (npr. lastno izobraževanje, pregledi gozda).

Redna izbira drevja za posek v državnih in zasebnih ter drugih gozdovih sodi med dela revirnega gozdarja pri gojenju gozdov. Njegova dela ločimo na terensko in pisarniško delo. V diplomski nalogi se bomo dotaknili predvsem terenske priprave dela, ki je potrebna pri odkazilu drevja v državnih gozdovih pri pripravi sestoja za strojno sečnjo.

Namen proučevanja dela, ki zajema oblikovanje dela, študij časa in vrednotenje dela, je bilo spoznati različne faze oziroma postopke delovnega procesa, spoznati porabo časa za posamezne postopke ter ovrednotiti delo revirnega gozdarja na primeru priprave dela pri strojni sečnji. V diplomski nalogi smo naredili tudi primerjavo med porabo časa in stroški dela med strojno sečnjo in sečnjo z motorno žago.

Delovne hipoteze:

- poraba časa in materialnih sredstev bo pri pripravi dela pri strojni sečnji in spravilu večja kot je predvidena za pripravo dela pri sečnji z motorno žago,
- skupni stroški priprave dela pri strojni sečnji in spravilu bodo večji kot pri sečnji z motorno žago,
- za različice priprave dela se odločamo glede na sestojne in terenske razmere ter gozdnogojitvene cilje.

3. DOSEDANJE RAZISKAVE

3.1 RABA STROJNE SEČNJE V SVETU IN PRI NAS

Strojna sečnja se je v preteklosti razvijala v gospodarsko razvitih državah s prevladujočim golosečnim gospodarjenjem, revnejšimi rastišči, manjšo gostoto sestojev in nezahtevnimi terenskimi ter neugodnimi podnebnimi razmerami. Z uporabo strojne sečnje je bilo mogoče bistveno povečati delovne učinke in pokriti naraščajoče potrebe po delovni sili (Diaci, 2002). Vendar se je skozi zgodovino razvoj strojev spreminjal. Stroji so postajali manjši in bolj okretni, zato so jih v osemdesetih letih začeli uspešno uporabljati v redčenjih in kasneje v devetdesetih tudi v sestojih listavcev (Košir, 2002 a).

V zadnjem desetletju se je strojna sečnja razširila tudi v Srednji Evropi, kjer je poudarek na sonaravnem gojenju gozdov, malopovršinskih tehnikah gojenja gozdov, trajnosti donosov, mnogonamenski rabi gozdov in na vzgoji kakovostnih sortimentov. V splošnem gozdarska stroka v Srednji Evropi poudarja, da je z uporabo strojne sečnje uspelo ponovno zagotoviti donosnost prvih in drugih redčenj v sestojih s prevladujočimi iglavci. Na splošno se delež strojne sečnje v redčenjih povečuje tudi v deželah, kjer se je strojna sečnja začela uveljavljati v golosečnih sistemih (Diaci, 2002).

V alpskih deželah, kot npr. v Švici in Avstriji in kamor spada tudi Slovenija, uporaba strojev za sečnjo napreduje počasneje, vendar se na tržišču pojavljajo vedno bolj izpopolnjeni modeli, ki omogočajo delo na terenih vse do naklona 50 % in več (Diaci, 2002).

Spremembe tehnologij vplivajo na vse, ki se ukvarjajo z gospodarjenjem z gozdovi in so od tega odvisni. Slovensko gozdarstvo je šlo v svoji zgodovini že preko več ovir. Uvedba motornih žag in mehaniziranega spravila sta predstavljali prvi oviri, zato uvajanje strojne sečnje pomeni le še en korak naprej v razvoju slovenskega gozdarstva, ki ga bomo morali premagati. Nova tehnologija bo v prihodnje povzročila velike spremembe v organizaciji dela in podjetja. Povezovanje lastnikov in tesnejše sodelovanje Zavoda za gozdove (v nadaljevanju ZGS) tako z lastniki, kot tudi z drugimi javnostmi, bo imelo v prihodnje še

večji pomen. Ustaljen način dela se bo moral spremeniti, z njim pa tudi zakonodaja (gradnja gozdnih prometnic, upoštevanje gozdnega reda, beljenje panjev,...), ki novi tehnologiji ni preveč naklonjena.

Kot navajata Diaci in Magajna (2002), na gostoto pomožnih prometnic najbolj vplivajo doseg žerjava, relief in sestojne razmere. Pomemben prehod bo predstavljala pravilna izbira ne samo strojev, temveč tudi celotnega kadra zaposlenih, saj bo pri novi tehnologiji potrebnega od tri do pet-krat manj ljudi. Spremembe bodo doletele tudi gozdarske gospodarske družbe. Slednje se bodo morale med seboj povezovati s ciljem združevanja poslovnih funkcij in s tem zniževanja stroškov dela, ena izmed možnosti pa je tudi hitrejše povezovanje gozdarstva z lesno industrijo (Košir, 2004 a). Spremembe organizacije dela in podjetja, menjavo oblik dela in informacijskega sistema, spremembe načel so nujne, potrebno pa bo ustvariti tudi novo mišljenje in nove standarde. Vse to so spremembe, ki so za uvajanje nove tehnologije nujne.

3.2 TEHNOLOGIJA

Vsaka tehnologija pridobivanja lesa ima določene značilnosti. Njeno izvajanje presojamo po različnih vidikih: ekonomski vidik, varnost pri delu in ergonomska ustreznost, tehnično-tehnološki vidik, socialni vidik in vplivi na sestoj in gozdno ter širše okolje.

Tehnološki razvoj v gozdarstvu je počasen, vendar je stalno prisoten. Nanj vplivajo različni dejavniki: gospodarnost dela, inovacije, potrebe družbe po kakovosti življenja in različni interesi vseh, ki so odvisni od gospodarjenja z gozdovi. Med dejavnike razvoja štejemo tudi zahteve po sveži in usposobljeni delovni sili ter humanizaciji dela. Ker je s strojno sečnjo možno izvajati več tehnologij in ker je vsaka uporabna v določenih delovnih razmerah, je potrebno v Sloveniji najti in opredeliti primerne oblike, primerne površine in z njimi povezan možni posek. Strojna sečnja je primerna predvsem za sodobne sisteme kratkega lesa.

Pri strojni sečnji nastopajo stroji za (Košir, 1997):

- sečnjo in izdelavo (harvester),

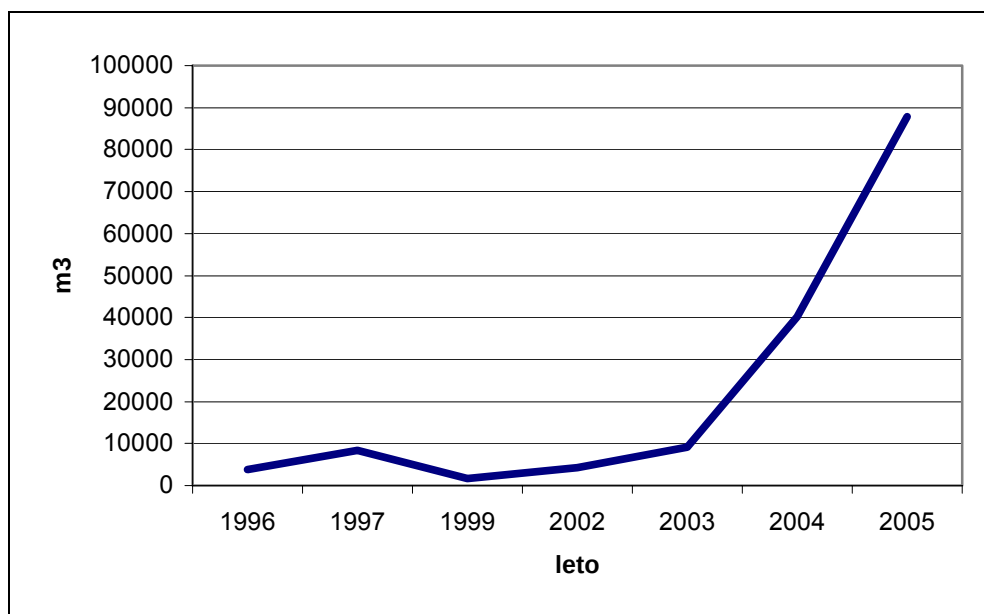
- sečnjo in spravilo (forvester oz. harwarder),
- obdelavo (procesor),
- podiranje in zbiranje (feller-buncher),
- kleščenje (delimber).

Stroj za sečnjo ponavadi deluje v sistemu s pravilnim strojem-zgibnim polprikoličarjem (forwarder). Stroj za sečnjo v kombinaciji z zgibnim polprikoličarjem ter forvester so vezani na sisteme kratkega lesa.

Učinkovitost dela pri strojni sečnji je večja. Odvisna je od povprečne velikosti drevesa, števila odkazanih dreves na hektar, jakosti sečnje, koncentracije delovišč in lesne mase ter organizacije dela. Pomembna je vrsta sečnje (končna, redčenja), drevesna vrsta, gostota sestoja in debelina dreves, tudi vrsta gospodarjenja in naravne danosti. Košir (2004 b) navaja, da bi bile v slovenskih razmerah najprimernejše sečne glave velikosti, ki bi zmogle premere dreves do 50 cm prsnega premera. S takšnim premerom bi pokrili vsa redčenja drogovnjakov in tanjših debeljakov ter tudi mlajše razvojne faze listavcev. Pri izbiri strojev moramo poleg velikosti sečne glave paziti tudi na druge karakteristike stroja, kot sta velikost in teža, ki bistveno vplivata na izbiro strojev v specifičnih sestojnih razmerah. Zaradi velikih poškodb mladja strojna sečnja ni zaželena v pomlajencih in prebiralnih sestojih, nasprotno pa zelo primerna v nasadih, naravnih sestojih, enomernih sestojih ter pri sanaciji požarišč in sestojev, prizadetih po naravnih ujmah. Pomembna je izbira takega stroja, ki bo sposoben dela tako v sestojih listavcev kot v sestojih iglavcev, saj v Sloveniji prevladujejo mešani sestoji. Učinki stroja za sečnjo, kot navaja Košir (2004 b), so pri iglavcih višji kot pri listavcih, razlika pa se povečuje s povprečnim volumnom drevesa in velikostjo stroja. Niso pomembni samo učinki strojev, temveč tudi njihova izkoriščenost. Spodnja meja ekonomičnosti pri strojni sečnji je postavljena pri 10000 m³ poseka in pri 1700 produktivnih urah letno. Zgibni polprikoličarji imajo pri enaki izkoriščenosti ur manjše učinke.

Po podatkih ZGS v Ljubljani imamo danes v Sloveniji 6 strojev za sečnjo ter 2 zgibna polprikoličarja za spravilo lesa. Po enega imata v lasti GG Bled in GG Postojna, ostali štirje stroji za sečnjo pa so last zasebnikov (Beguš, 2006). Poleg tega je v Sloveniji delalo

več tujih izvajalcev, kar lahko pričakujemo tudi v prihodnje. Posek lesa s stroji za sečnjo se vsako leto povečuje (Beguš, 2005 b).



Slika 1: Opravljene sečnje s tehnologijo kratkega lesa v Sloveniji (Beguš, 2005 b)

3.3 SESTOJNE IN TERENSKÉ RAZMERE

Res je, da se je strojna sečnja razvila v deželah, kjer prevladujejo velikopovršinski golosečni sistemi in drevesa manjših dimenzij, vendar se tudi tam razmere spreminjajo. Četudi so golosečni sistemi še prisotni, se pojavljajo na manjših površinah, vse večji delež strojne sečnje pa najdemo v zelo različnih delovnih razmerah in v deželah z zelo pestrimi terenskimi in sestojnimi razmerami. Ugotovljeno je tudi, da se strojna sečnja uveljavlja v deželah, ki imajo podobne sisteme gospodarjenja kot pri nas. Za Slovenijo je značilno malopovršinsko gospodarjenje, mešanost razvojnih faz, ki jo lahko sicer uspešno rešujemo s podrobnim gozdnogojitvenim in sečnospravnim načrtovanjem, razdrobljenost gozdne posesti ter specifične terenske in sestojne razmere. Posestna struktura je v Sloveniji svojevrstna. Prevladuje zasebni gozd in majhna gozdna posest. Ker strojna sečnja potrebuje za racionalno delovanje večje površine, večjo koncentracijo ne samo lesne mase,

temveč tudi delovišč, je pomembno, da se resno začne razmišljati o združevanju lastnikov (Košir, 2002).

Med terenskimi posebnostmi je pri uvajanju strojne sečnje pomemben naklon terena, čeprav so stroji za sečnjo sposobni premagovati terene vse do naklonov 60 %, skalovitost, nosilnost tal, reliefne posebnosti (valovito, jarkasto, vrtačasto, ...), med sestojnimi razmerami pa so najpomembnejše mešanost oziroma zmes sestojev (delež iglavcev), jakost sečnje, gostota sestojev, razvojna faza, debelinska struktura in stabilnost sestojev. Se pravi, da strojna sečnja ni vezana samo na golosečne sisteme, čeprav zahteva primerno koncentracijo lesa na delovišču in ne samo to, zahteva tudi primerno koncentracijo delovišč samih. Kot navaja Krč (2004) so večje koncentracije primernejše za strojno izvedbo del, saj se s koncentracijami večja delež glavnega produktivnega časa, ki najbolj vpliva na ekonomičnost dela. Zahteva po večji jakosti možnih sečenj močno znižuje delež primernih površin v Sloveniji in s tem konkurenčnost strojne sečnje.

Ugotovljeno je, da je v Sloveniji za strojno sečnjo visoko primernih 8 % površine slovenskih gozdov (Krč, 2002). V kolikor vplivne dejavnike spreminjamo in dopuščamo večje odklone od optimalnosti, se procent primerne površine poveča.

3.4 ERGONOMSKI IN EKOLOŠKI VIDIKI

Ergonomski vidiki so novi tehnologiji naklonjeni. Obremenitev je manj; tresenje, ropot, klimo, vidljivost, osvetlitev, koncentracijo izpušnih plinov, pa je v kabini možno uravnavati do zdravju neškodljive meje. Pri novi tehnologiji prevladujejo duševne obremenitve, od fizičnih obremenitev so ostale samo še statične zaradi celodnevnega sedenja. Pojavljajo se nove obremenitve zaradi ponavljajočih se gibov (Lipoglavšek, 2002).

Košir (2004 a) pravi, da je nova tehnologija tudi ekološko sprejemljiva, pa ne samo zaradi manjših poškodb tal in sestojev, temveč gre pri sistemih kratkega lesa tudi za manjši vnos emisij v ozračje. Ranljivost tal je odvisna od vremenskih razmer, reliefa, geološke podlage

ter talnih in sestojnih razmer. Največ poškodb v sestoju pri sečnji z motorno žago nastane pri sečnji in spravilu lesa, predvsem zaradi nenatančnega usmerjenega podiranja.

4. METODE DELA

Strojna sečnja pomeni začetek nove tehnologije v slovenskih gozdovih. Vsaka inovacija prinese s seboj novosti in spremembe. Res je, da poskušamo osnovno znanje pridobiti iz virov, kjer je bila slednja že uporabljena, vendar se ponavadi lastnosti in značilnosti objekta raziskave med seboj razlikujejo. Osnovno znanje za uveljavitev novosti, v našem primeru strojne sečnje, ni dovolj. Potrebne so dodatne raziskave v konkretnih razmerah. Ker gre za vpeljavo v delo v novo tehnologijo v Sloveniji, je potrebno tudi raziskave začeti na novo. Potrebno je opredeliti primerne površine zanjo, najti primerne oblike strojne sečnje, najti primerne povezave z že obstoječo in uveljavljeno tehnologijo pri nas (sečnja z motorno žago), jo opredeliti tako s časovnega kot tudi ekonomskega vidika ter tudi z vidika poškodb sestojev in tal, učinkov dela in ergonomске primernosti. Vse te raziskave so vodilo k primerjavi strojne sečnje in sečnje z motorno žago.

Nekaj raziskav na zgoraj omenjene teme so bile v Sloveniji že narejene, vendar se nobena ni dotaknila organizacije dela, konkretno priprave dela na terenu v sestoju. Ker razlike v pripravi dela med strojno sečnjo in sečnjo z motorno obstajajo, smo se odločili, da jih najdemo in analiziramo. Osredotočili smo se na terensko pripravo dela, natančneje na označitev sestoja, kjer bo potekala strojna sečnja.

Izvedeti smo želeli način označevanja, kako terenske in sestojne razmere vplivajo na pripravo dela, kateri elementi dela se pojavijo, jih časovno opredeliti in primerjati rezultate z normativi za sečnjo z motorno žago.

Snemalni list za časovno študijo smo oblikovali s pomočjo gozdarjev ZGS, območne enote Bled. Poleg časov posameznih elementov dela smo na prošnjo OE Bled beležili še porabo barve, ločeno na porabo na sečnih poteh in v sestoju.

Pri pripravi dela pri strojni sečnji smo upoštevali Navodila za pripravo del v sestojih, primernih za strojno sečnjo (Beguš, 2005 a).

Izbira objekta je bila prepuščena revirnemu gozdarju. V revirju, kjer prevladujejo državni gozdovi, je moral najti primeren sestoj za izvajanje strojne sečnje. Posebnih omejitev glede izbire sestoja s strani ZGS ni bilo. Paziti je moral na primerne terenske in sestojne razmere, ki so morale biti v skladu s karakteristikami stroja, tako stroja za sečnjo kot tudi zgibnega polprikoličarja. Izbor sestoja mu ni delal težav, saj v revirju dela že 30 let. Izbral je sestoj, kjer v enem delu prevladuje bukev, v drugem delu pa smreka.

Ker smo snemalni list že prej oblikovali, smo že vnaprej vedeli kateri elementi dela bodo na terenu prisotni. V kolikor se je pojavil nov element, smo ga enostavno uvrstili na že obstoječi snemalni list. Snemalni list je na začetku predvideval ogled sestoja, ker pa je revirni gozdar že vnaprej točno poznal njegove meje, tega elementa na terenu nismo izvedli. Časovna študija priprave dela se je tako začela s trasiranjem sečnih poti, nadaljevala z odkazilom dreves na sečnih poteh in končala z odkazilom dreves v sestoju. Ti trije elementi so tudi glavne sestavine priprave dela pri strojni sečnji.

Terensko delo je revirni gozdar opravljal sam. S pomočjo slike dejanskega delavnika smo analizirali porabo časa. Čas smo merili po kontinuirani kronometrični metodi. Pridobljene podatke smo na koncu obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel.

4.1 SESTAVINE DELOVNEGA ČASA PRI PRIPRAVI DELA PRI STROJNI SEČNJI

Delovni čas sestavljajo produktivni, neproduktivni in pripravljalno zaključni čas (Winkler, 1997).

Produktivni čas je čas, ko delavec dela. Razdelili smo ga na glavni in pomožni produktivni čas. Produktivni čas, ki smo ga opisali tukaj, predstavlja ročni produktivni čas, saj delavec (revirni gozdar) delo opravlja brez stroja, le z rokami in ročnim orodjem.

Glavni produktivni čas sestavljajo:

- ogled sestoja: izločitev mej, smer spravila, določitev skladišč,
- trasiranje sečnih poti: sečne poti, izvozne poti,
- odkazilo na sečnih poteh: sečne poti, izvozne poti,

- odkazilo drevja v sestoju: izbiralna sečnja.

Pomožni produktivni čas sestavljata prehod v sestoju in kontrola m³.

Neproductivni čas je čas, ko delavec ne dela. Delitev neproductivnega časa:

- zaradi pogojev dela: posvet,
- zaradi delavca: odmor, osebne potrebe,
- ostali neproductivni čas.

Pripravljalno zaključni čas sestavljajo različna dela pred začetkom in po končanem delu.

Obsega naslednje postopke dela:

- prihod na delo (od avtomobila),
- priprava orodja,
- pospravljanje orodja,
- odhod do avtomobila.

4.2 OPIS DELOVNIH POSTOPKOV

Glavni produktivni čas:

- ogled sestoj: izločitev mej, določanje smeri spravila in določitev skladišč na terenu ni potekalo, ker je revirni gozdar dobro poznal teren in sam sestoj,

- trasiranje sečnih poti: na terenu je revirni gozdar trasiral samo sečne poti, saj bodo poti za stroj za sečnjo in zgibni polprikoličar iste;

- začetek trasiranja: po prehodu od avtomobila do vstopa v sestoj, na mesto začetka dela,

- konec trasiranja: ko je delo končano oz. ko je zmanjkalo trasirnega traku.

Pri trasiranju sečnih poti smo upoštevali ovijanje in usmerjanje traku okoli dreves, štetje korakov do naslednje sečne poti in iskanje idealne postavitve sečnih poti.

- odkazilo na sečnih poteh: odkazilo je potekalo samo na sečnih poteh, saj izvoznih poti posebej nismo izločili oz. so iste kot sečne poti;

- začetek odkazila: po končanem predhodnem postopku ali ob vstopu na mesto začetka dela,

- konec odkazila: delo končano oz. ko zmanjka barve.

Pri odkazilu na sečnih poteh smo upoštevali označevanje dreves in zadostno širino sečnih poti, ne glede na kakovost in vrsto drevesa.

- odkazilo drevja v sestoju: potekala je izbiralna sečnja (revirni gozdar jo je označil kot svetlitveno redčenje);

- začetek odkazila: po končanem predhodnem postopku ali ob vstopu na mesto začetka dela,

- konec odkazila: ko zmanjka barve in mu ponavadi sledi prehod do avta.

Pri odkazilu drevja v sestoju je revirni gozdar pazil na kakovost drevja in na zadostno rastno površino krošenj. Pazil je tudi na minoritetne drevesne vrste. Vsi osebki so ne glede na kakovost v sestoju ostali.

Pomožni produktivni čas smo razdelili na prehod v sestoju in kontrolo m³, pod katerim smo beležili čase, porabljene za štetje odkazanih dreves na sečnih poteh in v sestoju.

Neproductivni čas:

- zaradi pogojev dela: sem bi šteli pogovor med revirnim gozdarjem in njegovim pomočnikom (izvajalcem, strojnikom), če bi pripravo izvajali skupaj,

- zaradi delavca: pod odmore smo šteli malico in kratek oddih med delom; med osebne potrebe smo šteli fiziološke potrebe,

- ostali neproductivni čas: pogovor z mano, pogovor z gobarjem, pogovor po mobitelu.

Pripravljalno zaključni čas:

- prihod na delo (od avtomobila):

- začetek: ko je imel revirni gozdar vse orodje, ki ga je potreboval za delo,
- konec: z začetkom drugega elementa dela (trasiranje sečnih poti, odkazilo).

- **priprava orodja:** priprava pisarniškega materiala, zapisnika, klupe, traku za trasiranje, jemanje barve iz škatle, odpiranje pokrova na dozi, stresanje doze pred uporabo.

- **pospravljanje orodja:** zapiranje pokrovčka na dozi, pospravljanje orodja v avto.

- odhod (do avtomobila):

- začetek: ob zaključku predhodnega postopka,
- konec: prihod k avtomobilu.

4.3 METODE MERJENJA ČASOV

Merjenje časov je potekalo po kontinuirani kronometrični metodi. Bistvo metode je v tem, da merimo čase za vse postopke neprekinjeno. Po zaključku postopka se ne vračamo v izhodiščni položaj. Zaradi tega čase za posamezne postopke izračunamo šele naknadno iz razlike med posameznimi zabeleženimi časi (Winkler 1997).

Uporabljeni pripomočki: štoparica, snemalni list, papir in pisalo

4.4 METODE OZNAČEVANJA NA TERENU

Na terenu smo označevali sečne poti (trasiranje) in drevesa za posek (odkazilo). Odkazilo smo ločili na odkazilo na sečnih poteh in odkazilo v sestoju. Za trasiranje je revirni uporabljal rdeč trak, za odkazilo pa fluorestentno barvo in klupo.

Označevanje sečnih poti:

Trasiranje sečnih poti pomeni označevanje za zdaj še navidezne poti v sestoji z rdečim trakom. Rdeč trak na ključnih mestih ovijemo okoli drevesa in postavimo mašno traku na mesto, s katere se stroj drevesu približa (npr. če je mašna na desni strani drevesa gledano po pobočju navzgor, se mora strojnik drevesu približati z desne strani). Mašna na drevesu pomeni na kateri strani drevesa bo potekala sečna pot. Zaključek poti je označen z dvema vzporednima trakovima na deblu, mašni pa sta usmerjeni v smeri sečne poti. Začetek sečne poti je označen tudi ob robu gozdne ceste.

Revirni gozdar je moral paziti, da poti potekajo pravokotno na strmino, ker za stroj, predvsem zgibni polprikoličar, niso primerni veliki prečni nakloni. Pri trasiranju je poskušal v čim večji meri uporabljati stare pravilne vlake.

Drevo, označeno s trakom, lahko v sestoji ostane ali pa tudi ne.

Označevanje dreves na sečnih poteh (odkazilo):

Na sečnih poteh je revirni gozdar odkazoval vsa drevesa, ne glede na drevesno vrsto in kakovost. Minoritetnim vrstam se je že pri trasiranju skušal izogniti zaradi vrstne pestrosti. Drevesa na sečnih poteh je označeval s križem na vsaki strani debla v smeri sečne poti ter piko na dnu debla. Označevanje dreves z dveh strani ima to prednost, da jih strojnik vidi, ko gre po vlaki navzgor, opazi pa jih tudi, ko gre mimo.

Označevanje dreves v sestoji (odkazilo):

Pri odkazilu dreves v sestoji je revirni gozdar pazil na drevesno vrsto. Vse minoritetne vrste so v sestoji ostale (g. javor in jerebika) ne glede na kakovost. Hkrati je upošteval tudi rastni prostor dreves in rastno površino krošenj. Vsa drevesa slabe kakovosti, osuta in poškodovana drevesa, je označil za odkazilo.

Drevesa, odkazana v sestoju, je označil s črto (krogom) okoli drevesa ter piko na dnu drevesa. Tudi v tem primeru je drevo vidno z vseh strani.

Trhla drevesa je revirni gozdar označil z navpično črto na vsaki strani drevesa v smeri poti. O tem, ali bodo ta drevesa ostala v sestoju ali ne, se bo odločil strojnik sam. Hkrati strojnik ve, da tako označena drevesa ne spadajo k rednemu odkazilu.



Slika 2: Prikaz označevanja dreves

4.5 OBDELAVA PODATKOV

S pomočjo opazovanja dela revirnega gozdarja na terenu, smo spoznali elemente priprave dela pri strojni sečnji in porabo časa za posamezne elemente dela.

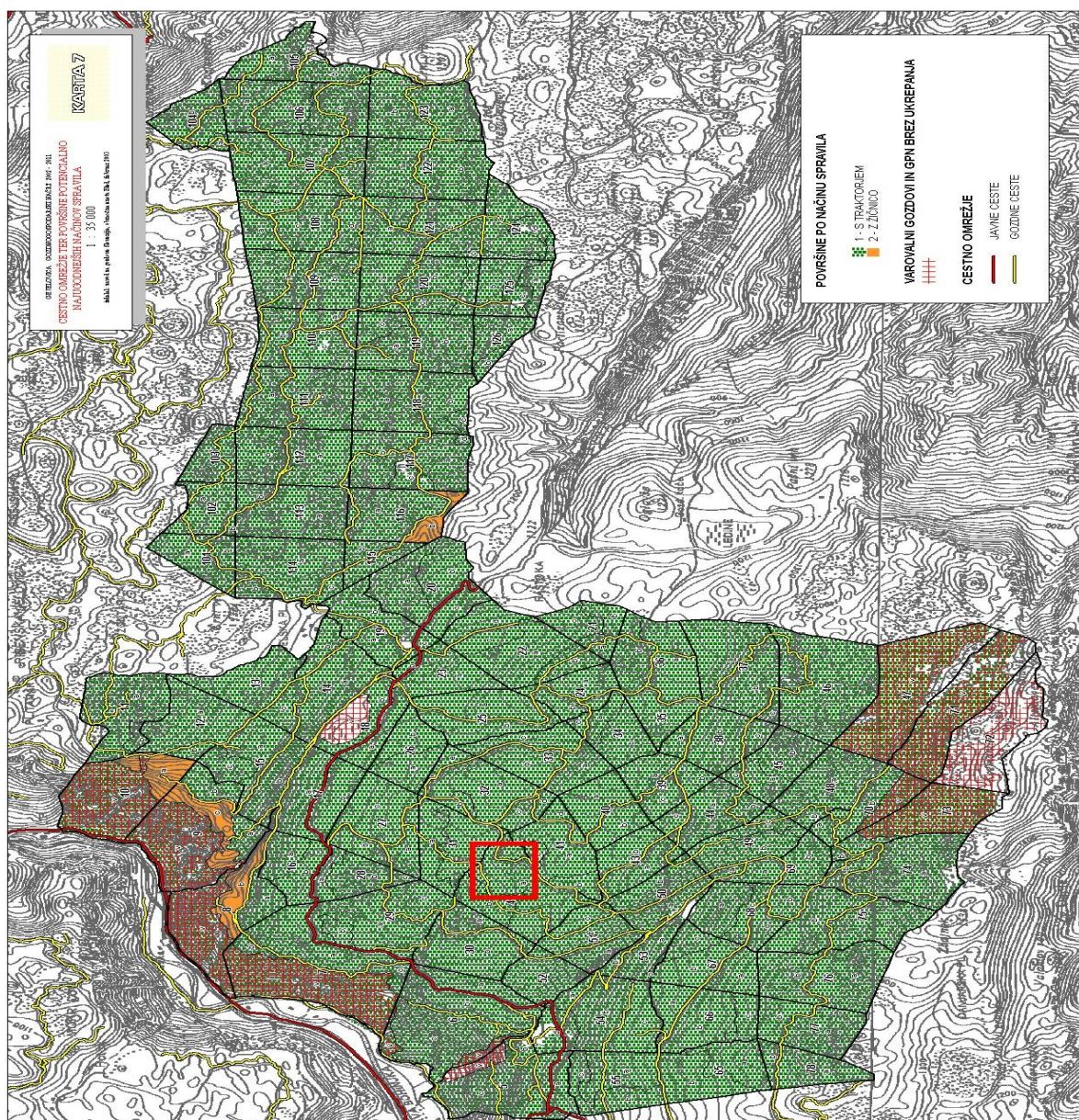
Na terenu smo čase za posamezne elemente dela zapisovali kontinuirano. Porabo časa za posamezne elemente dela smo izračunali šele doma z enostavnim odštevanjem posameznih zabeleženih časov.

Porabo časa smo prikazali preko snemalnega lista v preglednicah. Poraba časa je za posamezne elemente dela prikazana po posameznih dnevih v min/ha. Podatki so za lažjo primerjavo podani v skupni preglednici. Prikazana je tudi poraba časa na hektar skupaj za listavce in iglavce zaradi lažje primerjave med sestojema. Deleži časov, porabljeni za posamezne elemente, so prikazani v tabelah (glej preglednica 2 in priloge).

5. OBJEKT RAZISKOVANJA

5.1 OPIS OBJEKTA

Časovna študija priprave dela je potekala na GGO Bled. Objekt opazovanja spada v KE Bohinj, v gozdnogospodarsko enoto Jelovica in spada v revir Ribčeva planina. Objekt nosi krajevno ime Na Kamenskem.



Slika 3: Gozdnogospodarska enota Jelovica (Zavod za gozdove Slovenije, OE Bled)

5.1.1 Smernice na osnovi gozdnogospodarskega in gozdnogojitvenega načrta

Pri pripravi dela je pomembna širina stroja zaradi širine sečnih poti. Doseg žerjava stroja je dejavnik, ki poleg reliefa in sestojnih razmer v največji meri določa gostoto pomožnih prometnic v sestoji. Pomembna sta tudi maksimalni naklon terena ter prevoznost oz. prehodnost terena.

Objekt, na katerem smo opravili raziskavo, spada v odsek 42A, kjer prevladuje gospodarski razred predalpskih jelovih bukovij na boljših mešanih tleh. V celotnem odseku prevladujejo državni gozdovi. Površina odseka znaša 55,10 ha. Spremenjenost drevesne sestave je med 31 – 70 %. Največji delež od lesne zaloge zavzema smreka (83 %), sledijo ji jelka (11), bukev (5 %) in plemeniti listavci (1 %). Iglavci tako predstavljajo 86,6 % lesne zaloge. V geološki podlagi prevladuje dolomitiziran apnenec.

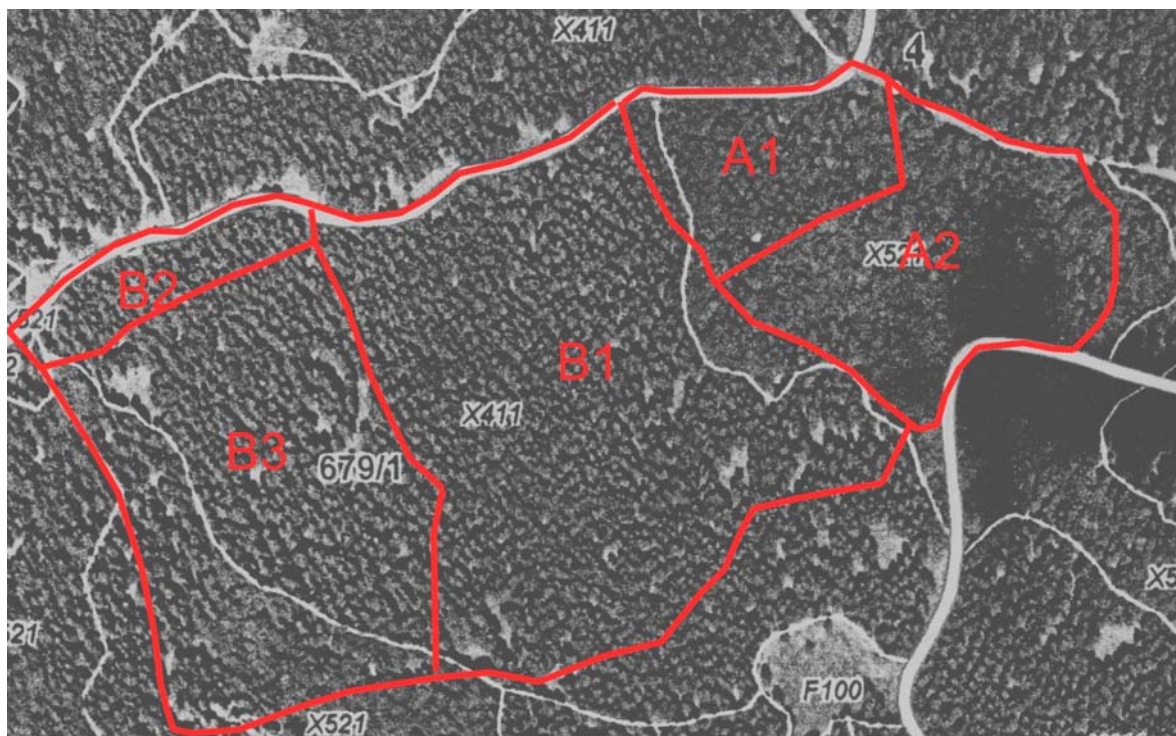
Kot smo že zgoraj omenili, spada objekt raziskovanja v GR predalpskih gozdov, kjer prevladuje skupinsko postopno gospodarjenje. Stanje razmerja drevesnih vrst smo že omenili, omenimo pa naj ciljno razmerje. Delež smreke naj se v prihodnje zmanjša na 70 %, delež jelke in bukve naj se zviša na 14 %, za 1 % pa naj se poveča delež gorskega javorja. Pri iglavcih kot ciljne sortimente pričakujemo žagovce I, pri listavcih pa žagovce II. Proizvodna doba GR je 150 let, pomladitvena pa 30 let zaradi zadrževanega pomlajevanja. Ciljna poprečna lesna zaloga naj bo 460 m³/ha, končna lesna zaloga pred začetkom pomlajevanja pa naj znaša okoli 850 m³/ha. V GR prevladujejo enomerne zgradbe sestojev, njihova zasnova in negovanost pa sta dobri.

Za dosego omenjenih ciljev se v prihodnje predvidevajo naslednji gojitveni in tehnološki ukrepi:

- šibka redčenja iglavcev in zmerna redčenja listavcev s poudarkom na stabilnosti in s tem na negi zaloge,
- naravne obnove še ne predvidevamo,
- pri sečnji in spravilu: označitev vlak in smeri podiranja, debelna metoda (do 12 m), spravilo traktorsko (goseničar), le v debeljakih lahko mestoma zgibnik,
- redne sečnje je potrebno obvezno opraviti izven vegetacijske dobe.

5.1.2 Opis objekta z vidika pridobivanja lesa in izvedbe raziskave

Naš objekt raziskave je obsegal 9 ha in se je nahajal na nadmorski višini 1200 m. Ločili smo ga na dva stratum A in B, vsak stratum pa smo še podrobneje razdelili (slika 4).



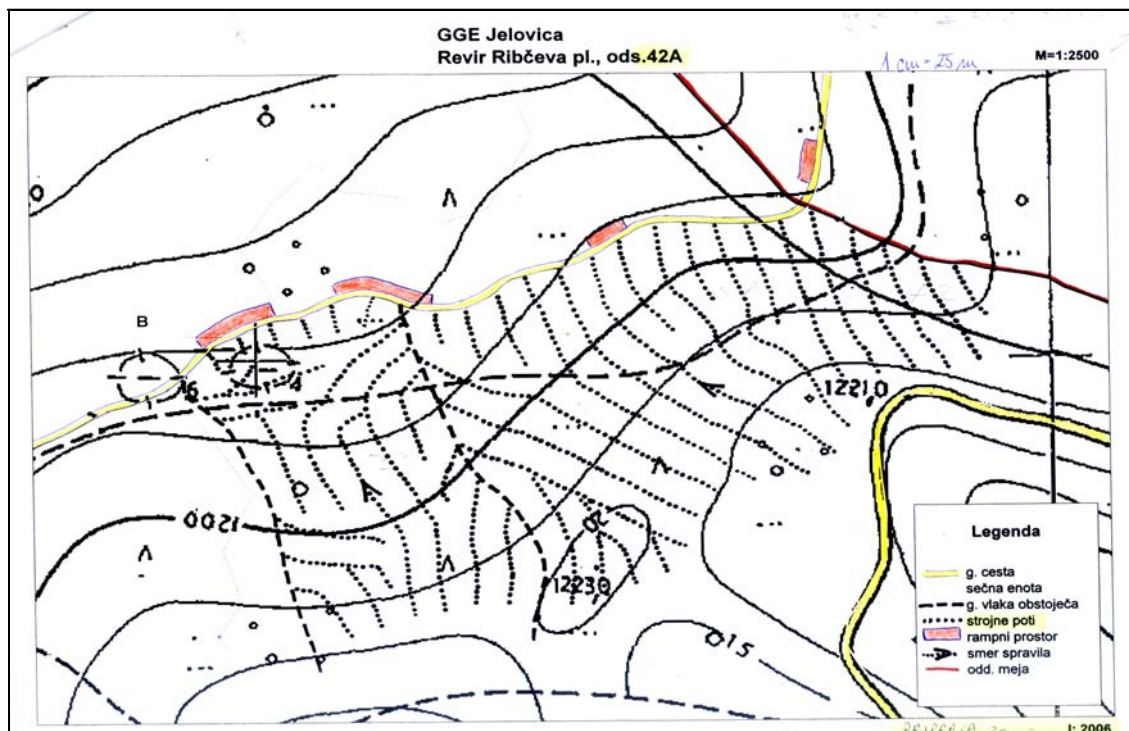
Slika 4: Objekt opazovanja (Zavod za gozdove Slovenije, KE Bohinj)

V stratumu A je prevladovala bukev, v B pa smreka. Stratum A je obsegal 2,76 ha, kar je predstavljalo 30,64 %, stratum B pa 6,24 ha in je predstavljal 69,36 % celotnega objekta. Oba sestoja sodita po karti opisov sestojev v debeljake, vendar jih bomo za lažjo primerjavo uvrstili drugače. Stratum A smo uvrstili v pretežno bukov drogovnjak (od 10 do 20 cm prsnega premera), ki je, kot smo že zgoraj omenili, predstavljal le polnilni sloj v debeljaku iglavcev z listavci s tesnim sklepom (na sliki poimenovan kot A1). Razlog razdelitve A stratumu na dva dela je v težavnosti priprave dela, bolj natančno v trasiranju sečnih poti in odkazilu v sestoju. V predelu A1 je bila izbira tras sečnih poti težja kot v A2. Razlike so bile v sami konfiguraciji terena in gostoti sestoja. V starejšem delu, kjer je bila večja prisotnost smreke (A2), je bil sestoj redkejši, zato je bilo trasiranje sečnih poti lažje.

Problem v tem delu je predstavljal predel pod zgornjo gozdno cesto, ki je bil strmejši kot ostali predel. Tu smo morali biti bolj pozorni na maksimalni prečni in podolžni naklon terena. Polnilni sloj bukve je bil gostejši in zato za trasiranje bolj zahteven. Pri polaganju sečnih poti v sestoju smo se poskušali izogniti večjim skupinam dreves. Poskušali smo najti predele, ki so bili redkejši in so hkrati izpolnjevali tudi pravokotno lego sečne poti na teren in ne prevelik prečni ali podolžni naklon trase. Največji prečni naklon terena (Beguš, 2005 a), ki ga zmore stroj za sečnjo znaša 10 %, največji podolžni naklon pa 40 %. Naklon terena je bil večji. Mejo med obema deloma bi lahko potegnili po obstoječi gozdni vlaki in jo proti spodnji gozdni cesti usmerili na eno izmed sečnih poti.

Odkazilo v sestoju je bilo zahtevnejše v predelu A1. Tu smo morali večjo pozornost nameniti izbiri izbrancev in njihovim konkurentom. Paziti smo morali na zadosten rastni prostor dreves in na zadostno rastno površino krošenj izbrancev.

V stratumu B je prevladovala smreka. Tako kot karta opisov sestojev smo ga tudi mi uvrstili v mlajši debeljak smreke s tesnim sklepom (od 30 do 40 cm prsnega premera). Tudi ta stratum smo razdelili na več delov. V predelu B1 je bil naklon konstanten in tudi gostota sestoja je bila enakomerno porazdeljena, zato pri trasiranju in pri odkazilu v sestoju ni bilo večjih težav. Na te smo naleteli v predelu B2. Tu je bil teren bolj strm in bolj skalovit. Pojavila se je dilema ali iz gozdne ceste položiti sečne poti samo do vrha strmejšega terena in nato sečne poti nadaljevati po sestoju od strani z vsake že obstoječe gozdne vlake ali pa položiti vzporedne sečne poti od gozdne ceste do vrha sestoja. Odločili smo se za prvo varianto, saj se je kasneje izkazalo, da smo na koncu strmejšega dela naleteli na že obstoječo vlako in jo tako tudi vključili kot del sečne poti. Predel B3 je bil v tem stratumu najredkejši. Trasiranje sečnih poti tako ni predstavljalo večjih težav, saj smo trase poskušali položiti med drevesa. Trase smo morali v tem predelu zaključiti zaradi prestrmega in preveč skalovitega terena.

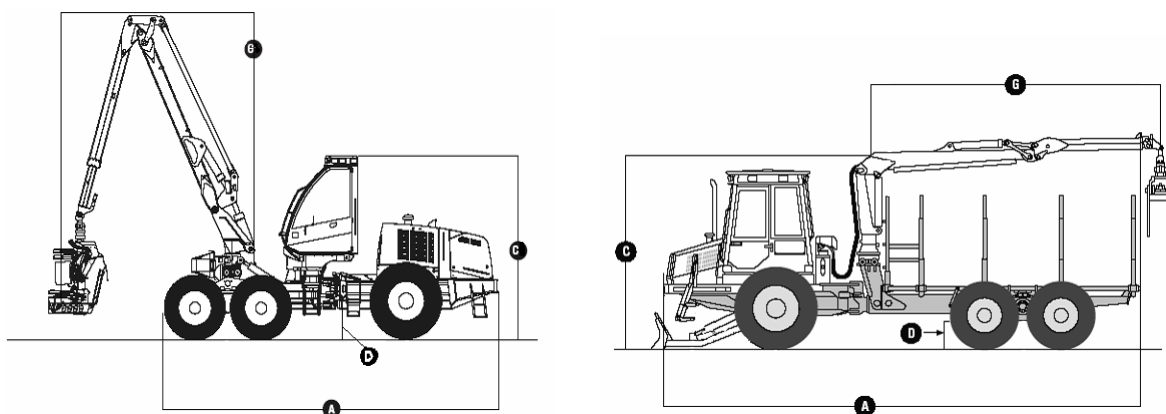


Slika 5: Karta z vrisanimi sečnimi potmi, skladiščnimi prostori in smerjo spravila (Zavod za gozdove Slovenije, KE Bohinj)

Odkazilo na sečnih poteh v nobenem stratumu ni povzročalo problemov. Paziti smo morali le na zadostno širino sečne poti.

5.2 KARAKTERISTIKE STROJA

Strojna sečnja se bo izvajala s pomočjo stroja za sečnjo – Timberjack 1270 D in zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1010 D, ki sta v lasti Gozdnega gospodarstva Bled.



Slika 6: Prikaz stroja za sečnjo – Timberjack 1270 D (Forwarders, 2006) in zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1010 D (Wheeled harvesters, 2006)

Preglednica 1: Osnovne karakteristike stroja

		Timberjack 1270 D	Timberjack 1010 D	
			Dolgi 4 – kolesnik in 6 - kolesnik	Kratki 4 - kolesnik
A	Dolžina	7,4 m	9,3 m	7,4 m
B	Širina	2,93 – 2,74 m	2,68 – 2,86 m	2,59 – 2,86 m
C	Višina	3,87 m	3,7 m	
	Teža	17 500 kg	12 000 – 12 500 kg	
G	Doseg	9,3 – 10 m	7,2 – 10 m	7,2 m
D	Prehodnost	62,5 m	60,5 m	

Omejitve stroja za sečnjo Timberjack 1270 D (Beguš, 2005 a):

- max prečni naklon: 10 %
- max podolžni naklon: 40 %
- max višina ovir: 40 cm
- min prazen prostor za rez: 30 cm
- min radij zavojev: 8 m

6. REZULTATI RAZISKOVANJA IN ANALIZE

6.1 UPOŠTEVANJE NAVODIL ZA PRIPRAVO DEL V SESTOJIH, PRIMERNIH ZA STROJNO SEČNJO

Navodila za pripravo del so sestavljena iz različnih poglavij in nakazujejo, kaj vse mora vsebovati priprava dela za strojno sečnjo (Beguš, 2005 a).

V poglavju o formalnem okviru priprave del so zajeti gozdno-gojitveni načrt, odločba za sečnjo in odstavek, na kaj moramo biti pozorni pri prevzemih sečišč. V tehnološkem delu gozdno-gojitvenega načrta je razvidno kje in pod katerimi pogoji se bo izvajala strojna sečnja. Tehnologija praviloma tukaj ni predpisana. V odločbi za sečnjo moramo opredeliti različne omejitve in zahteve (npr. gozdni red, čas izvajanja del), za katere menimo, da jih je potrebno posebej poudariti. Pri prevzemih sečišč moramo biti pozorni na primere, ko vse drevje ni označeno in moramo zaradi tega izvesti določen delež popolnih prevzemov, ki pokažejo odstopanja med podatki stroja za sečnjo oz. izvajalcem in dejanskim posekom.

V pripravi dela morata biti opredeljena vrsta stroja za sečnjo in transport. Določeno mora biti območje dela stroja, kjer mislimo predvsem na naklon terena.

V navodilih je prikazan primeren način označevanja sečnih poti in dreves v sestoji. Sečne poti naj bi se označevale z dobro vidno barvo s križem na vsaki strani drevesa, drevesa v sestoji pa s poševno črto na vsaki strani drevesa.

Zajete morajo biti različne omejitve za delo (čas izvajanja del, prehodnost oz. prevoznost terena – omenjene so omejitve za delo stroja za sečnjo Timberjack 1270 D, atmosferski vplivi, optimalna velikost stroja glede na sestojne značilnosti, drevesne debeline, ki nakazujejo na način tehnologije, poškodbe gozdnih tal in sestojev).

Podana je priporočena minimalna količina lesa za posek po hektarju, ki naj znaša 30 – 50 m³/ha vključno s količinami, padlimi na trasah sečnih oz. pravih poti. Podana je tudi

minimalna količina lesa za predel gozda, znotraj katerega ni potrebnega posebnega transporta stroja, ki znaša od 1000 – 1500 m³ (500 m³ pri strojih za sečnjo tanjšega lesa).

V Navodilih je prikazana tudi priprava sečnih poti in skladiščnih prostorov. Priprava sečnih poti predvideva njihovo označevanje pred označitvijo dreves v sestoji in njihovo vključevanje v že obstoječi sistem poti in vlak, upošteva naj se primerna širina sečne poti (širina stroja + 0,5 m na vsaki strani) ter predvidena mora biti zaščita tal na sečnih poteh s preprogo iz vej in sečnih ostankov. Skladiščni prostori naj se določijo skupaj z izvajalcem del, njihova velikost pa naj bo primerna količini lesa in hitrosti odvoza. Spravilo lesa naj se na skladišče dovaža preko več sečnih poti. Lastnik gozda ali izvajalec mora pred začetkom del dobiti karto, na kateri so označene meje sečne enote, trase sečnih poti, smeri voženj in skladiščni prostori.

Eno izmed poglavij v Navodilih je tudi sistem dela, ki v grobem loči dva sistema: sečnjo z dosegom roke in sečnjo z vmesnimi conami. V pripravi dela moramo določiti tudi razdaljo med sečnimi potmi, 2- kratno dolžino roke v normalnih razmerah in 4-kratno v sistemih z vmesnimi conami. Znotraj sistemov dela pa so prikazani še trije različni tehnološki modeli.

Priprava dela, ki jo je revirni gozdar opredelil v podrobnem načrtu, vrste stoja za sečnjo in način transporta ne omenja. Še več, omenjeno je traktorsko spravilo (goseničar), ki naj bo prisoten v vseh gozdovih. Izjemoma se lahko v debeljakih pojavi zgibnik. Tudi območje dela za stroj za sečnjo ni določeno. Slednji je določen le za zgoraj omenjeni pravilni sredstvi. V našem podrobnem načrtu je omenjeno, da naj se označijo poti in smer spravila. Slednje je revirni gozdar prikazal na karti sestoja (slika 5). Na objektu, kjer smo opravili raziskavo, smo najprej označili sečne poti in jih vključili v že obstoječi sistem gozdnih vlak. Označili smo jih tako kot predvidevajo Navodila. Drevesa v sestoji je označeval s krogom okoli njega. Širino sečnih poti je revirni gozdar upošteval pri odkazovanju drevja na sečnih poteh. Skladiščne prostore je določil sam, brez pomoči izvajalca del, kot predvidevajo Navodila, kriterij pa so bile glavne sečne poti, po katerih bo zgibni polprikoličar prepeljal največ lesa do gozdne ceste. V našem primeru smo pripravo del pri strojni sečnji delali za način sečnje z dosegom roke. Se pravi, da je bila razdalja med sečnimi potmi v našem primeru 20 m.

6.2 STRUKTURA ČASOV

Časovna študija priprave dela je potekala šest dni. Trasiranje sečnih poti in odkazovanje drevja na sečnih poteh prva dva dni, naslednje štiri dni je bilo namenjeno odkazilu v sestoju.

Preglednica 2: Analiza porabe časa za posamezne elemente dela pri pripravi dela [min/ha]

Preglednica 3: Deleži produktivnega, neproduktivnega in pripravljalnega zaključnega časa po posameznih dnevih

	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan
Produktivni čas	85	86	81	84	85	90
Neproduktivni čas	9	8	9	9	8	3
Pripravljalno zaključni čas	6	6	10	7	7	7

V preglednici 2 je prikazana poraba časa po dnevih ter skupna poraba časa posebej za listavce in iglavce, v preglednici 3 pa deleži produktivnega, neproduktivnega in pripravljalnega zaključnega časa po posameznih dnevih.

Iz preglednice 2 so razvidni različni postopki dela, ki smo jih uvrstili v produktivni, neproduktivni in pripravljalnega zaključni čas. Nas najbolj zanimajo elementi produktivnega časa.

Časovno študijo priprave dela smo pričeli v sestoji listavcev. Prvi dan smo posvetili trasiranju sečnih poti. Trasiranje je prvi dan predstavljalo 63 % vsega snemalnega časa oziroma 74 % produktivnega časa. Ostali produktivni čas je predstavljalo odkazilo na sečnih poteh. Skupno je produktivni čas predstavljal 85 % snemalnega časa. V neproduktivnem času, ki predstavlja 9 % delovnega časa, največji delež zavzamejo odmori, kamor smo šteli glavni odmor in oddihe med delom. Ostalih 6 % predstavlja pripravljalnega zaključni čas. Tu smo upoštevali pripravo delovne obleke in preoblačenje.

Drugi snemalni dan smo snemali čase v obeh sestojih. Trasiranje sečnih poti smo v sestoji listavcev končali in ga nadaljevali v sestoji iglavcev. Skupno je trasiranje drugi dan pomenilo 34 % snemalnega časa in 39 % produktivnega časa, odkazilo na sečnih poteh pa je predstavljalo 50 % snemalnega časa in 58 % produktivnega. Velik delež (2 %) produktivnega časa je predstavljal prehod v sestoji. Razlog je pomanjkanje barve pri odkazilu dreves na sečnih poteh v sestoji listavcev. Ker smo delo takoj nadaljevali v sestoji iglavcev, smo se morali po končanem odkazilu v sestoji iglavcev vrniti v sestoji listavcev in tudi tu odkazilo na sečnih poteh dokončati. Skupno je produktivni čas

predstavljaj 86 % snemalnega časa, 8 % je predstavljal neproduktivni čas in 6 % pripravljeno zaključni čas.

Ker smo drugi snemalni dan končali s trasiranjem sečnih poti in z odkazilom drevja na sečnih poteh v obeh sestojih, nas je čakalo samo še odkazilo drevja v sestoju. Kot je razvidno iz preglednice 2 smo za to opravilo porabili 4 snemalne dni. Tretji snemalni dan smo odkazovali samo v sestoju listavcev (100 % produktivnega časa). Četrty dan smo odkazilo v sestoju listavcev zaključili in ga nadaljevali v sestoju iglavcev. Tretji snemalni dan je produktivni čas predstavljal 81 %, četrtega dne pa 84 % snemalnega dne. Tako kot že prvi in drugi dan, je tudi tretji in četrty dan največji delež neproduktivnega časa odpadel na glavni odmor. Največji delež pripravljeno zaključnega časa predstavljata priprava delovne obleke in preoblačenje ter odhod do avtomobila, saj smo odkazilo dreves v sestoju ponavadi končali nekje v sredini sestoja in ne ob gozdni cesti. Peti dan je bila slika podobna. Odkazilo v sestoju se je nadaljevalo. Produktivni časa je predstavljal 85 % snemalnega dne.

Šesti in hkrati zadnji snemalni dan smo pripravo del za strojno sečnjo končali. To je tudi razlog manjše porabe časa na terenu, saj smo povprečno v preteklih petih dneh na terenu prebili 4:45:54 ur. Zadnji dan je predstavljal tudi drugačno strukturo deležev časov. Produktivni čas je predstavljal kar 90 % snemalnega dne, predvsem na račun manjšega deleža neproduktivnega časa (3 %), saj ni bilo glavnega odmora. Pripravljeno zaključni čas je predstavljal 7 % snemalnega dne, kar je nekje v povprečju.

Preglednica 4: Koeficienti neproduktivnega in dodatnega časa po posameznih dnevih

	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan
Koeficient neproduktivnega časa	1,18	1,16	1,23	1,18	1,18	1,11
Koeficient dodatnega časa	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01	1,03

Koeficienti neproduktivnih časov so si med seboj podobni. Deleži neproduktivnih časov znašajo okoli 18 % produktivnega časa. Izstopata le tretji dan, kjer je bil koeficient največji (1,23) in šesti dan, kjer je bil najmanjši (1,11), predvsem zaradi krajšega snemalnega dne

in izpustitev glavnega odmora za malico (tu gre za posnete čase – sicer moramo v neproduktivni čas **vedno šteti** glavni odmor v trajanju 30 min).

Tudi koeficienti dodatnega časa so si podobni in se gibljejo med 1 - 3 % produktivnega časa.

Preglednica 5: Struktura porabe časa za pripravo dela

	%
Trasiranje sečnih poti	19,54
Odkazilo na sečnih poteh	13,81
Odkazilo drevja v sestoju	50,85
Prehod v sestoju	0,39
Kontrola m ³	0,21
Odmori	6,95
Ostali neproduktivni čas	0,81
Pripravljalno zaključni čas	3,18
Prihod na delo (od avtomobila)	0,61
Priprava orodja	0,49
Pospravljanje orodja	0,16
Odhod (do avtomobila)	2,46
	100,00

Skupna struktura porabe časa je prikazana v preglednici 5. Iz nje je razvidno, da smo skupno največ časa porabili za odkazilo v sestoju, kar lahko primerjamo s tem, da smo za odkazilo v sestoju namenili 4 dni od skupno šestih delovnih dni. Sledi mu delež časa, porabljenega za trasiranje sečnih poti, vendar je slednji tako velik predvsem zaradi trasiranja v sestoju listavcev.

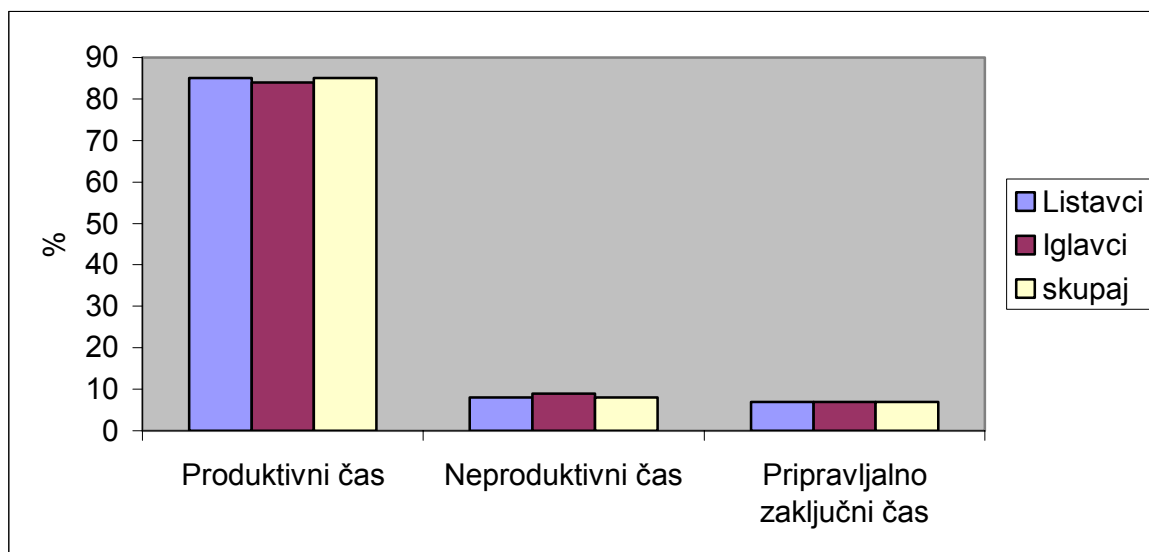
6.2.1 Primerjava porabe in strukture časa med listavci in iglavci

Preglednica 6: Primerjava porabe časa med listavci in iglavci v min/ha

PRODUKTIVNI ČAS		LIST	IGL
Glavni produktivni čas			
Ogled sestoja	Izločitev mej		
	Smer spravila		
	Določitev skladišč		
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	86:19	10:00
	Izvozne poti		
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	33:23	19:16
	Izvozne poti		
Odkazilo drevja v sestoju	Izbirna sečnja	104:37	79:00
SKUPAJ		224:19	108:16
Pomožni produktivni čas	Prehod v sestoju		0:57
	Kontrola m ³		0:31
SKUPAJ			1:28
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		224:19	109:43
NEPRODUKTIVNI ČAS			
Zaradi pogojev dela	Posvet		
Zaradi delavca	Odmori	17:21	9:28
	Osebnne potrebe		
Ostali neproduktivni čas		1:39	1:16
SKUPAJ		20:02	11:38
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		8:30	4:05
Prihod na delo (od avtomobila)		0:56	1:05
Priprava orodja		0:49	0:50
Pospravljanje orodja		0:11	0:18
Odhod (do avtomobila)		7:39	2:41
SKUPAJ		18:05	9:00
VSOTA		262:27	130:21

V sestoju listavcev (2,76 ha) je za pripravo dela revirni gozdar porabil 262:27 min/ha, za cel sesto pa je potreboval 12:03:41 ur (dejanski čas). V sestoju iglavcev (6,24 ha) je porabil 130:21 min/ha. Za cel sesto je potreboval 13:33:39 ur (dejanski čas). Iz podatkov je razvidno, da je revirni gozdar za pripravo dela v sestoju listavcev potreboval na hektar dvakrat več časa, kot v sestoju iglavcev. To velja tako za produktivni, kot tudi neproduktivni in pripravljalno zaključni čas.

Razlog je mlajši ter s tem drobnejši in gostejši sesto. V mlajšem sestoju je potrebno posvetiti veliko večjo pozornost izbiri nosilcev sestoja in njihovim konkurentom. Predvsem to velja pri odkazilu drevja v sestoju, za katerega je revirni gozdar porabil največ časa tako pri listavcih kot tudi pri iglavcih.



Slika 7: Delež produktivnega, neproduktivnega in pripravljalno zaključnega časa pri listavcih in iglavcih

Kljub temu, da so velike razlike v porabi časa med sestojema, pa so deleži produktivnega, neproduktivnega in pripravljalno zaključnega časa podobni, skoraj identični.

Preglednica 7: Struktura porabe časa za pripravo dela po posameznih elementih dela

%	LIST	IGL	SKUPAJ
Trasiranje sečnih poti	32,89	7,67	19,54
Odkazilo na sečnih poteh	12,72	14,78	13,81
Odkazilo drevja v sestoju	39,87	60,61	50,85
Prehod v sestoju	-	0,73	0,39
Kontrola m ³	-	0,39	0,21
Odmori	6,61	7,26	6,95
Ostali neproduktivni čas	1,02	1,66	0,81
Pripravljalno zaključni čas	3,24	3,14	3,18
Prihod na delo (od avtomobila)	0,36	0,83	0,61
Priprava orodja	0,31	0,64	0,49
Pospravljanje orodja	0,07	0,23	0,16
Odhod (do avtomobila)	2,91	2,06	2,46
	100,00	100,00	100,00

Največja razlika v porabi časa je pri elementih produktivnega časa, predvsem pri porabi časa za trasiranje sečnih poti in porabi časa za odkazilo drevja v sestoju. Trasiranje sečnih poti je v sestoju listavcev predstavljalo kar 33 % vsega časa, v sestoju iglavcev pa le 8 %. V sestoju listavcev je največ časa predstavljalo iskanje idealne lege sečne poti. Revirni

gozdar se je namreč želel izogibati večjim skupinam dreves, zato je na koncu dal prednost tisti rešitvi, kjer je bilo potrebno zaradi sečne poti odstraniti manj dreves. Hkrati je moral ves čas paziti, da pot poteka pravokotno na strmino pobočja, saj predvsem zgibni polprikoličar ne more premagovati velikih prečnih naklonov vlake. Upoštevati je moral tudi stalno oddaljenost sečnih poti med seboj (20 m). Sestoj iglavcev je bil redkejši in zato je imel revirni gozdar bistveno več manevrskega prostora za postavitev sečnih poti. Ni bilo prisotnega razmišljanja o izogibanju skupinam dreves. Tudi teren je bil nekoliko položnejši in tako tudi prečni naklon ni predstavljal večjih ovir. Posluževal se je tudi že obstoječih traktorskih vlak.

Druga največja razlika v porabi časa je pri odkazilu drevja v sestoju. Razlog je, kot smo že v prvem odstavku omenili, večje posvečanje pozornosti izbiri nosilcev in njihovim konkurentov. Verjetno je razlog tudi v večjem številu odkazanih dreves na hektar v sestoju listavcev, vendar tega podatka žal ne moremo dokumentirati, saj odkazila nismo ločili posebej na listavce in iglavce.

Deleži elementov neproduktivnega in pripravljalnega zaključnega časa so si med seboj podobni. To kaže na dejstvo, da je priprava dela, poraba časa v največji meri odvisna od razvojne faze sestoja in gostote sestoja, kljub temu da terenske razmere niso zanemarljive.

6.3 PORABA BARVE

Preglednica 8: Poraba barve

	1. dan	2. dan	3. dan	4. dan	5. dan	6. dan	
	LIST/IGL	LIST/IGL	LIST/IGL	LIST/IGL	LIST/IGL	LIST/IGL	Skupaj
Odk. na sečnih poteh	2/0	1/3	-	-	-	-	6
Odk. v sestoju	-	-	4/0	2/3	0/6	0/2	17
							23

V sestoju listavcev smo pri odkazilu na sečnih poteh porabili 1,1 doze/ha (0,55L/ha), pri odkazilu v sestoju pa 2,2 doze/ha (1,1 L/ha). V sestoju iglavcev je slika nekoliko drugačna. Za odkazilo na sečnih poteh smo porabili 0,5 doze/ha (0,25 L/ha), pri odkazilu v sestoju pa 1,8 doze/ha (0,9 L/ha).

Za odkazilo dreves na sečnih poteh smo v sestoj iglavcev porabili polovico manj barve kot pri odkazilu na sečnih poteh v sestoj listavcev. To kaže na redkejši sestoj iglavcev in na dejstvo, da sečne poti lahko potekajo v sestoju med drevesi in da je verjetno procent odkazanih dreves na sečnih poteh v redkejšem sestoju manjši kot v gostejšem oziroma mlajšem sestoju. Slednjega v diplomski nalogi nismo prikazali, ker nismo imeli podatka za odkazilo na sečnih poteh ločenega na sestoj listavcev in iglavcev. Tudi pri odkazilu v sestoju v drobnejšem sestoju listavcev smo porabili skoraj polovico več barve na hektar kot v sestoju iglavcev.

Za odkazilo na sečnih poteh smo porabili 6 doz barve, kar znaša 26 % doz barve. Skupno smo porabil 23 doz barve.

6.4 STRUKTURA ODKAZILA

Odkazilo na sečnih poteh je potekalo dva dni. Prvi dan smo odkazovali drevje v sestoj listavcev. Drugi dan smo odkazilo v listavcih zaključili in nadaljevali v sestoj iglavcev.

Z odkazilom drevja v sestoju smo začeli tretji dan in ga končali šesti, zadnji dan priprave dela pri strojni sečnji.

Kljub časovni ločitvi sestojev na listavce in iglavce smo strukturo odkazila podali skupaj, saj jo tudi na terenu nismo ločevali na sestoj listavcev in iglavcev.

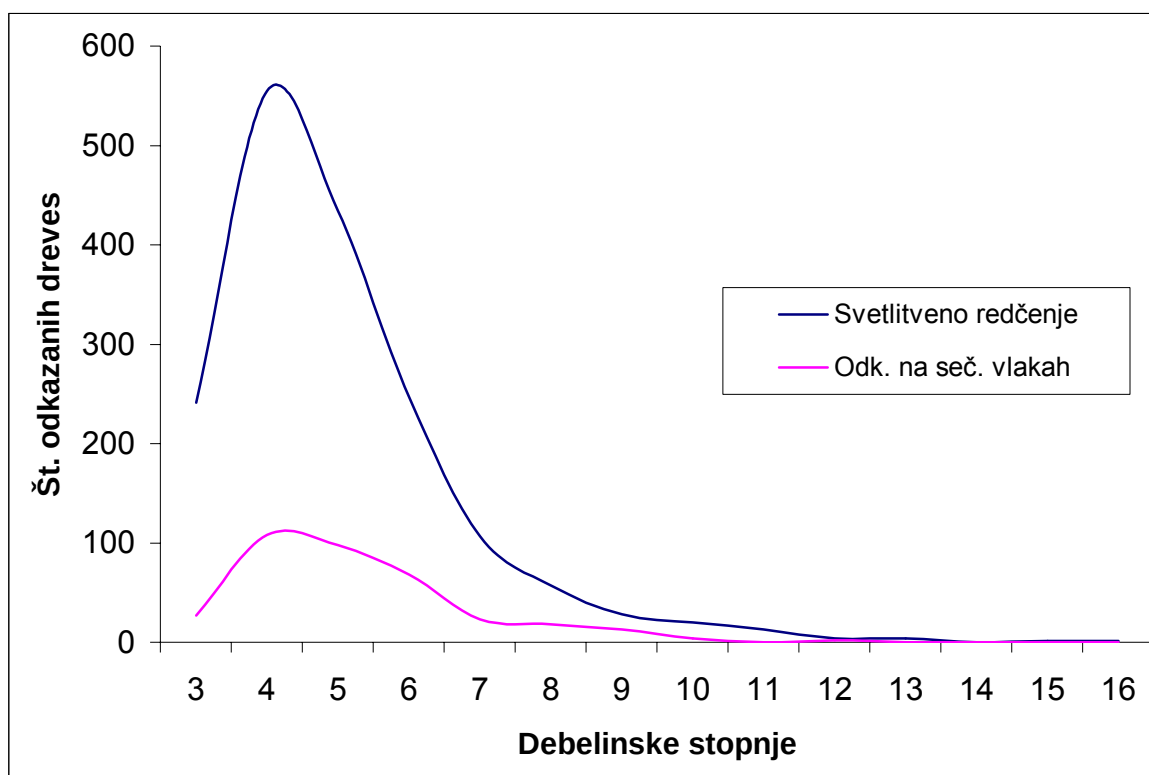
Preglednica 9: Struktura odkazila

SEČNE POTI	Št. dreves	Št. dreves	m ³	m ³ /drevo
Smreka	210	244	169,88	0,70
Jelka	34			
Bukev	117	117	39,45	0,34
Vsota		361	209,33	0,58
SVETLITVENO REDČENJE				
Smreka	1017	1224	737,27	0,60
Jelka	207			
Bukev	488	488	152,12	0,31
Vsota		1712	889,39	0,52
SKUPAJ				
		2073	1098,72	0,53

Na sečnih poteh smo odkazali 361 dreves, kar predstavlja 209,33 m³ in znaša 19,05 % celotnega odkazila. Za odkazilo na sečnih poteh smo potrebovali 52:39 min/ha, kar je predstavljalo 9 s/odkazano drevo in 15 s/m³. Za odkazanih 209,33 m³ dreves smo na sečnih poteh porabili skupno 6 doz barve, kar pomeni, da smo za 1 m³ potrebovali 0,03 doze barve oziroma povedano obratno, da smo z eno barvo odkazali 34,9 m³ dreves. Z eno barvo smo označili 60,2 dreves, katerega povprečna kubatura je znašala 0,58 m³.

Pri izbiralnem redčenju oz. svetlitvenem, kot ga je poimenoval revirni gozdar, smo odkazali 1712 dreves in skupno 889,39 m³. Za odkazilo smo rabili 183:37 min/ha, kar je predstavljalo 6 s/odkazano drevo in 13 s/m³. Porabili smo 17 doz barve. Z eno barvo smo označili 100,7 dreves. Povprečno odkazano drevo je znašalo 0,52 m³. Za 1 m³ odkazanega drevja smo porabili 0,02 doze barve.

V skupnem posnetem času (25:37:21 h) smo za vsako odkazano drevo porabili 44,5 s oz. 84 s/m³. Če upoštevamo samo produktivni čas (posneti čas: 21:43:30 h), smo na drevo porabili manj časa (38 s) in za vsak odkazan m³ 71 s. V produktivnem času je trajalo odkazilo 16:33:59 h – posneti čas, (76,3 %). V tem času smo odkazali 2073 dreves, kar je znašalo 1098,72 m³. Se pravi, da smo za eno drevo porabili 29 s oz. 54 s/m³.



Slika 8: Struktura odkazila po debelinskih stopnjah

Struktura odkazila po debelinskih stopnjah pokaže, da tako pri svetlitvenem kot tudi pri odkazilu na sečnih poteh prevladujejo nižje debelinske stopnje. V obeh primerih prevladuje četrta debelinska stopnja. Graf odkazila na sečnih poteh se od četrte debelinske stopnje nato spušča bolj položno kot graf pri svetlitvenem redčenju, kjer je padec do 8. debelinske stopnje strmejši. Pri svetlitvenem redčenju je slika v višjih debelinskih stopnjah podobna kot pri odkazilu na sečnih poteh. Grafa sta bolj položna, kar kaže na večjo enakomernost porazdelitve dreves v višjih debelinskih stopnjah.

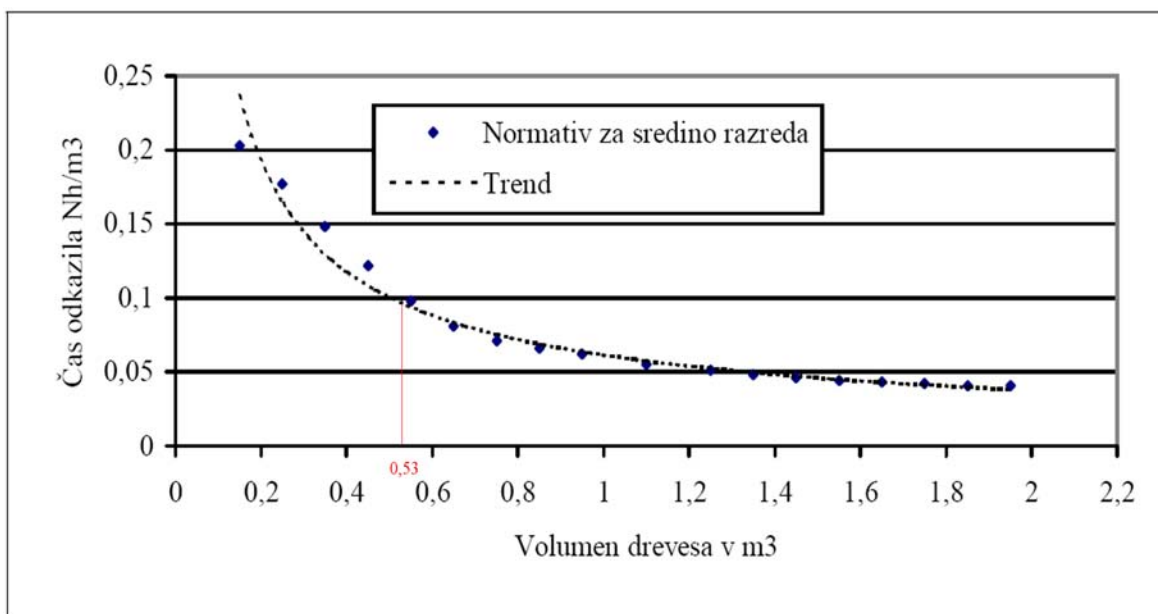
V sestoji je bilo označenih $122 \text{ m}^3/\text{ha}$. Jakost sečnje je bila, če upoštevamo lesno zalogo celotnega odseka, 21 %.

6.5 PRIMERJAVA PRIPRAVE DELA MED STROJNO IN KLASIČNO SEČNJO

6.5.1 Primerjava porabe časa pri pripravi dela med strojno sečnjo in sečnjo z motorno žago

Normativ za odkazilo v državnih gozdovih je vezan na volumen odkazanih dreves. Poraba časa eksponentno narašča z zmanjševanjem volumna drevesa. V povprečju bi za odkazilo v državnih gozdovih porabili $4,5 \text{ min/m}^3$ ob srednje kubnem drevesu $0,75 \text{ m}^3$ (Medved, 2001/2002). Ob predpostavki, da imajo na našem objektu raziskovanja vsa drevesa enak volumen $0,53 \text{ m}^3$, lahko s pomočjo regresijske enačbe izračunamo normativ, ki znaša $0,0965 \text{ Nh/m}^3$ ($5,8 \text{ min/m}^3$), kar pomeni, da bi za vsak odkazan kubik drevja revirni gozdar potreboval 5,8 min. Normativ vključuje sodelovanje pri pripravi plana, odkazilo s predpisano evidenco in izračun lesnih mas in velja za povprečne slovenske razmere.

Na objektu, kjer smo opravili raziskavo smo odkazali $1098,72 \text{ m}^3$. Za odkazilo pri sečnji z motorno žago bi po normativih potrebovali 106,03 ur.



Slika 9: Normativ za odkazilo v državnih gozdovih v Nh/m^3 (Medved, 2001/2002)

Normativ odkazila v državnih gozdovih, kot ga povzemamo zgoraj, je v eni izmed preglednic, ki govori o ocenah primernosti normativov v sedanjih razmerah, opredeljen kot primeren, normativ za podrobno sečnospravilno načrtovanje pa kot pogojno primeren.

Pomanjkljivosti vseh normativov je (Medved, 2001/2002), da imajo normativi zgolj količinske kazalce, ne vsebujejo pa zahtev o kakovosti izdelka in opravljenega dela.

Poraba časa za odkazilo je, kot navaja Medved, ocenjena na 795 ur oz. 45 % razpoložljivega časa. Ker je bila realizacija sečenj le 75 % možnega poseka, je dejanska poraba časa za odkazilo znašala manj, le tretjino razpoložljivega delovnega časa.

Pri strojni sečnji smo za pripravo del na površini 9 ha porabili 25,62 Nh pri enakem srednje kubnem drevesu kot smo zgoraj izračunali že normativ pri sečnji z motorno žago. Delo smo opravili v šestih dneh.

Poraba časa za pripravo dela pri strojni sečnji je bila štirikrat manjša, kot bi jo revirni gozdar potreboval za klasično odkazilo. Ta ugotovitev našo hipotezo o večji porabi časa za pripravo dela pri strojni sečnji ovrže in kaže na veliko ohlapnost normativa za odkazilo drevja v sestoju.

Ugotavljanje normativa za odkazilo je bilo podano tudi v sklopu načrtovanja in usmerjanja gozdnogospodarskih del (Medved 2001/2002). V tem primeru se normativ ugotavlja s pomočjo normativa, ki je določen za izvedbo načrtovanih del. V kolikor uporabimo to pot, dobimo naslednje vrednosti:

Pri pripravi dela smo odkazali 1098,72 m³ drevja. Od tega smo odkazali 605 dreves listavcev (191,57 m³) in 1468 dreves iglavcev (907,15 m³). Slednje podatke smo potrebovali za izračun normativa za sečnjo.

Po opisu sestojev in terenskih razmer smo se odločili, da za iglavce izberemo osmi, za listavce pa šesti niz.

Izračuni:

Iglavci:

$$NT_s = a \cdot BTO^b \quad a = 31,65$$

$$b = 0,560$$

$$NT_s = 24,22 \frac{\text{min}}{\text{drevo}} \cdot 0,2(g.red) = 29,06 \frac{\text{min}}{\text{drevo}}$$

Listavci:

$$NT_s = a + b \cdot BTO \quad a = 7,6350$$

$$b = 26,5500$$

$$NT_s = 16,13 \frac{\text{min}}{\text{drevo}}$$

Pri sečnji z motorno žago bi za povprečno odkazano drevo pri iglavcih potrebovali 29,06 min/drevo, pri povprečno odkazanem drevesu listavcev pa 16,13 min/drevo. Skupno bi za iglavce potrebovali 711,00 ur, za listavce pa 162,64 ur. Se pravi, bi za sečnjo z motorno žago skupno potrebovali 873,64 ur. V povprečju bi za sečnjo enega drevesa potrebovali 0,42 ure oz. za sečnjo 1 m³ 0,80 ure.

Predvideni normativ za odkazilo, organizacijo in pripravo plana, usmerjanje odkazila je 20 % od 874 ur, kar znese cca. 175 ur.

Tudi uporaba normativa za odkazilo, ki je bilo podano v sklopu načrtovanja in usmerjanja gozdnogospodarskih del, predvideva večjo porabo časa za pripravo dela v sestoju kot smo ga mi dejansko porabili na terenu.

7. SKLEPI

V prvem koraku mora gozdarska stroka celostno izdelati usmeritve za kategorizacijo objektov glede splošnih razmer, rastišč in sestojev, kje je strojna sečnja primerna. Pri analizi bi morali sodelovati strokovnjaki z različnih področij: gojenja gozdov, gozdne tehnike, gozdnih prometnic in ekonomike. V konkretnih situacijah bo potrebno odločitve prepustiti terenskemu osebju, ki se bo moralo ustrezno izobraziti. Tako bi bilo mogoče za vso Slovenijo pripraviti seznam objektov, kjer je uporaba strojne sečnje ekološko ustrezna in ekonomsko upravičena. Ker pa razvoj strojne sečnje prinaša čedalje bolj izpopolnjena tehnična sredstva in tehnologije dela, bo potrebno tako kriterije primernosti kot tudi seznam objektov neprestano dopolnjevati.

Priprava dela pri strojni sečnji se prične z izbiro primerne sestoja, kjer morajo karakteristikam stroja ustrezati tako terenske kot tudi sestojne razmere. Na izvedbo strojne sečnje moramo pripraviti tudi sestoj sam. Označiti moramo trase sečnih poti ter posebej označiti drevje, ki je odkazano na sečnih poteh in v sestoju.

Potek in opisi del pri pripravi dela pri strojni sečnji so zajeti v Navodilih, ki jih je pripravil Zavod za gozdove Slovenije (Beguš, 2005 a). Ker smo mi opazovali predvsem delo na terenu, bolj natančno pripravo sestoja na strojno sečnjo, lahko samo na kratko povzamemo upoštevanje teh navodil:

- Območje gibanja stroja, kamor sodijo maksimalni prečni in podolžni naklon terena, maksimalna višina ovir, minimalen prazen prostor za rez in minimalni radij zavojev, je revirni gozdar upošteval tako, da je traso sečnih poti vedno usmerjal pravokotno na teren, izogibal se je prestrmemu in skalnatemu terenu.
- Označevanje dreves se nekoliko razlikuje od navodil. Revirni gozdar je na terenu uporabljal dobro vidno, oranžno fluorestentno barvo, kar pomeni da je navodila upošteval. Tudi označevanje dreves na sečnih poteh s križem na obeh straneh debla navodila upoštevajo. Označevanje dreves v sestoju pa se od navodil razlikuje. Navodila predvidevajo označevanje dreves s poševno črto na obeh straneh debla, revirni pa je drevesa označeval s sklenjenim krogom okoli debla.

Odlično izvedena priprava dela pomembno vpliva na racionalno izvedbo naslednjih proizvodnih procesov, kot sta sečnja in spravilo, vendar se je hkrati potrebno vprašati tudi o racionalizaciji priprave dela.

Kot vidimo iz rezultatov smo največ časa porabili za odkazilo v sestoju, kar 51 % časa pri pripravi dela, vendar mu z 20 % sledi čas, porabljen za trasiranje sečnih poti. Slednjega je bilo v mlajšem (v našem primeru polnilnem sloju bukve) bistveno več, več kot 1/3 porabljenega časa. Če temu času dodamo še čas, potreben za odkazilo na sečnih poteh, skupaj predstavljata polovico porabljenega časa, kar je za 10 % več, kot ga revirni porabi za odkazilo drevja v sestoju v mlajši razvojni fazi. Trasiranje in odkazilo na sečnih poteh sta v polnilnem sloju bukve predstavljala 46 % porabljenega časa, v sestoju smreke pa skupaj le 23 % porabljenega časa pri pripravi dela. Trasiranje namreč za sabo potegne še odkazilo na sečnih poteh, ki je skupno predstavljal še 14 % časa pri pripravi dela. Skupno torej za trasiranje in odkazilo na sečnih poteh revirni gozdar potrebuje več kot 1/3 časa pri pripravi dela. Iz zgoraj napisanega vidimo, da je čas, potreben za pripravo dela močno odvisen od razvojne faze sestojja, poleg tega pa tudi od terenskih in sestojnih razmer. V prihodnje je tako res potrebno razmisliti o smiselnosti označevanja sečnih poti, na drugi strani pa razmisliti o strokovnem izobraževanju strojnikov, ki bi tako lahko sami izbirali sečne poti brez predhodnega označevanja.

Delež produktivnih časov se je gibal med 81 – 90 % snemalnega dne, v povprečju pa je znašal 85 %. Največji delež neproduktivnega časa je predstavljal glavni odmor (84 %), največji delež pripravljalo zaključnega časa pa preoblačenje v delovno obleko (46 %). Odkazilo drevja v sestoju je predstavljalo 60 % produktivnega časa, trasiranje 23 % in odkazilo na sečnih poteh 16 % produktivnega časa.

Koeficienti neproduktivnih časov so si med seboj podobni. Deleži neproduktivnih časov znašajo okoli 18 % produktivnega časa. Izstopata le tretji dan, kjer je bil koeficient največji (1,23), in šesti dan, kjer je bil najmanjši (1,11), predvsem zaradi krajšega snemalnega dne in posledično izpustitve glavnega odmora za malico (tu gre za posnete čase – sicer moramo v neproduktivni čas **vedno šteti** glavni odmor v trajanju 30 min). Čas, porabljen za glavni odmor – malico, je resda predstavljal največji delež neproduktivnega časa, vendar njegov

čas nikoli ni presegel 30 min, kolikor je predviden v 8 urnem delavniku. Se pravi, da bi bilo v tem primeru koeficient neproduktivnega časa težko zmanjšati. Podobno je pri pripravljalnem zaključnem času. Revirni gozdar ima v svojem delovnem dnevu različne naloge, med katerimi je odkazilo le eno izmed mnogih. Njegovo delo poteka tako v pisarni kot tudi na terenu, zato je nerealno pričakovati, da bo delo na terenu opravljal v istih oblačilih kot jih v pisarni.

Tudi koeficienti dodatnega časa so si podobni in se gibljejo med 1 - 3 % produktivnega časa.

Poraba barve je pri pripravi dela za strojno sečnjo večja. Pri strojni sečnji smo porabili za odkazilo na sečnih poteh in v sestoji 2,6 doze/ha, pri sečnji z motorno žago pa bi v podobnih razmerah porabili manj kot 2 dozi/ha. Mogoče bi bilo v prihodnje razmisliti o drugačnih oznakah odkazila, saj križ pri odkazilu na sečnih poteh predstavlja veliko porabo barve. Na 100 m³ drevja, odkazanih na sečnih poteh smo namreč potrebovali 2,9 doze (1,45 l), za odkazilo v sestoji pa le 1,9 doze (0,95l).

Negativni elementi terenske priprave dela so vsekakor vremenske razmere. Slabo, deževno vreme namreč onemogoči delo zunaj, na terenu. Problem ne predstavlja dež, saj imamo zato primerna oblačila, problem so mokra debla, saj se barva, ki jo uporabljamo pri odkazilu nerada obdrži na njih, zato moramo počakati na ugodnejše vreme in suha debla. Revirnega gozdarja moti tudi vonj in drugi nezaželeni stranski učinki (glavobol po daljši uporabi) barve in to sta tudi razloga, da dela ne moramo opravljati ves dan, temveč po delih.

Poraba časa za pripravo dela pri strojni sečnji je bila štirikrat manjša, kot bi jo po normativih revirni gozdar potreboval za klasično odkazilo. Ta ugotovitev našo hipotezo o večji porabi časa za pripravo dela pri strojni sečnji ovrže in kaže na veliko ohlapnost normativa za odkazila drevja v sestoji.

8. POVZETEK

Uvajanje nove tehnologije – strojne sečnje v slovenske gozdove je nov tehnološki izziv. Tako kot je uvajanje motorne žage in mehaniziranega spravila naletelo na številne ovire, se teh tudi sedaj ne moremo izogniti, vendar pa nova tehnologija pomeni izboljšanje delovnih razmer v prihodnje, ob seveda primerni organizaciji dela.

Res je, da se je strojna sečnja razvila v golosečnih sistemih, v sestojih iglavcev manjših dimenzij in na lažjih terenih, vendar ker je tudi v svetu vse večji poudarek na ekologiji in ohranjanju okolja, so se z razvojem tehnologije okretnejši in manjši stroji začeli v vse večji meri pojavljati tudi v Evropi, kjer je poudarek na sonaravnem gojenju gozdov, malopovršinskih tehnikah gojenja gozdov, trajnosti donosov in mnogonamenski rabi gozdov. Tako jih danes najdemo v zelo pestrih terenskih in sestojnih razmerah v redčenjih in sestojih listavcev.

Ker strojna sečnja predstavlja popolnoma nov tehnološki postopek v Sloveniji, je potrebno zato narediti še veliko potrebnih raziskav za uveljavitev tehnologije. Najprej je potrebno docela opredeliti primerne površine za strojno sečnjo glede na primerne terenske in sestojne razmere, saj ima poleg specifičnih slovenskih gozdnih razmer, tudi tehnologija svoje omejitve. Kasneje pridejo na vrsto tudi primerjave med sečnjo z motorno žago in strojno sečnjo, tako z vidika priprave dela, porabe časa, merjenja učinkov in poškodb pri delu ter nazadnje tudi vrednotenje dela.

Z diplomsko nalogo smo spremljali terensko pripravo dela. Opredelili smo vrste nalog, ki so potrebne, preden začnemo izvajati strojno sečnjo. Pokazali smo načine označevanja sestoj in terensko porabo časa za pripravo dela, saj smo predvidevali, da bo slednja večja kot pri sečnji z motorno žago. Predvidevali smo tudi, da bo kompleksnejša in kakovostnejša priprava dela vplivala na večjo racionalnost pri izvedbi del in da bodo skupni stroški priprave dela pri strojni sečnji večji kot pri sečnji z motorno žago.

Objekt opazovanja spada v KE Bohinj (GGO Bled), v gozdnogospodarsko enoto Jelovica in v revir Ribčeva planina. Celoten objekt spada v državne gozdove in ga je revirni gozdar

izbral sam. Časovna študija je potekala v dveh sestojih. Oba sestoja sta po karti opisov sestojev sodila v debeljake, vendar smo jih mi uvrstili drugače. Prvi sestoj (2,76 ha) je predstavljal drogovnjak bukve, ki je predstavljal le polnilni sloj v debeljaku iglavcev z listavci, drugega pa je predstavljal debeljak smreke (6,24 ha). Oba sestoja smo razdelili na stratume zaradi različne težavnosti v pripravi dela, zaradi različnih terenskih in sestojnih razmer.

Snemalni list za časovno študijo smo oblikovali s pomočjo gozdarjev ZGS, območne enote Bled. Poleg časov posameznih elementov dela smo na prošnjo OE Bled snemali še porabo barve, ločeno na porabo na sečnih poteh in v sestoju.

Časovna študija priprave dela se je tako začela s trasiranjem sečnih poti, nadaljevala z odkazilom dreves na sečnih poteh in končala z odkazilom dreves v sestoju. Ti trije elementi so tudi glavne sestavine priprave dela pri strojni sečnji.

Čas smo merili po kontinuirani kronometrični metodi. Pridobljene podatke smo na koncu obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel.

Ugotovljeno je, da je v Sloveniji za strojno sečnjo visoko primernih 8 % slovenskih gozdov (Krč, 2002). Predvidevamo, da ta številka ni dokončna, saj se z razvojem meje tehnologije ves čas širi.

Po podatkih ZGS (Beguš, 2006) imamo danes v Sloveniji 6 strojev za sečnjo in 2 zgibna polprikoličarja.

Priprava dela je ena ključnih nalog za racionalizacijo dela.

Največ časa pri pripravi dela smo porabili za odkazilo drevja v sestoju (51 %), sledi pa mu čas, potreben za trasiranje sečnih poti (19,5 %) in čas, potreben za odkazilo na sečnih poteh (14 %). V polnilnem sloju bukve, ki je bil sicer element debeljaka, smo v primerjavi z mlajšim debeljakom smreke, ki je predstavljal drug sestoj, porabili še enkrat več časa skoraj pri vseh elementih dela. Največja razlika v porabi časa je bila pri trasiranju sečnih

poti, kjer smo v bukovem drogovnjaku porabili 33 % časa, v smrekovem mlajšem debeljaku pa le 8 % časa. Tudi pri odkazilu drevja v sestoju je bilo podobno. V polnilnem sloju bukve smo zanj porabili 40 % časa, v smrekovem debeljaku pa je odkazilo predstavljalo 61 % časa.

Delež produktivnih časov se je gibal med 81 – 90 % snemalnega dne, v povprečju pa je znašal 85 %. Odkazilo drevja v sestoju je predstavljalo 60 % produktivnega časa, trasiranje 24 % in odkazilo na sečnih poteh 16 % produktivnega časa.

Koeficienti neproduktivnih časov so si med seboj podobni. Deleži neproduktivnih časov znašajo okoli 18 % produktivnega časa. Izstopata le tretji dan, kjer je bil koeficient največji (1,23) in šesti dan, kjer je bil najmanjši (1,11), predvsem zaradi krajšega snemalnega dne in posledično izpustitve glavnega odmora za malico. Tudi koeficienti dodatnega časa so si podobni in se gibljejo med 1 - 3 % produktivnega časa.

Pri strojni sečnji smo porabili za odkazilo na sečnih poteh in v sestoju 2,6 doze/ha. Pri ločenem snemanju porabe barve na sečnih poteh in v sestoju je slika drugačna. Na 100 m³ drevja, odkazanih na sečnih poteh smo namreč potrebovali 2,9 doze (1,45 l), za odkazilo v sestoju pa 1,9 doze (0,95l). V primerjavi s sečnjo z motorno žago je tukaj poraba spreja večja.

Poraba časa za pripravo dela pri strojni sečnji je znašala 25,6 ur/9ha. Normativ za odkazilo pri sečnji z motorno žago, ki je sestavljen na podlagi volumna odkazanih dreves v povprečnih slovenskih razmerah znaša 106,03 Nh. Za pripravo del pri strojni sečnji smo porabili štirikrat manj časa. Domneva, da bo poraba časa pri pripravi dela pri strojni sečnji večja, kot je predvidena za odkazilo pri sečnji z motorno žago, smo tako zavrnil.

9. SUMMARY

Implementing a new technology- mechanized cutting into Slovenian forests, presents a new technological challenge. When introducing any new technology (like the chain-saw once upon a time), we cannot avoid hitting many obstacles. But new technology usually means better working conditions in the future, of course along with better organization of work.

Mechanized cutting was developed in clear cutting systems and conifer stands with small dimensions and on easy terrains. In Slovenia, as in the rest of the world, the emphasis is on ecology and preservation of environment. That's why smaller, more agile machines have started appearing in Europe, where the priority are small-area techniques, sustainable development, sustained yield and multiple use. That is why today harvesters can be found in very different stand and terrain conditions and also in broad leaf stands.

Because mechanized cutting represents a new technological process in Slovenia it is necessary to carry out much more research for the technology to break through. First, we have to classify suitable areas for mechanized cutting, taking into consideration terrain and stand conditions, because besides from specific forest conditions in Slovenia, the technology too has it's own limitations. In later stages we have to compare mechanised cutting and chain saw cutting, from view points of work preparation, time consumption, measuring of effects and injuries at work. Finally, we also have to evaluate the work.

In this thesis we have followed the forest operational planning, which means the field work preparation. We decided which tasks needed to be done before we start carrying out mechanized cutting. We demonstrated ways of marking stands and field time consumption for the preparation of work, for we predicted, that the latter will be greater than with the chain saw technique. We also predicted, that a more complex and better work preparation will result in more rational realization of work, and that cumulative costs of work preparation for mechanized cutting will be higher than with chain saw cutting.

The object (forest) we observed is located in KE Bohinj (GGO Bled), GGE Jelovica and region Ribčeva planina. The whole area is owned by the state and was picked by the district ranger. The time study was conducted in two stands. Both stands are classified in the map of stands as stands of mature trees, but we classified them differently. We classified the first stand (2,76 ha) as a pole wood stand of beech, that was only a filling layer in a stand of mature trees of conifers and broadleaved trees. The second stand was classified as a stand of spruce mature trees. We divided both stands into sub-units. The reason were troubles with work preparation, because of different terrain and stand conditions

We designed the sheet of working elements for keeping time with the assistance of foresters of ZGS, OE Bled. Besides times of individual elements of work, we additionally recorded the consumption of color, separately for use on skidding trails and in stands.

The time studies of work preparation begun with tracing skidding trails and continued with marking trees on skidding trails and ended with marking of trees in the stand for felling. These three elements are also the most important ones when preparing work for mechanized cutting.

Time was measured with continuous chronometrical method. Collected data was processed with Microsoft Excel.

It was established (Krč, 2002), that in Slovenia there are 8 percent of forests optimally suited for mechanized cutting (Krč, 2002). This number is not final, because with the development of technology the boundries for optimizing work are constantly expanding. There are more and more harvesters in Slovenia. Judging from data by ZGS, we have 6 harvesters and 2 forwarders in use in Slovenia today (Beguš, 2006).

Our study also demonstrates that work preparation is one of the main tasks for its rationalization.

We spent the most time on marking of trees in the stand (51 %), followed by time for tracing skidding trails (19,5 %) and time needed marking of trees for felling by the skidding trails. In the filling layer of beech in comparison with the mature stand of spruce, we spent 100 % more time on all elements of work. The most striking difference in time consumption was laying-out the skidding trails. In the beech stand we spent 33 % time, but in the spruce stand tracing only took us 8 %. It was similar with marking of trees for felling. In the beech stand it took us 40 % of time, and in the spruce stand 61 %.

We also measured productive time. The percentage of productive time ranges between 81 and 90 % of the recording day, the average being 86 %. Marking of trees for felling took 60 % of productive time, tracing skidding trails 24 % and marking of trees for felling on skidding trails 16 % of our productive time.

The coefficients of non productive times were similar. Non-productive time comprised of about 18 % of our productive time. The only exceptions were the third day, when the coefficient was the highest (1,23) and the sixth day, when the coefficient was lowest (1,11). This happened because we recorded data less time the last day and because we didn't take a lunch break. Coefficients of extra time were similar between the two days and were between 1-3 % of our productive time.

With the technology of mechanized cutting we used 2,6 doses of color per hectar, but we did not use the same amount of color in the stand, or when marking trees for felling by the skidding trail. On 100 m³ of marked trees by the skidding trail, we used 2,9 doses (1,45 l) of color, but in the stand we only used 1,9 doses (0,95 l).

Altogether it took us 25,6 h/9ha for the preparation of work with the mechanized cutting technology. The norm for tree marking for using the chain saw technology consists of the volume of marked trees for felling. In average Slovenian conditions the value would be 106,03 Nh. Altogether, that we spent 4 times less time for work preparation with the mechanized cutting technology. This means that the assumption of this thesis, that we will spend more time on work preparation with the technology of mechanized cutting, wasn't correct.

10. VIRI

- Beguš J. 2005 a. Navodila za pripravo del v sestojih, primernih za strojno sečnjo (SS). Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije – Oddelek za gozdno tehniko: 4 str.
- Beguš J. 2002. Analiza pogledov stroke do uvajanja stroje sečnje v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije. Združenje za gozdarstvo: 83-97
- Beguš J. 2005 b. Analiza dosedanjih aktivnosti in rabe strojne sečnje v Sloveniji, predstavitev na delavnici "Strojna sečnja pri sanaciji podlubnikov in strojna sečnja listavcev", Kočevje, Novo mesto, september 2005, (neobjavljeno).
- Beguš J. 2006. »Število strojev za sečnjo v Sloveniji«. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, CE Ljubljana (osebni vir, 9. mar. 2006)
- Diaci J. 2002. Nekatere predhodne gozdnogojitvene usmeritve pri uvajanju strojne sečnje v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije. Združenje za gozdarstvo: 33-47
- Košir B. 1997. Strojna sečnja. V: Košir B. Pridobivanje lesa: Študijsko gradivo. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani: 91
- Košir B. 2002 a. Tehnološke možnosti strojne sečnje. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 7-20
- Košir B. 2002 b. Vpliv strojne sečnje na sestoj in gozdna tla. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 66-82

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

Košir B. 2004 b. Učinki dela pri strojni sečnji. V: Gozdarski vestnik 62, 1: 19-24

Košir B. 2004 c. Priprava dela za strojno sečnjo. V: Gozdarski vestnik 62, 1: 25-31

Krč J. 2002. Sestojne in terenske možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 21-32

Krč J. 2004. Analiza jakosti možnih sečenj z vidika uvajanja sodobnih tehnologij gozdnega dela na severnem predelu Slovenije. V: Gozdarski vestnik 62, 1: 12-18

Lipoglavšek M. 2003. Terminologija strojne sečnje. V: Gozdarski vestnik 61, 1: 53

Lipoglavšek M. 2002. Ergonomski vidiki strojne sečnje. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 57-65

Medved M. 2001/2002. Standardi za opravljanje nalog javne gozdarske službe. 1. del: Analiza stanja in standardov za strokovni kader: raziskovalni projekt. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 1 CDROM

Papler-Lampe V. 2004. Gojitveni pristop pri pripravi dela za strojno sečnjo. V: Gozdarski vestnik 62, 1: 32-37

Veselič Ž. 2004. Prispevek k razmišljanju o gojitvenih vidikih strojne sečnje v slovenske gozdove. V: Gozdarski vestnik 62, 1: 41-43

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

Forwarders – John Deer

http://www.deere.com/en_US/cfd/forestry/deere_forestry/media/pdfs/forwarders/1010D_1110D_1410D_1710DForw.pdf (9. mar. 2006)

Wheeled harvesters – John Deer

http://www.deere.com/en_US/cfd/forestry/deere_forestry/media/pdfs/harvesters/wheeled/1070D-1270D.pdf (9. mar. 2006)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Janezu Krču za skrbne in hitre preglede ter nasvete, vodstvo ter vzpodbujanje pri izdelavi diplomske naloge. Hvala recenzentu, izr. prof. dr. Boštjanu Koširju, za recenzijo.

Iskreno se zahvaljujem Alešu Poljancu, ki je veliko pripomogel, da so se časovna snemanja priprave dela za strojno sečnjo sploh začela ter hvala za vrsto drugih informacij in podatkov.

Hvala revirnemu gozdarju Martinu Cerkovniku (KE Bohinj) za izvedbo praktičnega dela diplomske naloge in za vso drugo pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala Juriju Begušu (ZGS, CE Ljubljana) za podatke o strojni sečnji.

Zahvaljujem se tudi domačim za vso potrpežljivost v času študija, za vso pomoč in skrb. Sestrica, zdaj si ti na vrsti!

Hvala Samotu za pomoč pri računalniških problemih, rešil si 5 kg mojih živcev.

Ne smem pa pozabiti tudi na sošolce, ki smo 4 leta skupaj gulili šolske klopi, si med seboj pomagali in vzpodbujali. Hvala obema Mickama, Boštjanu, Roku, Ferdiju, Gučku, Aljažu, Urški (hvala za preglede različnih pisnih nalog),... Hvala vam za najlepša študijska leta!!!

Hvala tudi vsem, ki sem jih pozabila omeniti.

PRILOGE:

PRILOGA A: Analiza porabe časa pri pripravi dela prvega dne v min/ha, delo v listavcih

PRODUKTIVNI ČAS		
Glavni produktivni čas		
Ogled sestoja	Izločitev mej	
	Smer spravila	
	Določitev skladišč	
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	74:46
	Izvozne poti	
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	26:42
	Izvozne poti	
Odkazilo drevja v sestoju	Izbiralna sečnja	
SKUPAJ		101:28
Pomožni produktivni čas	Prehod v sestoju	
	Kontrola m ³	
SKUPAJ		
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		101:28
NEPRODUKTIVNI ČAS		
Zaradi pogojev dela	Posvet	
Zaradi delavca	Odmori	9:34
	Osebnne potrebe	0:23
Ostali neproduktivni čas		1:22
SKUPAJ		11:19
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		1:30
Prihod na delo (od avtomobila)		0:42
Priprava orodja		0:26
Pospravljanje orodja		0:06
Odhod (do avtomobila)		3:56
SKUPAJ		6:41
VSOTA (min/ha)		119:28
		%
Produktivni čas		85
Neproduktivni čas		9
Pripravljalno zaključni čas		6
Koeficient neproduktivnega časa		1,18
Koeficient dodatnega časa		1,02

PRILOGA B: Analiza porabe časa pri pripravi dela drugega dne v min/ha, delo v listavcih in iglavcih

PRODUKTIVNI ČAS			
Glavni produktivni čas			
Ogled sestoja	Izločitev mej		
	Smer spravila		
	Določitev skladišč		
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	11:33	10:00
	Izvozne poti		
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	6:41	19:16
	Izvozne poti		
Odkazilo drevja v sestoju	Izbirna sečnja		
SKUPAJ		18:14	29:15
Pomožni produktivni čas			
	Prehod v sestoju		0:47
	Kontrola m ³		0:09
SKUPAJ			0:56
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		18:14	30:11
NEPRODUKTIVNI ČAS			
Zaradi pogojev dela	Posvet		
Zaradi delavca	Odmori		2:55
	Osebnne potrebe		0:20
Ostali neproduktivni čas		0:08	0:22
SKUPAJ		0:08	3:37
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS			1:10
Prihod na delo (od avtomobila)			0:12
Priprava orodja			0:22
Pospravljanje orodja			0:04
Odhod (do avtomobila)			0:41
SKUPAJ			2:29
VSOTA (min/ha)		18:22	36:17
%	Skupaj	%	%
Produktivni čas	86	99	83
Neproduktivni čas	8	1	10
Pripravljalno zaključni čas	6	0	7
Koeficient neproduktivnega časa	1,16	1,01	1,20
Koeficient dodatnega časa	1,02	1,01	1,02

PRILOGA C: Analiza porabe časa pri pripravi dela tretjega dne v min/ha, delo v listavcih

PRODUKTIVNI ČAS		
Glavni produktivni čas		
Ogled sestoja	Izločitev mej	
	Smer spravila	
	Določitev skladišč	
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo drevja v sestoji	Izbiralna sečnja	73:57
SKUPAJ		73:57
Pomožni produktivni čas		
	Prehod v sestoji	
	Kontrola m ³	
SKUPAJ		
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		73:57
NEPRODUKTIVNI ČAS		
Zaradi pogojev dela	Posvet	
Zaradi delavca	Odmori	7:47
	Osebne potrebe	0:28
Ostali neproduktivni čas		0:06
SKUPAJ		8:21
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		4:29
Prihod na delo (od avtomobila)		0:04
Priprava orodja		0:17
Pospravljanje orodja		0:05
Odhod (do avtomobila)		3:43
SKUPAJ		8:39
VSOTA (min/ha)		90:57
		%
Produktivni čas		81
Neproduktivni čas		9
Pripravljalno zaključni čas		10
Koeficient neproduktivnega časa		1,23
Koeficient dodatnega časa		1,01

PRILOGA D: Analiza porabe časa pri pripravi dela četrtega dne v min/ha, delo v listavcih in iglavcih

PRODUKTIVNI ČAS			
Glavni produktivni čas			
Ogled sestoja	Izločitev mej		
	Smer spravila		
	Določitev skladišč		
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti		
	Izvozne poti		
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti		
	Izvozne poti		
Odkazilo drevja v sestoju	Izbiralna sečnja	30:40	25:42
SKUPAJ		30:40	25:42
Pomožni produktivni čas			
	Prehod v sestoju		0:10
	Kontrola m ³		
SKUPAJ			0:10
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		30:40	25:52
NEPRODUKTIVNI ČAS			
Zaradi pogojev dela	Posvet		
Zaradi delavca	Odmori		3:16
	Osebnne potrebe	0:11	
Ostali neproduktivni čas		0:03	0:40
SKUPAJ		0:14	3:57
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		2:30	0:29
Prihod na delo (od avtomobila)		0:10	0:07
Priprava orodja		0:05	0:10
Pospravljanje orodja			0:07
Odhod (do avtomobila)			1:08
SKUPAJ		2:45	2:01
VSOTA (min/ha)		33:39	31:50
	Skupaj	%	%
Produktivni čas	84	91	81
Neproduktivni čas	9	1	13
Pripravljalno zaključni čas	7	8	6
Koeficient neproduktivnega časa	1,18	1,10	1,23
Koeficient dodatnega časa	1,02	1,01	1,03

PRILOGA E: Analiza porabe časa pri pripravi dela petega dne v min/ha, delo v iglavcih

PRODUKTIVNI ČAS		
Glavni produktivni čas		
Ogled sestoja	Izločitev mej	
	Smer spravila	
	Določitev skladišč	
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo drevja v sestoji	Izbiralna sečnja	37:59
SKUPAJ		37:59
Pomožni produktivni čas		
	Prehod v sestoji	
	Kontrola m ³	0:10
SKUPAJ		0:10
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		
NEPRODUKTIVNI ČAS		
Zaradi pogojev dela	Posvet	
Zaradi delavca	Odmori	3:16
	Osebne potrebe	0:11
Ostali neproduktivni čas		0:08
SKUPAJ		3:35
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		
Prihod na delo (od avtomobila)		0:20
Priprava orodja		0:10
Pospravljanje orodja		0:04
Odhod (do avtomobila)		0:46
SKUPAJ		3:14
VSOTA (min/ha)		
		44:57
		%
Produktivni čas		85
Neproduktivni čas		8
Pripravljalno zaključni čas		7
Koeficient neproduktivnega časa		1,18
Koeficient dodatnega časa		1,01

PRILOGA F: Analiza porabe časa pri pripravi dela šestega dne v min/ha, delo v iglavcih

PRODUKTIVNI ČAS		
Glavni produktivni čas		
Ogled sestoja	Izločitev mej	
	Smer spravila	
	Določitev skladišč	
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo drevja v sestoji	Izbiralna sečnja	15:19
SKUPAJ		15:19
Pomožni produktivni čas		
	Prehod v sestoji	
	Kontrola m ³	0:12
SKUPAJ		0:12
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		
NEPRODUKTIVNI ČAS		
Zaradi pogojev dela	Posvet	
Zaradi delavca	Odmori	
	Osebne potrebe	0:24
Ostali neproduktivni čas		0:06
SKUPAJ		0:30
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		
Prihod na delo (od avtomobila)		0:26
Priprava orodja		0:08
Pospravljanje orodja		0:03
Odhod (do avtomobila)		0:06
SKUPAJ		1:16
VSOTA (min/ha)		
		17:16
		%
Produktivni čas		90
Neproduktivni čas		3
Pripravljalno zaključni čas		7
Koeficient neproduktivnega časa		1,11
Koeficient dodatnega časa		1,03

PRILOGA G: Snemalni list

PRODUKTIVNI ČAS		Poraba časa
Glavni produktivni čas		
Ogled sestoja	Izločitev mej	
	Smer spravila	
	Določitev skladišč	
Trasiranje sečnih poti	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo na sečnih poteh	Sečne poti	
	Izvozne poti	
Odkazilo drevja v sestoji	Izbiralna sečnja	
SKUPAJ		
Pomožni produktivni čas	Prehod v sestoji	
	Kontrola m ³	
SKUPAJ		
SKUPAJ PRODUKTIVNI ČAS		
NEPRODUKTIVNI ČAS		
Zaradi pogojev dela	Posvet	
Zaradi delavca	Odmori	
	Osebne potrebe	
Ostali neproduktivni čas		
SKUPAJ		
PRIPRAVLJALNO ZAKLJUČNI ČAS		
Prihod na delo (od avtomobila)		
Priprava orodja		
Pospravljanje orodja		
Odhod (do avtomobila)		
SKUPAJ		
VSOTA		