

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

Marko OPEKA

**STRUKTURA ČASOV IN UČINKI PRI SPRAVILU
LESA Z VEČBOBENSKIM ŽIČNIM ŽERJAVOM
SYNCROFALKE 3 t S PROCESORSKO GLAVO
WOODY 60**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana 2008

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

Marko OPEKA

**STRUKTURA ČASOV IN UČINKI PRI SPRAVILU LESA Z
VEČBOBENSKIM ŽIČNIM ŽERJAVOM SYNCROFALKE 3 t S
PROCESORSKO GLAVO WOODY 60**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE STRUCTURE OF TIMES AND EFFECTS IN SKIDDING WOOD
WITH CABLE CRANE SYNCROFALKE 3 t WITH WOODY 60
PROCESSOR HEAD**

GRADUATION THESSIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.. Opravljeno je bilo na katedri za gozdno tehniko in ekonomiko Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete. Meritve so bile opravljene na območju delovanja Soškega gozdnega gospodarstva od poletja 2006 do zime 2008.

Komisija za študijska in študentska vprašanja na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je na seji, dne 28.8.2006, sprejela predlagano temo in določila za mentorja prof. dr. Boštjana Koširja in za recenzenta doc. dr. Janeza Krča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Marko Opeka

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK GDK $377.1/.2+301(043.2)=163.6$
KG
KK Syncrofalke/Woody 60/učinki/spravilo lesa/neproductivni čas/žični žerjavi
AV OPEKA, Marko
SA KOŠIR, Boštjan (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI 2008
IN STRUKTURA ČASOV IN UČINKI PRI SPRAVILU LESA Z VEČBOBENSKIM ŽIČNIM ŽERJAVOM SYNCROFALKE 3 t S PROCESORSKO GLAVO WOODY 60
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP VII, 58 str., 19 pregl., 16 sl., 3 pril., 21 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI

Diplomsko delo se ukvarja s strukturo časov in učinki pri žičnem spravilu s Syncrofalke v kombinaciji s procesorsko glavo Woody 60. Na devetih deloviščih je bila ugotovljena odvisnost produktivnih časov spravila in izdelave sortimentov od razdalje vlačjenja, višine vozička nad deloviščem, razdalje zbiranja, mase bremena in števila izdelanih kosov iz enega bremena. Na podlagi meritev je izračunan volumen in masa posameznega bremena ter analizirano povprečno breme ločeno za iglavce in listavce. Za spravilo in izdelavo sortimentov je analizirana struktura produktivnih in neproductivnih časov, ki se pojavljajo med proizvodnim procesom. Dnevne učinki so prikazani s pomočjo faktorja neproductivnega časa, produktivnih časov in celotnega učinka. Uporabljena regresijska enačba zelo dobro ponazarja dnevne učinke, ki so odvisni od razdalje vlačjenja, višine vozička, razdalje zbiranja in števila izdelanih kosov iz bremena. Prikazana je primerjava učinka med žičnico in procesorjem, s čimer dobimo dobro predstavo o medsebojni usklajenosti obeh naprav.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN GT

DC FDC

CX

CC Syncrofalke/Woody 60/skidding/effects/unproductive time/cable crane

AU OPEKA, Marko

AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and
renewable forest resources obnovljive gozdne vire

PY 2008

TI The structure of times and effects in skidding wood with cable crane Syncrofalke
3 t with Woody 60 processor head

DT Graduation thesis (University studies)

NO VII, 58 p., 19 tab., 16 fig., 3 ann., 21 ref.

LA sl

AL sl/en

AB

The following diploma deals with the structure of times and effects by the Syncrofalke cable crane in combination with the Woody 60 processor head. On nine working units we tried to figure out the dependence between productive times of skidding and tree processing, from the skidding distance, height of the carriage above the place of work, lateral distance and weight of load to the number of pieces made out of one load. On the basis of measurements we calculated the volume and weight of the particular load and analysed the average load for conifers and deciduous trees separated. For skidding and tree processing the structure of productive and unproductive times is analysed, which appear during the technological process. Daily effects are presented with help of unproductive-time-factor, productive times as well as the overall effect. The regression equation, used in diploma, excellent illustrates the daily effects, which depend on the skidding distance, height of the carriage, lateral distance and the number of pieces made out of one load. The comparison of the effect between cableway and processor is illustrated as well, so that we can imagine the mutual consistency between both devices.

KAZALO VSEBINE

1 Uvod	1
2 Namen naloge	2
3 Dosedanje raziskave	3
4 Hipoteze	6
5 Metode dela	7
5.1 Splošno	7
5.2 Metoda snemanja	8
5.3 Objekti meritev	9
5.4 Tehnične značilnosti stroja in naprav	12
5.5 Statistična obdelava podatkov	16
6 Rezultati	17
6.1 Žičnica	17
6.1.1 Prazna vožnja	17
6.1.2 Zbiranje lesa	18
6.1.3 Polna vožnja	20
6.1.4 Odvezovanje lesa	22
6.1.5 Produktivni čas ciklusa žičnice	23
6.2 Procesor	26
6.2.1 Odpenjanje	26
6.2.2 Izdelava sortimentov	26
6.2.3. Prekladanje lesa	28
6.2.4 Prekladanje sečnih ostankov	30
6.2.5 Produktivni čas ciklusa pri procesorju	31
6.3 Analiza bremen	32
6.3.1 Volumen in masa bremena ter število izdelanih sortimentov	35
6.4 Struktura produktivnega in neproduktivnega časa	37
6.4.1 Struktura produktivnega časa	38
6.4.2 Struktura neproduktivnega časa	39
6.5 Učinki	41
6.5.1 Dejanski učinki na žičnici	41
6.5.2 Pričakovani učinki na žičnici	43
6.5.3 Primerjava učinkov med žičnico in procesorjem glede na produktivni čas	46
7 Razprava in sklepi	47
7.1 Razprava	47
7.2 Sklepi	50
8 Povzetek	52
9 Literatura in viri	53
10 Zahvala	55
11 Priloge	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Nekateri parametri po posameznih linijah.....	12
Preglednica 2: Odvisnost produktivnega časa prazne vožnje ciklusa od razdalje vlačjenja	17
Preglednica 3: Odvisnost produktivnega časa zbiranja od razdalje zbiranja in višine vozička	19
Preglednica 5: Produktivni čas odpenjanja lesa	22
Preglednica 6: Odvisnost produktivnega časa ciklusa od razdalje vlačjenja, višine vozička, razdalje zbiranja in števila izdelanih kosov iz bremena	23
Preglednica 7: Odvisnost produktivnega časa ciklusa izdelave sortimentov od mase bremena in števila izdelanih kosov	27
Preglednica 8: Odvisnost produktivnega časa prekladanja lesa od mase bremena	28
Preglednica 9: Odvisnost produktivnega časa prekladanja ostankov od mase bremena.....	30
Preglednica 10: Odvisnost produktivnega časa procesorja od števila izdelanih kosov iz bremena in teže bremena	31
Preglednica 11: Struktura bremen iglavcev in listavcev glede na število izdelanih sortimentov, volumen, maso in relativni delež.....	33
Preglednica 12: Odvisnost volumna bremena od števila izdelanih kosov.....	35
Preglednica 13: Odvisnost mase bremena od mase povprečnega kosa izdelanega iz bremena	36
Preglednica 14: Struktura produktivnega časa žičnice	38
Preglednica 15: Struktura produktivnega časa procesorja.....	39
Preglednica 16: Struktura dodatnega časa žičnice.....	39
Preglednica 17: Struktura dodatnega časa procesorja	40
Preglednica 18: Teoretična struktura produktivnih in neproduktivnih časov.....	42
Preglednica 19: Odvisnost normativa od mase bremena, razdalje vlačjenja, višine vozička in razdalje zbiranja.....	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Postavljena linija za žično spravilo s Syncrofalke (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008).....	10
Slika 2: Žičnica Syncrofalke na kamionu MAN TGA 33. 440 6x4 BB (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008).....	13
Slika 3: Procesorska glava Woody 60 na žičnici Syncrofalke (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008)	16
Slika 4: Odvisnost produktivnega časa zbiranja od razdalje zbiranja in višine vozička.....	19
Slika 5: Odvisnost produktivnega časa polne vožnje od razdalje vlačjenja.....	21
Slika 6: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in višino vozička nad deloviščem pri razdalji zbiranja 10 m in 5-ih izdelanih kosih iz enega bremena.....	24
Slika 7: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in razdalje zbiranja pri višini vozička nad deloviščem 20 m in 5-ih izdelanih kosov iz enega bremena.....	25
Slika 8: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in številom izdelanih kosov iz enega bremena pri višini vozička nad deloviščem 20 m in razdalji zbiranja 10 m....	26
Slika 9: Odvisnost produktivnega časa izdelave sortimentov od mase bremena in števila izdelanih kosov.....	28
Slika 10: Odvisnost produktivnega časa prekladanja lesa od mase bremena.....	29
Slika 11: Odvisnost produktivnega časa prekladanja ostankov od mase bremena.....	31
Slika 12: Odvisnost produktivnega časa procesorja od števila izdelanih kosov iz bremena in teže bremena.....	32
Slika 13: Odvisnost volumna bremena od števila izdelanih kosov.....	36
Slika 15: Odvisnost učinka od razdalje vlačjenja in zbiranja pri povprečni masi bremena 1,39 t in povprečni višini vozička 17m.....	44
Slika 16: Odvisnost učinka od razdalje vlačjenja in zbiranja pri povprečni masi bremena 1,39 t in povprečni višini vozička 17 m.....	45

KAZALO PRILOG

Priloga A: Snemalni list za spravilo lesa z žičnico Syncrofalke	56
Priloga B: Snemalni list za dodelavo z Woody 60	57
Priloga C: Snemalni list za merjenje učinkov	58

1 UVOD

Nove tehnologije so zadnja leta stalnost v gozdarstvu. Tako imamo v Sloveniji že kar nekaj gozdarskih gospodarskih družb, ki se ukvarjajo s strojno sečnjo in izpodrivajo klasično traktorsko spravilo. Podobne spremembe se dogajajo tudi na terenih, ki so primerni za žičnično spravilo. Klasični žični žerjavi počasi odhajajo v pozabo. Večbobenski žični žerjavi s stolpom, kot so URUS, MINI URUS ali TVS dandanes verjetno čakajo pred kakšno mehanično delavnico, v kolikor jih niso že pokupili gozdarji iz manj razvitih držav.

Soško gozdno gospodarstvo za spravilo na žičničnih terenih že desetletje uporablja najsodobnejše večbobenske žične žerjave s stolpi tipa Syncrofalke avstrijskega proizvajalca Mayr-Melnhof. Od leta 2006 naprej pa se za izdelavo in dodelavo sortimentov na rampnem prostoru v kombinaciji z žičnico uporablja tudi procesorska glava. Na območju SGG-ja danes obratujeta že dva Syncrofalka, ki sta opremljena s procesorjem tipa Woody 60, proizvajalca Konrad.

Ker gre torej za povsem nove oblike tehnologij v našem prostoru je jasno, da se pojavljajo določena vprašanja in neznanke, kot so: priprava dela, tehnika dela pri poseku in spravilu, izbira primernega stojišča, umik ali odvoz sečnih ostankov ter seveda struktura časov in učinki pri spravilu lesa in izdelavi sortimentov. Prav slednje nas je zanimalo v pričujočem diplomskem delu.

2 NAMEN NALOGE

Na podlagi časovne študije in izmere učinkov ugotoviti strukturo časov v posameznih fazah ciklusa pri spravilu in izdelavi sortimentov. Zanimal nas je delež glavnega produktivnega, pomožnega produktivnega in neproduktivnega časa v sami strukturi delavnika. Bili smo pozorni tudi na način dela, sestavo ekipe delavcev in primernost tehnike spravila in izdelave sortimentov. V nadaljevanju bomo poskušali podati določene usmeritve.

Prav tako smo na podlagi regresijskih izračunov ugotavljali, kako na učinke vplivajo razne neodvisne spremenljivke, kot so: razdalja zbiranja, razdalja vlačjenja, debelina posameznega kosa v bremenu in njegova masa. Preučili smo nekatere odnose, ki vladajo med žičnico in procesorjem, podali deleže izkoriščenosti in usklajenosti delovanja obeh naprav ter opozorili na morebitna ozka grla v proizvodnem procesu.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Kljub temu, da je bilo v preteklosti o žičnih napravah že veliko povedanega, se o učinkih s Syncrofalki ni prav veliko pisalo. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja so prav na območju Soškega gozdnega gospodarstva organizirali obsežne časovne študije spravila lesa s klasičnimi gravitacijskimi žičnimi žerjavi. Šlo je za večletne meritve, kjer se je merilo tako spravilo navzgor, kot navzdol, s ciljem določiti normative spravila in prestavljanja klasičnih žičnih žerjavov.

Bolj sorodne študije se nanašajo na večbobenske žične žerjave s stolpi starejših izvedb. Te vrste sta URUS in Mini URUS. Košir je za te naprave ugotavljal odvisnost učinka od razdalje vlačjenja in velikosti povprečnega kosa v bremenu, v nekaterih primerih pa tudi razdalje zbiranja (Košir, 1985). Ugotovil je, da pri večjih razdaljah lahko pričakujemo tudi večje breme. Prav tako na velikost kosa v bremenu vpliva število uporabljenih žičnih zank in način zbiranja v navezi – ob povprečni izkoriščenosti dosegamo večje breme in posledično boljšo izkoriščenost vozička. Izračunal je regresijske odvisnosti porabljenih časov: od razdalje vlačjenja in zbiranja, naklona linije, števila kosov v bremenu in teže bremena. Za posamezne naprave je vpliv razdalje vlačjenja in zbiranja značilen, vendar različno velik. Število kosov povečuje produktivni čas ciklusa, prav tako ga degresivno povečuje naklon linije. Pri večjih bremenih se produktivni čas manjša.

Študija učinkovitosti večbobenskega žičnega žerjava Moxy na kratkih razdaljah je bila narejena za primer Selbu, Norveška (Košir, 1988). Vrednost študije je predvsem v tem, da je spravilo večinoma potekalo po drevesni metodi, v kombinaciji s procesorjem, ki je drevesa obdeloval ob kamionski cesti, pri stojišču žerjava. Ekipa je bila tričlanska: strojnik žičnice, zapenjalec in strojnik na procesorju. Cilj raziskave je bil analizirati produktivne čase delovnih operacij in velikosti bremena ter posledično izračun dnevni učinkov. Kot odvisne spremenljivke so se obravnavale: prazna vožnja, zbiranje, polna vožnja, odlaganje in produktivni čas ciklusa. Neodvisne spremenljivke so bile: razdalja vlačjenja, razdalja zbiranja, naklon terena, število kosov in teža bremena. V regresijskih izračunih je bila najbolj značilna razdalja vlačjenja, sledi število dreves v bremenu, teža bremena, razdalja zbiranja in naklon terena. Ugotovljeni so bili učinki okrog 10 ton/uro produktivnega časa, kar je za 15–70 % manj, kot so pokazale prejšnje raziskave. Če pa produktivnost izrazimo v normadneh/tono,

dobimo celo nekaj večjo produktivnost, saj je bila ekipa v starejših raziskavah vedno petčlanska.

V Sloveniji se je s časovno študijo Syncrofalka prvi ukvarjal Valjavec v svoji diplomski nalogi. Meril je izkoriščenost koledarskega in delovnega časa ter dnevne učinke (Valjavec, 1998). Podobno diplomsko delo je izdelal Rupnik, ki je meril dnevne učinke in sestavo delavnika iz produktivnega, pomožnega produktivnega in neproduktivnega časa (Rupnik, 2001). Njegovo delo temelji na merjenju ciklusov iz šestih različnih linij na Tolminskem GGO. Podatke je ločeval glede na smer spravila: tri linije in 349 ciklusov za spravilo navzgor ter tri linije in 362 ciklusov za spravilo navzdol. Ugotovil je, da je produktivni čas polne in prazne vožnje odvisen od razdalje vlačjenja. Čas zbiranja je odvisen od mase povprečnega kosa v bremenu in razdalje zbiranja, čas odpenjanja pa od mase povprečnega kosa v bremenu. Vsi naštetni dejavniki pa združeni značilno vplivajo na produktivni čas celotnega ciklusa. Večja masa kosa skrajšuje čas ciklusa, večji razdalji zbiranja in vlačjenja pa čas podaljšujeta. Izmerjen dnevni učinek se je gibal od 39,3 do 103,7 t za spravilo navzgor in 57,7 do 91,0 t za spravilo navzdol. Razlika med spravilom navzgor in navzdol je minimalna in še to avtor pojasnjuje z različno strukturo delavnika med obema vrstama spravila.

Podatke Valjavca in Rupnika je za izračun časov montaže, demontaže in spravila povzel Košir ter izračunal kalkulacije stroškov (Košir, 2003). Predstavil je čase montaže in demontaže, v odvisnosti od dolžine linije in števila vmesnih podpor. Montaža linije za spravilo navzdol se malenkostno razlikuje od montaže linije za spravilo navzdol. Največje razlike, v povprečju skoraj 100 % povečanje časov, pa se pojavijo pri linijah z nameščenimi vmesnimi podporami. Ugotovljeno je bilo, da na dnevne učinke močno vpliva sama gostota odkazila, merjena v m^3/m' linije. Pri gostoti odkazila $0,1 m^3/m'$ ali manj, dnevni učinki, ne glede na dolžino linije ali smer spravila, ne presegajo $50 m^3$. V kolikor je gostota $1 m^3/m'$ ali več pa so dnevni učinki praviloma celo večji od $120 m^3$. V letu 1996 je bila koledarska struktura Syncrofalka v Sloveniji naslednja: 60 % spravila, 13 % montaže in demontaže, 3 % selitve, 11 % popravila, 1 % slabo vreme, 6 % dopust, 3 % bolniška in drugo 2 %. Na stroške spravila v veliki meri vpliva koncentracija odkazila na liniji, kar je neposredno povezano z dnevnimi učinki. Izračunano je bilo, da stroški spravila na linijah z odkazilom pod $0,5 m^3/m'$ niso sprejemljivi z ekonomskega stališča.

V letih 2002, 2003 in 2004 je skupina z gozdarskega inštituta opravila podrobne meritve strukture delovnika in učinkov na treh strojih tipa Syncrofalke v Sloveniji (Klun, Ogris, Medved, 2004). Posneli so 1675 ciklusov na 25-ih linijah. Povprečna struktura produktivnega časa je bila naslednja: 12,7 % prazna vožnja, 21,9 % polna vožnja, 45,1 % zbiranje, 9,1 % odvezovanje, 3,3 % delo v skladišču, 0,7 % delo v sečišču, 3,1 % dodatni čas stroja, 0,3 % dodatni čas delavca in 3,8 % za dodatni čas dela na skladišču. Trajanje zastojev po tipih vzroka pa je bilo sledeče: 1,7 % nadzor, 12,4 % nakladanje kamiona, 1,6 % oddihi in fiziološke potrebe, 0,9 % odmori, 6,1 % okvare, 17,2 % ovire, 2,1 % pogovor, 24,2 % popravila, 1,7 % preobremenitev, 5,6 % prenos delovnih sredstev, 13,6 % žične vrvi, 9,7 % vzdrževanje, 2,9 % dolivanje goriva in 0,3 % prehod. Na podlagi teh meritev je bil podan tudi predlog novih normativov za velike večbobenske žične žerjave 1. b – VVŽŽ 1. b (razlaga sprememb in dopolnitev Odredbe o določitvi normativov za dela v gozdovih). Podani sta bili normativni enačbi za spravilo navzgor in navzdol. Predstavljeni pa so bili tudi učinki za enačbo glede na horizontalno razdaljo vlačjenja, s predpostavljenimi povprečnimi vrednostmi za maso sortimenta v bremenu (0,2 t) in razdaljo zbiranja (20 m). Učinki se glede na razdaljo vlačjenja za spravilo navzgor gibljejo od 73 m³ do 50 m³ in za spravilo navzdol od 78 m³ do 41 m³. Če normativ primerjamo z do sedaj veljavnim normativom za Urus, lahko vidimo, da naj bi bil učinek pri spravilu navzgor za Syncrofalke za kar od 45 do 213 % višji, kot izračunani učinek za Urus.

4 HIPOTEZE

V diplomskem delu smo si postavili določene delovne hipoteze.

- Drevesna metoda spravila z Syncrofalke je učinkovitejša od sortimentne metode.
- Vrsta in debelina drevja vplivata na strukturo časov in posledični na učinke pri spravilu.
- Delo žičnice pri spravilu in procesorja pri izdelavi ni popolnoma usklajeno.
- Obstaja razlika pri obremenjenosti procesorja in žičnice med listavci in iglavci.

5 METODE DE LA

5.1 SPLOŠNO

Terenske meritve so potekale od avgusta 2006, do januarja 2008. Odločili smo se, da posnamemo čim bolj realne razmere spravila s Syncrofalke in obdelave s procesorsko glavo. In sicer tako, da v snemanja zajamemo čim več raznolikih linij in s tem pogojev spravila, ki so neposredno vezani na koledarski čas. Tako smo v meritve zajeli delovišča v gorskih, zelo težavnih terenih, pa vse do nižinskih, zimskih delovišč, ki so praviloma položnejša. Vse linije na katerih smo merili učinke spravila in izdelave sortimentov, so bile izbrane naključno. Prav tako sta bila naključno izbrana dan in ura snemanja na posamezni liniji. Nikoli nismo snemali celotnega delovnika, saj smo se osredotočili predvsem na strukturo časov pri samem spravilu in izdelavi sortimentov.

Meritve so bile opravljene v severozahodni Sloveniji, predvsem na Idrijskem in Cerkljanskem, ena linija pa je bila posneta na območju Tržiča, nad Jelendolom. V meritve smo zajeli 9 različnih linij. Od tega je bila ena linija spravilo navzdol, ostale pa spravilo navzgor. Izločili smo 217 uporabnih ciklusov spravila, ki se kontinuirano navezujejo na obdelavo in izdelavo sortimentov s procesorsko glavo in jim pripadajo ustrezna bremena. Med obdelavo podatkov nismo delali razlik med obema vrstama spravila. V prvi vrsti zato, ker nismo imeli primerljivega števila podatkov med spravilom navzgor in navzdol, deloma pa tudi zato, ker je delež linij s spravilom navzdol zelo majhen in na letni ravni ne presega 20 % vsega spravila. Domneva se tudi, da sama smer spravila bistveno ne vpliva na učinke spravila – večjo težo ima tukaj priprava ustreznega stojišča žičnice in pravilno trasirana linija. Pri spravilu navzdol se namreč dogaja, da ima strojnik velike težave pri spuščanju lesa na rampni prostor, saj lahko pride do zdrsa bremena in posledično do poškodbe žičnega žerjava ali celo poškodbe delavca. Zaželeno je tudi, da trasa linije ne poteka pravokotno na plastnice, temveč gre nekoliko nagnjeno v levo ali desno. S tem se prepreči valjenje kamenja in sortimentov direktno proti žičnemu žerjavu.

Ekipa delavcev na stroju je bila tričlanska. Sestavljali so jo strojnik, zapenjalec in sekač. Vsi so bili usposobljeni tako za delo z žičnico, dvigalom in procesorjem, kot tudi za upravljanje

vozička z daljincem in za delo z motorno žago. Praviloma so si delovna mesta izmenjavali na vsako zaključeno linijo. Odkazano drevje na liniji so si vnaprej sami posekali, sledila je montaža in spravilo. V odvisnosti od naklon terena in debeline odkazanega drevja so lahko določen delež dreves podrli tudi med samim spravilom. Tako se predvsem prepreči zdrs drevesa iz dosega žičnice, ali pa se s pomočjo vlačilne vrvi drevo usmerjeno podre iz smeri mladovja.

5.2 METODA SNEMANJA

Po izbrani metodi smo merili vse glavne in pomožne čase, vse odmore, oddihe, zastoje zaradi delavca, organizacije ali stroja ter vsa popravila in vzdrževanja, ki niso bila daljša od 15 minut. Pripravljalnega in zaključnega časa ter glavnega odmora nismo merili. V kolikor je bil zastoj daljši od 15 minut, smo z meritvami prekinili in jih nadaljevali, ko je stekel produktivni čas ciklusa. Snemalec žičnice je potreboval tudi podatke o razdalji vlačjenja, višini vozička nad deloviščem in dolžini privlačenja do linije. Podatke o razdalji vlačjenja in višine vozička smo pridobili kar od same žičnice, saj računalnik samodejno računa razdalje na vlačilni vrvi. Razdalje zbiranja pa je bilo potrebno oceniti. Razdaljo vlačjenja in višino vozička smo zaokrožili na 5 m natančno, razdaljo zbiranja pa smo do dolžine 5 m ocenjevali z metrsko natančnostjo, od 5 m naprej pa smo jo prav tako zaokroževali na 5 m. Kljub temu da se v kombinaciji s procesorsko glavo praviloma uporablja drevesna metoda spravila, pa so predvsem za debelejša drevesa večkrat primernejše tudi sortimentna, debelna ali poldebelna metoda. To pomeni predvsem, da je bilo nemogoče vsakemu ciklusu dodeliti po eno drevo z ustrežno prostornino. Zato smo bremena ločevali le po iglavcih ali listavcih ter po številu izdelanih sortimentov iz vsakega bremena na rampnem prostoru. V kolikor so bili v bremenu iglavci in listavci, smo ga označili po prevladujočih sortimentih (mešano breme smo imeli le v enem primeru).

Snemalna ekipa je bila tričlanska, sestavljena iz merilca časov žičnice, merilca časov procesorja in merilca učinkov na skladišču žičnice. Oprema snemalcev je bila: snemalni list, pisalo in ura – stoparica. Merilec učinkov je pri svojem delu uporabljal še aluminijasto premerko. Časi so bili merjeni na desetinko sekunde natančno, premeri sortimentov na 1 cm natančno ter dolžine na 10 cm natančno. Čase smo snemali po ničelni kronometrični metodi.

Vsi sortimenti so bili izmerjeni v lubju. Seveda je bila na delovišču obvezna tudi uporaba zaščitnih sredstev – gozdarska čelada in ustrezna obutev.

Snemalni list je bil prirejen za posamezen cikel, tako pri žičnici, kot pri procesorju. Osnovni podatki so bili: označba datuma, številke linije, številke lista in številke ciklusa na vsakem snemalnem listu. Združene operacije za žičnico so: prazna vrv, privezovanje, polna vrv in odvezovanje ter zastoji. Združeni operaciji procesorja sta izdelava sortimentov in zastoji ciklusa. Združene operacije so sestavljene iz več osnovnih operacij, ki smo jih snemali na terenu.

5.3 OBJEKTI MERITEV

Povedano je že bilo, da so bile vse linije za snemanje izbrane naključno. Še najbolj je na snemanje vplivala razpoložljivost celotne snemalne ekipe, saj je bilo pred vsakim snemanjem potrebno uskladiti urnike treh merilcev. Tako smo obenem dobili tudi precej heterogene podatke, ki dajo realno sliko o možnostih spravila ter učinkih s Syncrofalke in procesorsko glavo Woody 60. Za lažjo predstavitev smo objekte meritev poimenovali po krajevnih lokalnih imenih. Po časovnem zaporedju smo tako zbrali podatke na objektih: Rovtarjev vrh, Ledenica I, Tržič, Krekovše I, Zakriž, Ledenica II, Gore I, Gore II in Krekovše II. Horizontalne dolžine posameznih linij, povprečne naklone terenov ter površine delovišč smo dobili s pomočjo digitalnih orto-foto posnetkov oziroma TTN 10 in TTN 5. Količino spravila v m³ za posamezno linijo pa smo dobili iz dejanske oddaje lesa na delovnem nalogu. V kolikor je bilo na enem delovnem nalogu več linij (le v primerih kadar je šlo za pahljačo), smo vse oddane količine lesa (m³) delili s skupno dolžino vseh linij na istem delovišču.

Rovtarjev vrh je bil prvi objekt snemanja. Gre za državni gozd v GGE Idrija I. Zaradi niza več okvar in zastojev smo tukaj v dveh snemalnih dneh posneli le 11 uporabnih ciklusov, ki smo jih vključili v diplomsko nalogo. Celotna linija je bila dolga 157 m, z eno vmesno podporo. Naklon nosilne vrvi nad terenom je znašal 60 %, površina delovišča pa je bila 0,40 ha. Skupno je bilo s tega delovišča oddanih 148,43 m³ lesa. Sestoj je bil sklenjen, močnejši debeljak bukve s primesjo gorskega javorja in jelke.



Slika 1: Postavljena linija za žično spravilo s Syncrofalke (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008)

Ledenica I je objekt v državnih gozdovih v GGE Idrija II. Posneli smo 38 uporabnih ciklusov in jih vključili v diplomsko nalogo. Dolžina linije je bila 344 m. Naklon nosilne vrvi nad terenom je znašal 33 %, površina delovišča pa 1,90 ha. Skupno je bilo na delovišču oddanih 260,90 m³ iglavcev in 274,45 m³ listavcev, torej 535,35 m³ lesa. Poleg tega je bila v pahljači še ena linija v dolžini 317 m, na kateri nismo opravili meritev. Sestoj je bil pomlajenec bukve in jelke z izrazito razvitim mladovjem.

Tržič je objekt nad Jelendolom v zasebni lasti, torej je bil izveden odkup na panju. Posneli smo 33 uporabnih ciklusov. Dolžina linije je znašala 410 m, na njej je bila ena vmesna podpora. Naklon nosilke nad terenom je znašal 27 %, površina delovišča pa je znašala 1,47 ha. Skupno je bilo na tem nalogu oddanega 445,99 m³ iglavcev. Sestoj je bil čisti sklenjen debeljak jelke z manjšim deležem primesi smreke in macesna.

Krekovše I je objekt v državnem gozdu v GGE Idrija II. Posneli smo 14 uporabnih ciklusov. Dolžina linije je bila 310 m. Naklon nosilke nad terenom je znašal 5 %, površina delovišča pa 1,23 ha. Skupno je bilo oddanega 551,11 m³ lesa listavcev. Sestoj je bil pomlajenec bukve s primesjo javorja in jelke, ki je na nekaterih mestih prehajal v goščo in letvenjak.

Zakriž je zasebno delovišče, kjer se je izvedel odkup na panju. Nahaja se v neposredni bližini vasi Zakriž nad Cerknim. Linija je bila dolga 161 m, z naklonom nosilke nad terenom 36 % in površino delovišča 0,89 ha. Posneli smo 36 uporabnih ciklusov. To je tudi edina linija, na kateri smo snemali spravilo navzdol. Oddanega je bilo 239,38 m³ iglavcev in 22,58 m³ listavcev, skupno torej 261,96 m³ lesa. Sestoj je bil sklenjen smrekov debeljak z majhnim deležem primesi rdečega bora, belega gabra in bukve.

Ledenica II je objekt v neposredni bližini Ledenice I. Linija, ki je bila predmet snemanja je bila dolga 350 m z naklonom terena 7 % in površino delovišča 2,05 ha. Poleg te linije je bila na tem delovišču zaključena še ena v dolžini 360 m, ki pa ni bila predmet snemanja. Skupno smo posneli 29 uporabnih ciklusov. Na obeh linijah je bilo oddanih 409,17 m³ iglavcev in 181,82 m³ listavcev, torej skupno 590,99 m³ lesa. Sestoj je bil mešan pomlajenec smreke in bukve.

Gore I in Gore II sta zasebna objekta, kjer se je prav tako izvedel odkup na panju. Tukaj je šlo za pahljačo treh linij, snemali pa smo na prvi in drugi liniji. Prva linija je bila dolga 324 m z naklonom nosilke nad terenom 20 %. Druga linija je bila dolga 321 m z naklonom 32 %. Tretja linija je bila dolga 345 m. na prvi liniji smo posneli 12, na drugi pa 24 uporabnih ciklusov, skupaj torej 36 ciklusov. Površina celotnega delovišča je znašala 2,88 ha. Skupno je bilo oddanih 373,41 m³ iglavcev in 85,30 m³ listavcev, torej 458,71 m³ lesa. Sestoj je bil sklenjen nasad smreke v razvojni fazi, debelejši drogovnjak, ki prehaja v debeljak s posameznimi jedri bukovega debeljaka.

Krekovše II je objekt v bližini objekta Krekovše I v GGE Idrija II. Gre za pahljačo dveh linij, meritve pa smo izvajali na drugi liniji. Dolžina druge linije je bila 242 m z eno vmesno podporo. Povprečen naklon nosilke nad terenom je bil 45 %, površina celotnega delovišča pa je znašala 1,72 ha. Prva linija je bila dolga 330 m. Skupno smo zmerili 19 uporabnih ciklusov.

Oddanih je bilo 50,80 m³ iglavcev in 709,16 m³ listavcev, skupaj 759,96 m³ lesa. Sestoj je bil bukov pomlajenec s primesjo gorskega javorja in jelke.

Preglednica 1: Nekateri parametri po posameznih linijah

Ime linije	Dolžina (m)	Naklon (%)	Količina lesa (m ³)	m ³ /m` linije	m ³ /ha delovišča	Površina v m ² /m`	Delež iglavcev
Rovt. vrh	157	60	148,43	0,94	368,2	25,5	0,00
Ledenica I	344	33	278,64	0,81	281,8	28,7	0,49
Tržič	410	27	445,99	1,09	303,4	35,8	1,00
Krekovše I	310	5	551,11	1,78	448,0	39,7	0,00
Zakriž	161	36	261,96	1,62	294,3	55,3	0,91
Ledenica II	350	7	290,50	0,83	288,3	28,9	0,69
Gore I	324	20	458,71	1,41	159,3	29,1	0,81
Gore II	321	32	458,71	1,43	159,3	29,1	0,81
Krekovše II	330	45	438,90	1,33	441,8	30,1	0,07
Povprečje	300	29	416,94	1,25	304,9	33,6	0,53

5.4 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI STROJA IN NAPRAV

Pri žičnici tipa Syncrofalke in procesorski glavi gre za kompleksno in dovršeno kompozicijo, s katero lahko vršimo spravilo in izdelavo gozdnih lesnih sortimentov. Kompozicija je sestavljena v celoto, ki samostojno funkcionira kot žični žerjav. Glavne komponente so: žičnica s hidromotorji, bobni in stolpom, kamion na katerega je montirana žičnica, nakladalna naprava, na katero je montirana procesorska glava in daljinsko krmiljen gozdarski voziček.

Kamion MAN TGA 33. 440 6x4 BB, osnovne karakteristike:

- šasija: medosna razdalja 3900 mm, previs 2050 mm, nosilnost prve osi 8000 kg, nosilnost zadnje osi 26000 kg, dovoljena skupna masa 33000 kg;
- oprema vozila-šasije: motor 440 KM / 324 KW, EURO 4, elektronski omejevalec hitrosti, tempomat, protihrupna zaščita 80 dB in menjalnik ZF 16 S 252 OD;
- izvodi moči: NMV 221 f = 0,98, prirobnica 150 mm za odgon NMV;

- stabilizator na 2. zadnji osi, 400 l rezervoar za gorivo, elektronski zavorni sistem- MAN BrakeMatic, ABS zavorni sistem, kabina vijačno vzmetena in prikazovalniki – instrumentna plošča km/h, digitalni tahograf, računalnik MAN Tronic ter števec delovnih ur.



Slika 2: Žičnica Syncrofalke na kamionu MAN TGA 33. 440 6x4 BB (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008)

Žičnica Syncrofalke, avstrijskega proizvajalca MAYR-MELNHOF, je naprava, ki je nameščena na kamionu in je namenjena spravilu lesa navzgor, navzdol in po ravnem. Sestavlja jo enostaven stolp, ki se v sredini in v zgornji tretjini lomi za potrebe demontaž in premikov. Nosilnost stolpa je 30 kN, višina pa 10,5 m. Pritrjen je na nosilno ploščad in v dnu gibljiv – okrog osi levo in desno do 120° in v stran na vse štiri strani do 12° (Syncrofalke 44, 2005). Na dnu stolpa so pritrjeni vitli z nosilno, vlačilno in povratno vrvjo. Poleg tega ima naprava še štiri sidrne vrvi in plastično montažno vrv. Pogon vitlov poteka preko hidravličnih

motorjev, ki so gnani preko kardanskega zgloba motorja vozila in zobniške črpalke. Vitel nosilne vrvi ima maksimalno natezno silo 89 kN, hidravlični motor pa omogoča hitrost nosilke od 1-3 m/s. Na stranici vitla nosilne vrvi je nameščena hidravlična zavora z nameščenim ventilom za hitro spuščanje nosilke preko daljinskega upravljavca. Vitel vlačilne vrvi ima maksimalno silo vlačjenja 30 kN in omogoča hitrost vožnje z bremenom od 4,1 do 5,4 m/s ter hitrost brez bremena od 7,4 do 9,7 m/s. Vitla vlačilne in povratne vrvi sta obratno navita in med seboj sinhronizirana za sinhrono navijanje oziroma razvijanje vrvi, kar je osnovni princip delovanja žičnice Syncrofalke. Sestavni del je še rampna ploščad, ki jo je možno namestiti na oba bočna dela žičnice. Za varno namestitev in montažo žičnice, so nujno potrebni še stabilizatorji, ki so nameščeni na podvozju kamiona (Syncrofalke 44, 2005).

Vrvi so specialne, z jekleno dušo. Montažna vrv je plastična. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj osnovnih podatkov.

- Nosilna vrv: dolžina 750 m, premer 20 mm, trdnost 1960 N/mm^2 , nosilnost 342,9 kN in maksimalna dovoljena obremenitev 114,3 kN.
- Vlačilna vrv: dolžina 1600 m, premer 11 mm, trdnost 1960 N/mm^2 , nosilnost 116 kN in z maksimalno dovoljeno obremenitvijo 30 kN.
- Povratna vrv: dolžina 1600 m, premer 8,5 mm, trdnost 1960 N/mm^2 , nosilnost 67 kN in maksimalna dovoljena obremenitev 20 kN.
- Montažna vrv: iz polipropilena, dolga 1500 m, premera 8 mm in z nosilnostjo približno 7,3 kN.
- Sidrne vrvi: dolžina 70 m, premer 18 mm, trdnost 1960 N/mm^2 , nosilnost 291 kN in maksimalen dovoljen nateg 73 kN.

Voziček žičnice je SHERPA-U 3, proizvajalca MAYR-MELNHOF. Opremljen je z daljinskim upravljavcem in radijsko postajo za daljinsko krmiljenje. Nosilnost vozička je 30 kN, teža pa 380 kg. Upravljamo ga lahko z daljincem v delovišču ali pa direktno iz strojne kabine na žičnici. Preko računalniškega sistema ima vgrajen spomin, tako da pred vmesno podporo samodejno zmanjša hitrost, se ob vrnitvi na delovišče ustavi na predhodni izhodiščni točki, pred rampo žičnice pa samodejno preide pod kontrolo strojnika. Posebnost vozička je, da ga lahko premikamo po nosilni vrvi tudi med razvijanjem ali navijanje vlačilne vrvi.

Hidravlična nakladalna naprava je LIV-L 24.94 Stab., slovenskega proizvajalca LIV. Na njej je zaščitna kabina s komandnimi gumbi, ročicami in računalnikom. S teleskopskim podaljškom ima doseg 9,4 m in nosilnost 2430 kg pri iztegnjeni roki. Na dolžini 4,4 m je nosilnost 5400 kg, na 6 m je nosilnost 3900 kg in na 8 m je nosilnost 2870 kg (Syncrofalke 44, 2005). Na rotatorju nakladalne naprave je v našem primeru pritrjena procesorska glava.

Procesorska glava je WOODY HARVESTER 60, proizvajalca Konrada Forsttecnica. Nekateri tehnični podatki: potisna moč od 36-45 kN, hitrost od 0-4,5 m/s, hitrost meča 40 m/s, območje kleščenja je od 8 do 55 (60) cm, največja debelina prežagovanja je 65 cm, največji razpon klešč je 125 cm in teža 1350 kg (Woody harvester 60, 2005). Glavne komponente procesorske glave so: rotator, klešče, potisna valja, dva meča – večji za prežagovanje in podiranje in manjši za precizno krojenje in prežagovanje sortimentov ter sistem hidravličnih cilindrov in hidromotorjev. Procesor je povezan z računalniškim sistemom, ki s pomočjo merilnega koleščka in merilnih senzorjev odčitava dolžine prežagovanja in premer sortimenta. V računalniku so različni programi, ki samodejno izvajajo kleščenje in prežagovanje sortimentov.



Slika 3: Procesorska glava Woody 60 na žičnici Syncrofalke (Foto: Opeka M., 15. 4. 2008)

5.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Podatke smo iz snemalnih listov najprej vnesli v programski paket Office, program Excel, kjer smo opravili osnovno obdelavo podatkov, kot je preračunavanje časov na desetinko minute in opravili nekatere preprostejše izračune. Tako obdelane podatke smo vnesli v statistični program SPSS 10.0 for Windows, kjer smo opravili zahtevnejše izračune. Pri ugotavljanju vpliva neodvisnih spremenljivk smo uporabljali različne transformacije – kvadratno, recipročno in logaritemsko. Največkrat je bila izbrana prav logaritemska (naravni logaritem), ki nato v regresiji predstavlja eksponentno regresijo. Vse regresije so bile linearizirane in obdelane po metodi Stepwise. Vedno smo izbrali regresijo, ki je imela največji R^2 .

6 REZULTATI

6.1 ŽIČNICA

6.1.1 Prazna vožnja

Prazna vožnja je operacija, ki se začne z dvigovanjem zank z rampnega prostora žičnice proti vozičku in traja do trenutka, ko se voziček ustavi v na tistem mestu v delovišču, kjer se prične spuščanje nosilne vrvi. Neodvisna spremenljivka je dolžina poti vozička po nosilni vrvi do delovišča. Poleg tega se pojavljajo še drugi faktorji, ki vplivajo na produktivni čas prazne vožnje. Ko strojnik dvigne zanke do vozička, praviloma takoj pošlje voziček na delovišče. Lahko pa nastane kratek čas, ko strojnik z dvigalom preprija les in voziček miruje na nosilni vrvi. Običajno to mirovanje traja le nekaj sekund, zato ga nismo posebej evidentirali. Voziček je nato krmiljen avtomatsko in se brez nadzora strojnika premika proti delovišču ter se samodejno ustavi na mestu, kjer je v prejšnjem ciklusu speljal z bremenom. Takrat ga običajno zapenjalec na sečišču z daljinskim upravljalnikom premakne nad točko, kjer se nahaja novo breme. Tam se zaključi prazna vožnja. Ker je voziček krmiljen avtomatsko, praviloma nimamo vpliva na njegovo hitrost. Tako se samodejno premika po liniji s hitrostjo nekje med 7,4 do 9,7 m/s. V kolikor preseže hitrost 12 m/s (v primeru strganja vrvi), se samodejno sprožijo zavorne čeljusti in voziček se ustavi na nosilni vrvi. Posebnost pri prazni vožnji je vmesna podpora, saj se ob prehodu vozička preko čevlja hitrost samodejno zmanjša. S tem se prepreči morebitno iztirjenje z nosilne vrvi. Zaradi heterogenih delovišč in premajhnega števila ciklov, vpliva vmesnih podpor na čas prazne vožnje nismo računali.

Preglednica 2: Odvisnost produktivnega časa prazne vožnje ciklusa od razdalje vlačanja

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Prazna vožnja	0,635	7,927E-06	0,288	217
		XVLA ²		

$$Y = a + b * XVLA^2$$

Y = čas prazne vožnje [min]

$XVLA$ = razdalja vlačjenja (m)

R^2 = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov

6.1.2 Zbiranje lesa

Operacija se začne tisti trenutek, ko delavec zapenjalec preko daljinca sproži odvijanje vlačilne vrvi iz vozička proti tlom. Zbiranje lesa je združena operacija, ki je razdeljena na pet osnovnih operacij: spuščanje vrvi iz vozička do tal, razvlačevanje vrvi in zank do bremena, privezovanje bremena, privlačevanje bremena do linije in dvigovanje bremena do vozička. Zbiranje se konča, ko voziček z bremenom spelje po nosilni vrvi. Spuščanje vrvi je v veliki meri odvisno od višine nosilke nad terenom. Razvlačevanje vrvi in zank je odvisno predvsem od razdalje zbiranja, vendar se tukaj pojavijo še nekatere pomembne spremenljivke, kot sta prehodnost terena in urejenost delovišča. Nekaj doprinese tudi sama motiviranost delavca, ki razvlačuje vrvi. V kolikor gre za daljše razdalje, si delavca lahko pomagata pri razvlačevanju. Lahko pa prvi delavec, ki stoji pod linijo, vrv z zankami vred vrže proti delavcu, ki stoji pri podrtem drevesu. Vpliva števila kosov na dolžino produktivnega časa privezovanja nismo merili. Smo pa deloma to odvisnost pojasnili s številom izdelanih kosov iz enega bremena – več izdelanih kosov, večja masa lesa, več kosov v bremenu. Vendar to ne drži vedno. Na privlačevanje bremena do linije najbolj vpliva razdalja zbiranja in število kosov v bremenu. Masa bremena se je pokazala kot manj pomemben faktor pri privlačevanju do linije. Na dvigovanje bremena od tal do vozička najbolj vpliva višina vozička nad tlemi in število izdelanih kosov iz bremena. Zanimivo je, da z maso bremena ne pojasnimo časa, ki je potreben za dvigovanje bremena. Je pa masa bremena pomemben faktor, saj lahko breme, ki je predimenzionirano, povzroči zastoj v produktivnem ciklusu. Med terenskim delom je bilo opaženo, da lahko predvsem manj izkušen zapenjalec (nadomestni delavec) večkrat preceni zmogljivost vozička – takrat je potrebno breme spustiti ter ga primerno zmanjšati. Pri tem je lahko spuščanje precej nekontrolirano, kar lahko pomeni dodatne in nepotrebne poškodbe na mladovju in okoliških drevesih.

Preglednica 3: Odvisnost produktivnega časa zbiranja od razdalje zbiranja in višine vozička

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficienti			
Y	a	b1	b2	R2	N
Zbiranje	3,592E-02	0,220	0,123	0,180	217
		XZBIR	XVIŠ		

$$Y = \text{EXP}(a) * \text{XZBIR}^{b1} * \text{XVIŠ}^{b2}$$

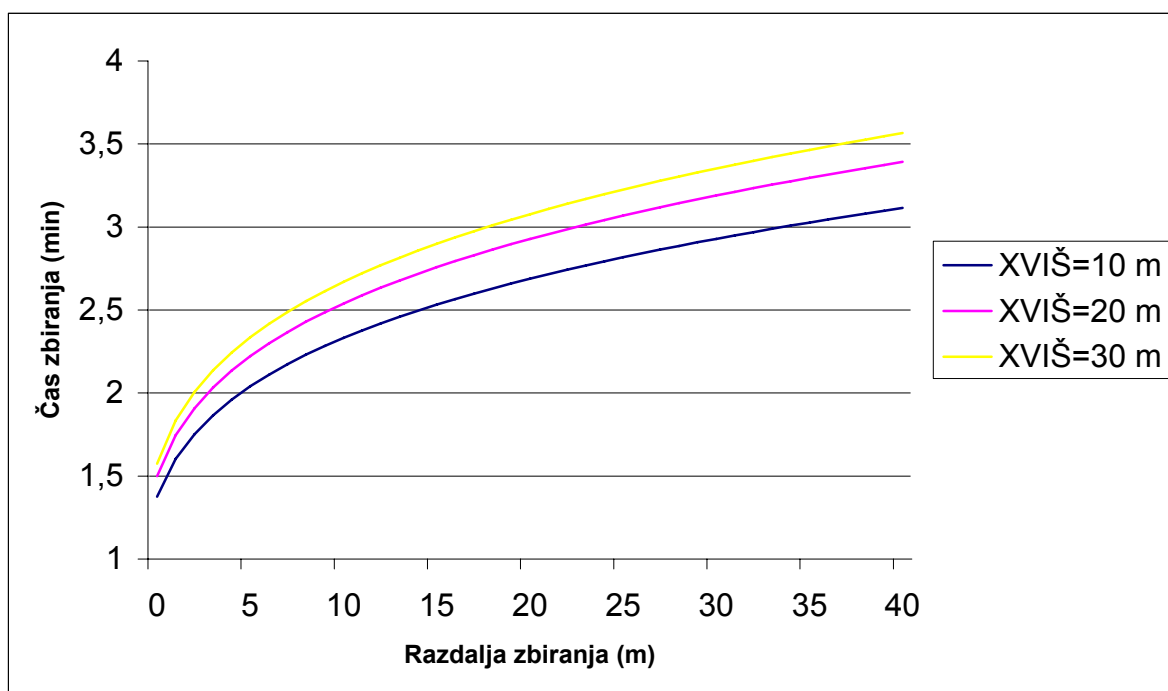
Y = produktivni čas zbiranja [min]

XZBIR = razdalja zbiranja (m)

XVIŠ = višina vozička nad tlemi (m)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 4: Odvisnost produktivnega časa zbiranja od razdalje zbiranja in višine vozička

Iz slike lahko vidimo, da je idealna razdalja zbiranja lesa tik ob liniji žičnice ali pod njo. Pri majhnih razdaljah se namreč istočasno s privlačenjem bremena prične tudi njegovo dvigovanje proti vozičku. To dejstvo lahko razložimo tako, da ima velik vpliv na produktivni

čas zbiranja tisti čas, ki je potreben, da se vzpostavi dovolj velika sila vlačjenja, ki premaga silo trenja bremena. Pogosto se na začetku premikanja bremena, med pospeševanjem hitrosti, breme tudi zatika ob skale, veje in drevesa. S tem pojasnimo hitro naraščanje krivulje produktivnega časa zbiranja na sliki 4, na prvih desetih metrih oddaljenosti od linije. Na večjih razdaljah zbiranja se čela sortimentov rahlo privzdignejo, hitrost pa se poveča. Obenem se poveča tudi neobčutljivost bremena na razne ovire v liniji privlačenja. To lahko razberemo iz slike, saj se produktivni čas z večjimi razdaljami zbiranja postopoma umirja, krivulja pa dobiva obliko linearne funkcije. Tudi razlike v produktivnih časih zbiranja v odvisnosti od višine vozička ne potekajo linearno, kot bi mogoče lahko pričakovali. Z večjo višino te razlike padajo. To si razlagamo s tem, da je potreben določen čas od trenutka ko se vlačilna vrv na vozičku spusti, do trenutka ko gladko steče proti delovišču. Obenem pa delavec med kontroliranim spuščanjem vlačilne vrvi iz vozička proti delovišču na večjih višinah, precej bolj pospešuje odvijanje. Vrv običajno ustavi na taki višini, da mu zapenjalne zanke segajo do pasu. Časi, ki nastanejo pri razvlačevanju zank do bremena in dvigovanju bremena od tal do linije, pa so bolj linearno odvisni.

6.1.3 Polna vožnja

Polna vožnja se začne takrat, ko na vozičku popustijo čeljustne zavore in se le-ta začne premikati proti stolpu žičnice. Glavni vplivni faktor na produktivni čas tukaj je prav gotovo razdalja vlačjenja po liniji. Hitrost vozička pri polni vožnji se giblje nekje med 4,1 do 5,4 m/s, pri prehodu čez čevelj pa se nekoliko upočasni. Vendar je ta upočasnitev manjša kot pri prehodu med prazno vožnjo. Dejanska povprečna računana hitrost vozička pa znaša 1,72 m/s. Bistvena razlika med tovarniško in dejansko hitrostjo nastane v trenutku, ko voziček približno 15 m pred stolpom preide pod nadzor strojnika na Syncrofalku. Takrat se avtomatsko ustavi, strojnik pa ga nato previdno premakne do mesta, kjer lahko breme varno spusti na rampno ploščad. V kolikor se na stojišču še izdeluje in preklada sortimente ali pa odmika sečne ostanke, voziček z bremenom miruje na mestu, dokler ga strojnik ne premakne. Polna vožnja se običajno konča, ko je breme odloženo na rampni ploščadi. V večini primerov pa je zaradi drevesne metode spravila in strmega terena tik pred stojiščem žičnice potrebno breme, kljub temu da je že na rampni ploščadi, prijeti s kleščami procesorja. Tako se prepreči morebitni zdrs bremena s stojišča nazaj v delovišče. Konec polne vožnje smo zato opredelili kot

trenutek, ko se strojnik dvigne iz svojega sedišča z namenom, da odpne breme z zanke na vlačilni vrvi.

Preglednica 4: Odvisnost produktivnega časa polne vožnje od razdalje vlačjenja

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Polna vožnja	-1,729	0,467	0,54	197
		XVLA		

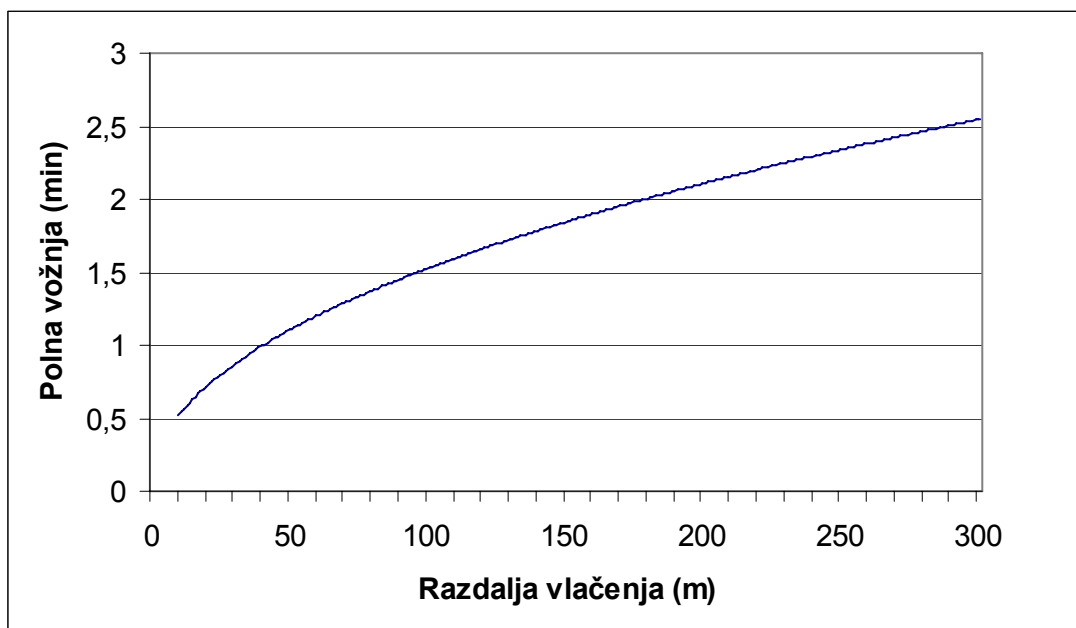
$$Y = \text{EXP}(a) * \text{XVLA}^b$$

Y = produktivni čas polne vožnje [min]

XVLA = razdalja vlačjenja (m)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 5: Odvisnost produktivnega časa polne vožnje od razdalje vlačjenja

Razdalja vlačjenja v sliki 5 je razmeroma kratka, glede na dolžino nosilne vrvi, ki je 750 m. Povprečna dolžina linij, ki so bile predmet meritev, je znašala 300 m, maksimalna razdalja vlačjenja v izmerjenih ciklikih 270 m in povprečna razdalja le 130 m. Krivulja produktivnega

časa najprej strmo narašča ter se po nekaj deset metrih prične umirjati. To poskušamo pojasniti s tem, da so ciklusi spravila na krajših razdaljah prehitri. Strojnik tako več časa porabi za izdelavo sortimentov in umikanje ostankov, medtem ko voziček z bremenom čaka pred stolpom žičnice.

6.1.4 Odvezovanje lesa

Odvezovanje lesa na rampi je produktivni del ciklusa, ki sledi polni vožnji. Začne se v tistem trenutku, ko strojnik v kabini žičnice vstane s svojega mesta z namenom, da odveže vrvne zanke na bremenu. Kljub temu da nekateri avtorji (Rupnik, 2001) za začetek odvezovanja smatrajo trenutek, ko se breme dotakne rampne ploščadi, smo v pričujočem diplomskem delu, zaradi heterogenosti delovišč, določili nedvoumen začetek te operacije, ki se vedno začne z isto, nedvoumno potezo. Pogosto se namreč dogaja, da, predvsem v težjih pogojih dela, breme med spustom na rampno ploščad uhaja nazaj na delovišče. Na eni od linij je bil prostor na stojišču razporejen celo tako, da se je les odlagal poleg stroja na tla. Večkrat se tudi pripeti, da les že obleži na rampni ploščadi, a ga strojnik zaradi varnosti fiksira s kleščami procesorske glave. Prav tako, predvsem na manjših stojiščih, strojnik les že med spuščanjem zgrabi s kleščami procesorske glave tako, da ga po odvezovanju ne odlaga na rampi, temveč takoj prične s kleščanjem in izdelavo sortimentov. Odpenjanje se konča s pričetkom prazne vožnje. To je v trenutku, ko strojnik sproži dvigovanje prazne vlačilne vrvi do vozička.

Kljub temu, da gre za razmeroma kratko operacijo z natančno določenim začetkom in koncem, pa nam ni uspelo prikazati tesnejše statistične odvisnosti od izmerjenih neodvisnih spremenljivk, kot so: število izdelanih sortimentov iz enega bremena, prostornina bremena in masa bremena. Za natančnejšo ponazoritev bi bilo potrebno vključiti še dodatne neodvisne spremenljivke: število kosov v bremenu in njihov premer (debelejša drevesa se običajno priveže z dvema zankama – večja poraba časa za odpenjanje), površina rampnega prostora, uporaba oziroma neuporaba rampne deske, naklon terena tik pod stojiščem žičnice.

Preglednica 5: Produktivni čas odpenjanja lesa

	Minimum	Maksimum	Povprečje	N
Odpenjanje	0,10	1,34	0,41	217

Čas, potreben za odpenjanje, lahko prikažemo kot konstanto. To je povprečno vrednost, ki v našem primeru, za 217 ciklusov, znaša 0,41 minute oziroma 24 sekund.

6.1.5 Produktivni čas ciklusa žičnice

V izračun regresije za produktivni čas ciklusa smo vključili naslednje neodvisne spremenljivke: razdalja vlačjenja, višina vozička, razdalja zbiranja in število izdelanih kosov iz enega bremena. Masa bremena in njegov volumen pri izračunu regresije produktivnega časa ciklusa ne izkazujeta zadostne odvisnosti.

Preglednica 6: Odvisnost produktivnega časa ciklusa od razdalje vlačjenja, višine vozička, razdalje zbiranja in števila izdelanih kosov iz bremena

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient					
		b1	b2	b3	b4	R ²	N
Y	a						
Čas ciklusa	0,197	0,254	7,314E-02	7,878E-02	-7,2E-02	0,516	207
		XVLA	XVIŠ	XZBIR	XKOS		

$$Y = \text{EXP}(a) * XVLA^{b1} * XVIŠ^{b2} * XZBIR^{b3} * XKOS^{b4}$$

Y = produktivni čas ciklusa [min]

XVLA = razdalja vlačjenja (m)

XVIŠ = višina vozička nad deloviščem (m)

XZBIR = razdalja zbiranja (m)

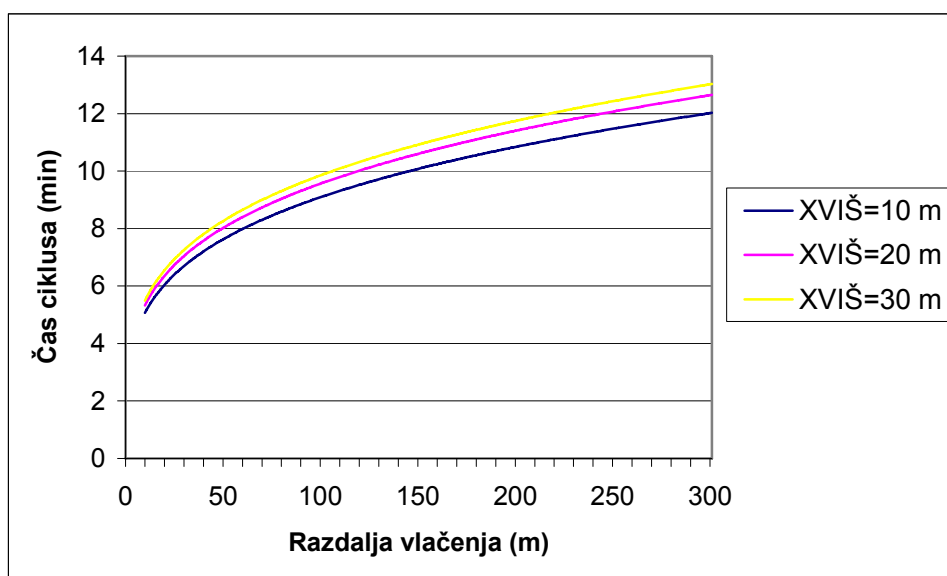
XKOS = število izdelanih kosov izdelanih iz bremena (-)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov

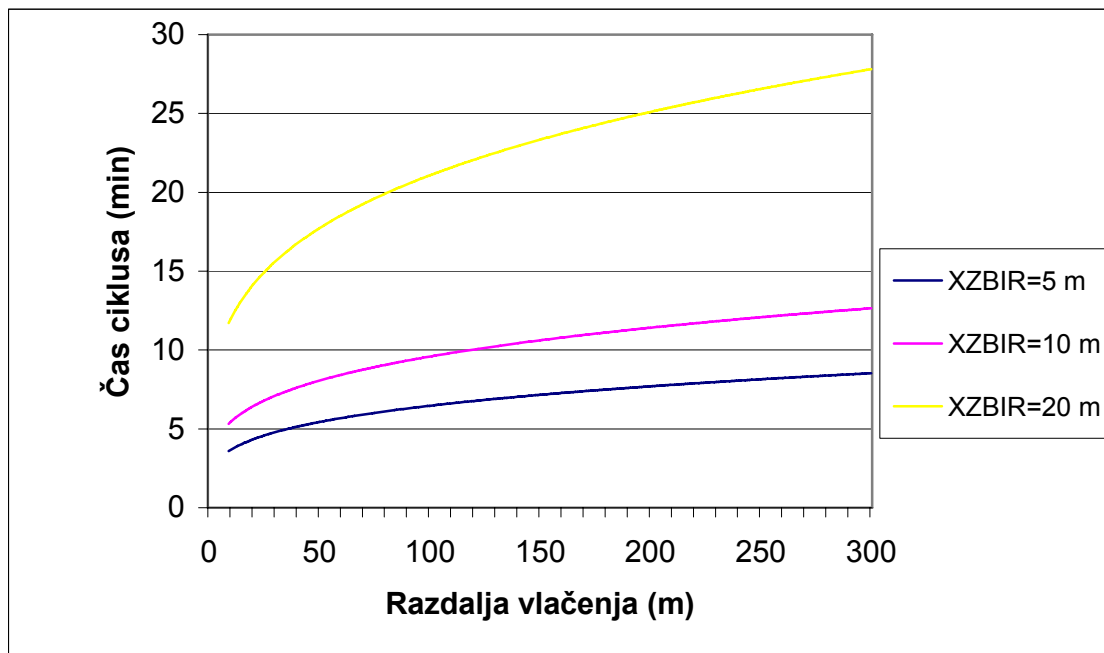
V naslednjih slikah prikazujemo odvisnosti produktivnih časov ciklusa od vseh štirih neodvisnih spremenljivk, ki smo jih vključili v regresijski izračun. Razdalja vlačjenja je kot glavna neodvisna spremenljivka vedno prikazana na X osi. Sredinska krivulja predstavlja potek produktivnih časov ciklusa pri višini vozička 20 m, razdalji zbiranja 10 m in 5-ih izdelanih kosih iz enega bremena.

Zanimivo je, da višina vozička nad deloviščem bolj značilno vpliva na produktivni čas ciklusa kot razdalja zbiranja, medtem ko nekateri avtorji višine vozička v regresijskih izračunih ne omenjajo. Vidimo pa, da sama višina pretirano ne vpliva na trajanje celotnega ciklusa. Predvsem pomembna je tista faza, ko si delavec pod linijo spušča vlačilno vrv na doseg roke, saj lahko med tem večkrat premakne tudi voziček.



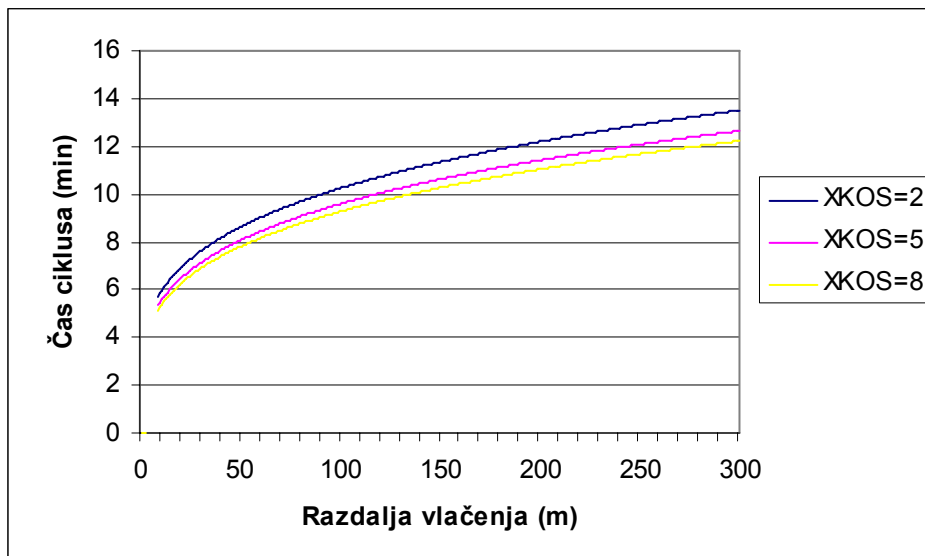
Slika 6: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in višino vozička nad deloviščem pri razdalji zbiranja 10 m in 5-ih izdelanih kosih iz enega bremena

Vpliv razdalje zbiranja na produktivni čas ciklusa je ogromen, zato bi bilo potrebno temu faktorju posvečati večjo pozornost, predvsem pri načrtovanju linije za žično spravilo in pri samem odkazilu. Pomembno je, da linija poteka natančno, najbolje po padnici terena, skozi največjo gostoto lesne zaloge. Največja gostota lesne zaloge je mišljena za manjše območje, torej za konkretno sečno spravilno enoto, ki je predvidena za žično spravilo. V kolikor je mogoče težimo tudi k temu, da linije potekajo po dolinah oziroma grapah, sečno spravilno polje pa naj se razprostira proti grebenu. Daljših povprečnih razdalj zbiranja od 15 m za žično spravilo z žičnico Syncrofalke in procesorsko glavo ne priporočamo.



Slika 7: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in razdalje zbiranja pri višini vozička nad deloviščem 20 m in 5-ih izdelanih kosov iz enega bremena

Po naši regresijski enačbi število kosov znižuje čas produktivnega ciklusa, kar sprva deluje nekoliko nenavadno. Vendar je potrebno vedeti, da se les iglavcev na rampi kroji na 4 m, les listavcev pa po napakah, vendar ne na večje dolžine kot 5,5 m. Eden ali dva izdelana kosa iz enega bremena torej pomenita prvih 4-5 m oziroma prvih 8-10 m debela. Ponavadi je omejitveni faktor teža, ki jo pogojuje premer hloda. Manj izdelanih kosov iz enega bremena imamo torej pri kratkih in debelih sortimentih, ki so nerodni za zbiranje pod linijo, saj se večkrat zataknejo. Velikokrat se masa takih sortimentov ravno zaradi kratke dolžine in čistega debela podceni, posledica tega pa je podaljševanje časa produktivnega ciklusa z zmanjševanjem števila izdelanih kosov iz enega bremena. Obratno se bruto masa dolgih in vitkih dreves podcenjuje. Težko je namreč oceniti dodatno težo na račun vejnatosti posameznega drevesa. Pomembno vlogo pa ima tudi dejstvo, da prostornina in z njo tudi masa debela naraščata s kvadratom premera debela. Zaradi večje dolžine takih bremen je tudi masa na čelu debela manjša, tako da je le-to med zbiranjem rahlo privzdignjeno, kar pomeni manjšo verjetnost zatikanja ob razne ovire.



Slika 8: Odvisnost produktivnih časov ciklusa od razdalje vlačjenja in številom izdelanih kosov iz enega bremena pri višini vozička nad deloviščem 20 m in razdalji zbiranja 10 m

6.2 PROCESOR

6.2.1 Odpenjanje

To operacijo smo sprva predvideli tudi za snemalni list procesorja, vendar se je kasneje izkazala za precej neuporabno. Odpenjanje namreč snemamo že pri žičnem spravilu, zato ga je nesmiselno ločevati še pri procesorju. Opravlja ga namreč strojnik žičnice in gre za povsem isto delo, posneto s strani dveh merilcev. Časov odpenjanja pri snemanju procesorja zato nismo upoštevali v izračunih.

6.2.2 Izdelava sortimentov

Ta operacija se kontinuirano nadaljuje iz operacije odpenjanja sortimentov. Ko se strojnik po končanem odpenjanju usede v strojno kabino, najprej dvigne vlačilno vrv in pošlje voziček na delovišče. V tistem trenutku se začne faza izdelovanja sortimentov. Gre za postopek, ko s procesorsko glavo zgrabi breme, ki je običajno kar celo drevo, ter prične z izdelavo. Najprej

čelo sortimenta postavi v začetni položaj in ga po potrebi tudi pričeli z mečem procesorja. Nato prične s kleščanjem vej do mesta, kjer deblo prežaga. Krojenje, torej mesto določitve prežagovanja, pri iglavcih poteka računalniško. Določi se na predpisano dolžino sortimenta, vključno z njegovo nadmero. Meritev je avtomatska, z merilnim kolescem procesorske glave, in se prične na mestu pričelitve sortimenta oziroma na mestu prežagovanja. Obdelava listavcev se od iglavcev nekoliko razlikuje. Krojenje poteka po napakah, pri čemer pomembno vlogo odigrata natančnost strojnika pri določitvi mesta za prežagovanje in transportna dolžina sortimenta. Listavci so bolj zamudni pri obdelavi tudi zaradi debelih vej, razvejane krošnje in večje krivosti, kar je posledica simpodialne rasti. Večkrat je potrebna ročna dodelava sortimenta z motorno žago.

Preglednica 7: Odvisnost produktivnega časa ciklusa izdelave sortimentov od mase bremena in števila izdelanih kosov

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient			
		a	b1	b2	R ²
Čas ciklusa	1,356	1,06E-02	7,721E-02	0,308	217
		XKOSI	XTEŽA		

$$Y = \sqrt{a} + \sqrt{b1} * XKOS + \sqrt{b2} * XMAS$$

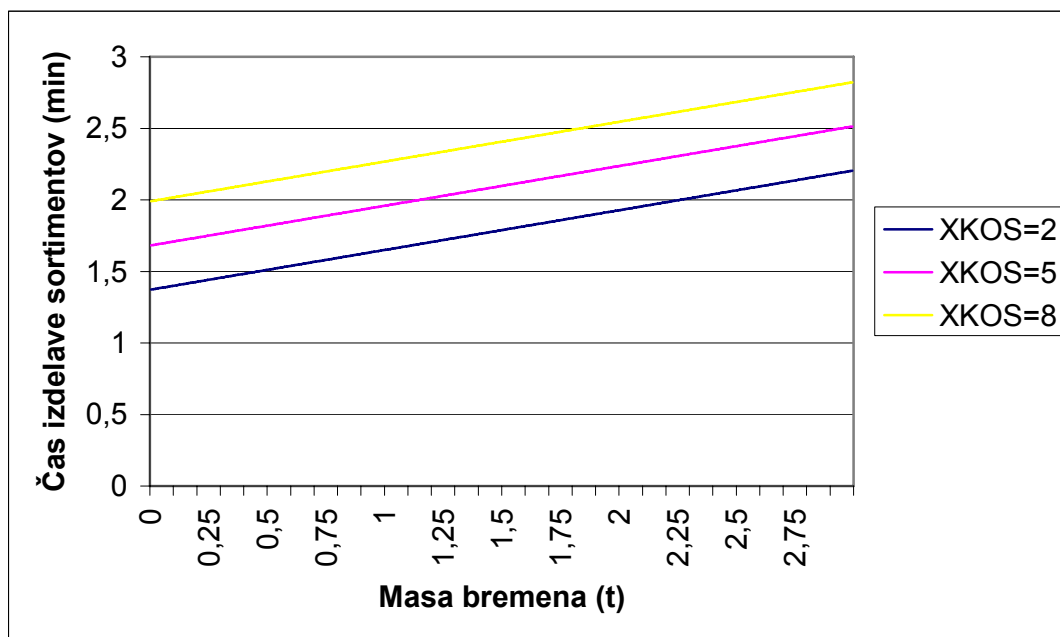
Y = produktivni čas izdelave sortimentov [min]

XKOSI = število izdelanih kosov iz enega bremena (-)

XMAS = masa bremena (t)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 9: Odvisnost produktivnega časa izdelave sortimentov od mase bremena in števila izdelanih kosov

6.2.3. Prekladanje lesa

Prekladanje lesa je operacija, kjer se izdelani sortimenti zlagajo na začasno skladišče tik ob stojišču žičnice. Ta operacija se razlikuje od do sedaj opisanih po tem, da nima točno določenega zaporedja. To pomeni, da lahko strojnik na žičnici in procesorju v istem ciklusu večkrat prekine s prekladanjem in nadaljuje z izdelavo sortimentov, preklada ostanke ali upravlja žičnico. Ta značilnost velja tudi za operacijo prekladanja ostankov. Za vse druge operacije pa to ne pride v poštev oziroma se določeno preskakovanje zaporedja pojavi le izjemoma. Snemali smo skupen čas prekladanja brez ločevanja na prekinitve.

Preglednica 8: Odvisnost produktivnega časa prekladanja lesa od mase bremena

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Prekladanje sortimentov	0,797	0,205	0,034	217
		XMASA		

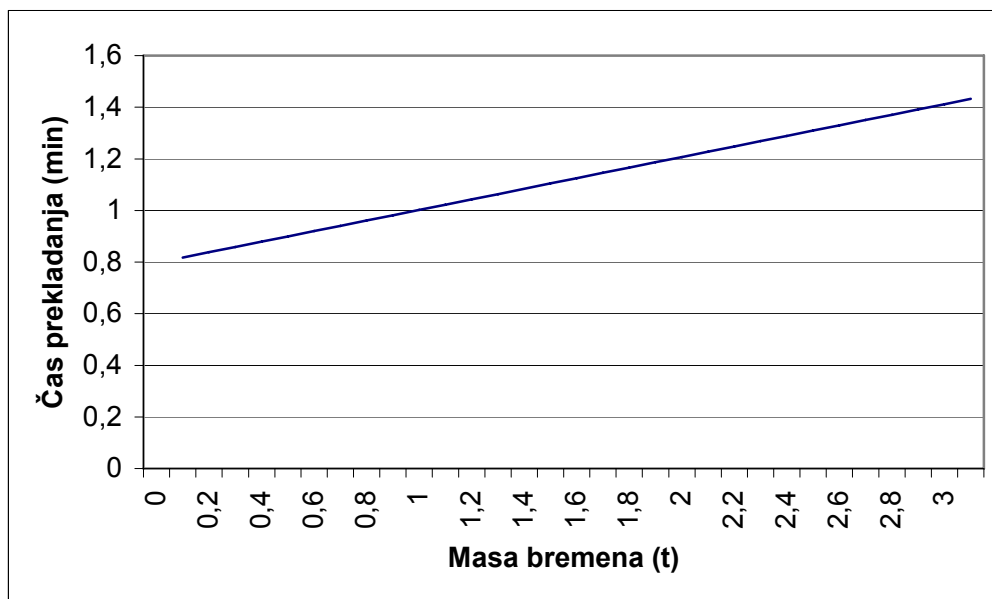
$$Y = a + b * XTEŽA$$

Y = produktivni čas prekladanja lesa [min]

XMASA = masa sortimenta (t)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 10: Odvisnost produktivnega časa prekladanja lesa od mase bremena

Čas prekladanja sortimentov na rampnem prostoru žičnice je operacija, ki ne pokaže tesnejših odvisnosti od prostornine lesa in števila izdelanih sortimentov za posamezen cikel. Rahla odvisnost obstaja pri masi bremena. Le-ta zvišuje produktivni čas. Kot smo že omenili, se v praksi prekladanje lesa izvaja z vmesnimi prekinitvami, ki se lahko zavlečejo tudi v naslednji cikel spravila in izdelave sortimentov. Preprosto gre za operacijo, ki ni prioritarna in se jo lahko do določene mere izpusti, zaostanek pa se nadoknadi v primeru čakanja na voziček ali ob krajših zastojih žičnice. To je tudi vzrok za razmeroma nizek delež pojasnjene variance. Ta produktivni čas bi bilo možno v izračunu uporabiti tudi kot konstanto. Običajno se namreč teža izdelanih sortimentov vrti od 200 do 500 kg, večje teže so bolj izjema. Pojavijo se le na prvih hlodih izjemno debelih listavcev v starejših bukovih debeljkih.

6.2.4 Prekladanje sečnih ostankov

Prekladajo sečne ostanke, ki nastanejo pri kleščanju in prežagovanju. Operacija se začne v trenutku, ko strojnik premakne dvigalo s procesorsko glavo z namenom prekladanja ostankov. Gre za operacijo, ki se znotraj ciklusa pojavlja v presledkih, lahko pa v določenem ciklusu tudi manjka. Pogosto se to dogaja pri spravilu debelejšega drevja, kjer v enem ciklusu spravijo le prvo polovico drevesa, ki je običajno slabo vejnata ali celo brez vej. Razlike nastanejo pri prekladanju sečnih ostankov listavcev, ki jih je običajno manj kot pri iglavcih. Temu primeren pa je krajši produktivni čas prekladanja ostankov.

Preglednica 9: Odvisnost produktivnega časa prekladanja ostankov od mase bremena

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Prekladanje ostankov	0,602	-1,09E-01	0,025	217
		XMASA		

$$Y = a + b * XMASA$$

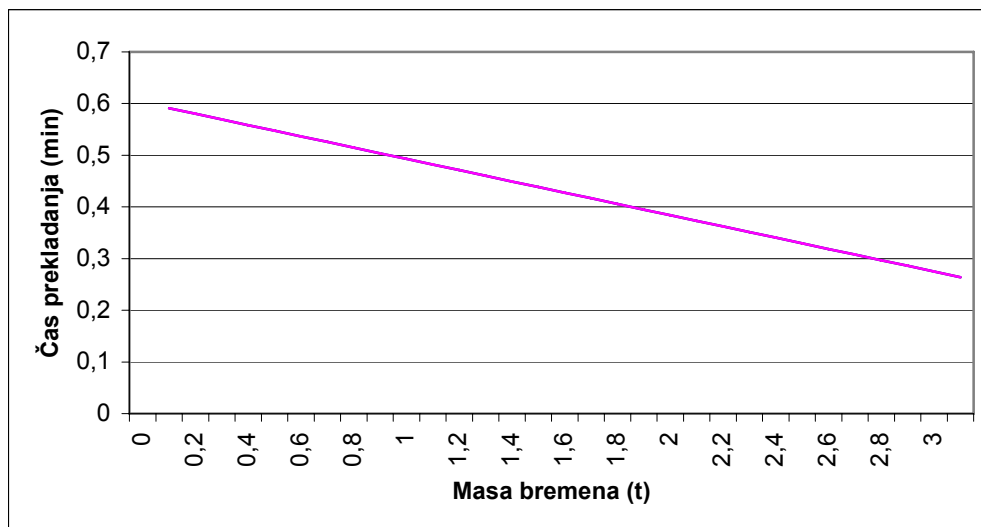
Y = produktivni čas prekladanja ostankov [min]

XMASA = masa sortimenta (t)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov

V enačbi in grafu je prikazana linearna odvisnost med produktivnim časom prekladanja ostankov in maso bremena, ki jo najboljše ponazarja kar linearna funkcija. V bistvu dopolnjuje prejšnjo trditev, da premer drevesa vpliva na način spravila. Če je drevo debelo, potem gre v koristno breme vozička običajno le prvih 4-8 m debla, ki je navadno brez vej. Temu primerna je tudi odvisnost produktivnega časa, ki pada z maso bremena. V kontekstu kot debelo drevo štejemo vse prsne premere nad 70 cm, saj ima tako prvih osem metrov hloda, ob upoštevanju padca premera do 1 cm/m³, prostornino vsaj 2,80 m³. Če upoštevamo pri iglavcih še nadmero in pri listavcih specifično gostoto 1,10 t/m³, potem hitro presežemo 3 tonsko nosilnost vozička.



Slika 11: Odvisnost produktivnega časa prekladanja ostankov od mase bremena

6.2.5 Produktivni čas ciklusa pri procesorju

V izračun regresije produktivnih časov procesorja smo vključili dve neodvisni spremenljivki. Ti sta: število izdelanih kosov iz bremena in teža bremena. Prostornina bremena se ni izkazala kot faktor, ki bi bistveno vplival na produktivni čas.

Preglednica 10: Odvisnost produktivnega časa procesorja od števila izdelanih kosov iz bremena in teže bremena

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		R ²	N
		b1	b2		
Čas ciklusa	2,652	1,88E-01	3,75E-01	0,18	217
		XKOS	XMASA		

$$Y = a + b1 * XKOS + b2 * XMASA$$

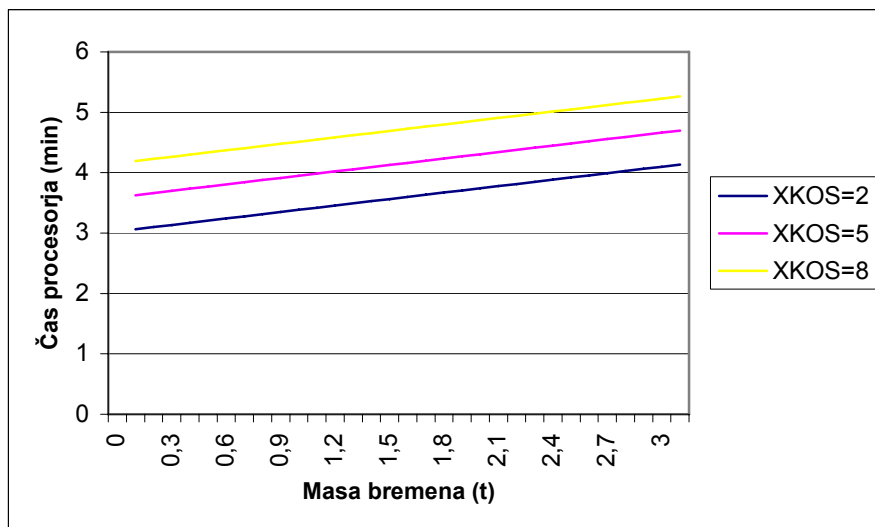
Y = produktivni čas ciklusa procesorja [min]

XKOS = število izdelanih kosov iz bremena (-)

XMASA = masa sortimenta (t)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 12: Odvisnost produktivnega časa procesorja od števila izdelanih kosov iz bremena in teže bremena

Prikazana odvisnost je linearna z razmeroma nizkim deležem pojasnjene variance. Vpliv mase bremena na čas izdelave sortimentov in prekladanje je sorazmerno velik. Na celotnem intervalu mase pomeni okrog 20 % ali dobro minuto. Podobno je z vplivom števila izdelanih kosov, saj povečanje za tri kose pomeni podaljšanje produktivnega časa za približno 0,6 minute.

6.3 ANALIZA BREMEN

V opravljene meritve pri ugotavljanju strukture časov in učinkov smo zajeli devet različnih objektov, pri čemer nismo delali razlik med delovišči z iglavci in delovišči z listavci. Naš namen je bil namreč predstaviti realne zmogljivosti Syncrofalka s procesorsko glavo Woody 60. Prav zaradi tega med analizo produktivnih časov nismo posvečali pozornosti delitvi na listavce in iglavce, saj bi s tem zabrisali realno predstavo in se približali hipotetični zmogljivosti stroja. Ker je eden izmed ciljev naloge tudi določiti prednosti in slabosti preučevane kombinacije spravila in izdelave sortimentov, smo v tem poglavju podrobneje obdelali razlike, ki se pojavijo med iglavci in listavci.

Preglednica 11: Struktura bremen iglavcev in listavcev glede na število izdelanih sortimentov, volumen, maso in relativni delež

	Število brem.	Št. kos.	Št. kos/ breme	Vol. (m ³)	Masa (t)	Pov. breme		Povpreč. kos		Delež	
						m ³	t	m ³	t	m ³	t
Iglavci	129	767	5,94	189,04	179,59	1,46	1,39	0,246	0,234	0,63	0,59
Listavci	88	289	3,28	111,70	122,87	1,27	1,40	0,386	0,425	0,37	0,41
Skupaj	217	1056	4,87	300,74	302,46	1,38	1,39	0,285	0,286	1	1

Vidimo lahko, da v bremenih prevladujejo iglavci. V dobrih 59-ih % je bil v bremenu iglavec, v slabih 41-ih % pa listavec. Ta številka se precej približa skupnemu deležu, preračunanemu na maso bremena – za iglavce 59 in listavce 41 %. Slika se nekoliko obrne v korist iglavcev, če jo primerjamo z volumenskim deležem, kar je povsem normalno. Kot faktor preračunavanja iz volumna v maso namreč pri listavcih uporabimo 1,10 in pri iglavcih 0,95 t/m³. Primerjava masnih deležev je natančnejša, saj je zmogljivost vozička in žičnice omejena z maksimalno obremenitvijo. Volumen bremena tukaj ne igra nobene vloge. Dokaz za natančno določitev faktorjev je ujemanje deleža mase bremen med iglavci in listavci s številskim deležem bremen.

Povprečno število izdelanih sortimentov iz bremena je pri iglavcih skoraj za enkrat večje kot pri listavcih, kar pa si brez težav razložimo. Prvi vzrok je gotovo specifična masa listavcev, ki je za okoli 20 % večja od iglavcev. Naslednji vzrok so večji ciljni premeri bukovih sestojev, predvidenih za žično spravilo na konkretnih objektih meritev. K večjemu številu izdelanih sortimentov iglavcev prispevajo tudi večje višine iglastih sestojev in manjši prsni premeri iglavcev na konkretno izmerjenih objektih. Iglavce se kroji na 4 m, listavce pa po napakah do dolžine 5,5 m, zaradi česar so hlodi listavcev največkrat daljši od hlodov iglavcev. Zaradi naštetih dejavnikov sortimenti iglavcev v povprečju dosegajo manjše teže, posledica pa je povečanje števila sortimentov, ki jih izdelamo iz enega drevesa oziroma bremena.

Povprečno število izdelanih sortimentov iz bremena znaša 4,87, povprečna masa bremena 1,39 tone in povprečna masa sortimenta 0,286 tone. Vidimo lahko, da je izkoristek zmogljivosti vozička blizu 50 %, za realnejšo predstavo pa bi bilo potrebno prišteti še maso sečnih ostankov, ki se proizvede na rampnem prostoru žičnice. Ker tovrstne raziskave še niso bile opravljene lahko na skupno maso bremena le sklepamo. Običajno znaša razlika med bruto in neto maso drevesa med 10-15 %. Določen del vej in vrhačev se zaradi podiranja odlomi in ostane na delovišču, nekaj pa se jih zaradi lažjega privlačevanja bremena do linije in dviga iz tal do vozička oklesti pred in med samim zbiranjem. Realna ocena sečnih ostankov na rampnem prostoru bi tako znašala nekje do 10 % od neto proizvedene mase sortimentov. Ta delež je v veliki meri odvisen tudi od vrste sestoja, naklona terena in skalovitosti. Če torej po opisanem ključu upoštevamo še maso sečnih ostankov, dobimo preko 50 odstotno izkoriščeno nosilnost vozička v povprečnem ciklusu. Rupnik v svoji raziskavi (RUPNIK 2001) ugotavlja 1,23 tonsko maso bremena v povprečnem ciklusu, kar pomeni približno 41 odstotno izkoriščenost vozička SHERPA U-III. Glede na to, da smo na terenu med merjenjem lahko videli, da je žičnica večinoma obratovalnega časa polno obremenjena so ugotovitve izkoriščenosti nekoliko prenizke. Ker je predpisana nosilnost proizvajalca na stolpu 30 kN bi bilo potrebno pri točnejšem izračunu upoštevati še težo vozička. Torej 1,39 t bremena povečano za 10 % zaradi sečnih ostankov in 0,38 t vozička znese skupaj 1,91 t bremena. V našem primeru se potem povprečna izkoriščenost žičnice dvigne na 64 odstotkov, v primeru Rupnika pa na dobrih 53 odstotkov. Za popolni izračun moramo obvezno upoštevati, da polno razvita nosilna vrv premera 20 mm obremeni škripec na stolpu z silo 13,8 kN ($1,88 \text{ kg} * 750 \text{ m} * 9,81 \text{ m/s}^2$), če dodamo silo vozička z povprečnim bremenom in maso sečnih ostankov dobimo na stolpu, ki ima nosilnost 3 tone kar 32,5 kN obremenitve. Povprečna dolžina linije pri naših meritvah je znašala 300 m, torej je bila povprečna obremenitev na stolpu 24,3 kN. Tako izračunana izkoriščenost nosilne zmogljivosti žičnice pa je znašala približno 82 odstotkov.

Iz ugotovljene izkoriščenosti žičnice glede na njeno nosilno kapaciteto lahko sklepamo, da je spravilo zelo optimalno uravnoteženo. Predvsem iz opazovanj na terenu pa je znano, da maksimalna bremena običajno zelo zmanjšajo hitrost privlačevanja in vlačjenja ter povečajo število in trajanje zastojev. Zato lahko predvidevamo, da bi se pri še višji izkoriščenosti nosilne kapacitete drastično zmanjšala produktivnost žičnice. Kljub nižjim povprečnim obremenitvam žičnice v Rupnikovi raziskavi se ostali parametri zelo dobro prekrivajo. Tako

je v povprečju ugotovil 4,07 kosov v enem bremenu in maso povprečnega bremena 0,30 t. V naši raziskavi smo ugotovili 4,87 izdelanih kosov iz enega bremena in 0,286 t za povprečen kos.

6.3.1 Volumen in masa bremena ter število izdelanih sortimentov

Ugotovili smo, da obstaja odvisnost med številom izdelanih kosov iz bremena in njegovim volumnom. Odvisnost prikazujemo z eksponentno funkcijo.

Preglednica 12: Odvisnost volumna bremena od števila izdelanih kosov

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Volumen bremena	-2,54E-02	0,142	0,027	217
		XKOS		

$$Y = \text{EXP}(a) * \text{XKOS}^b$$

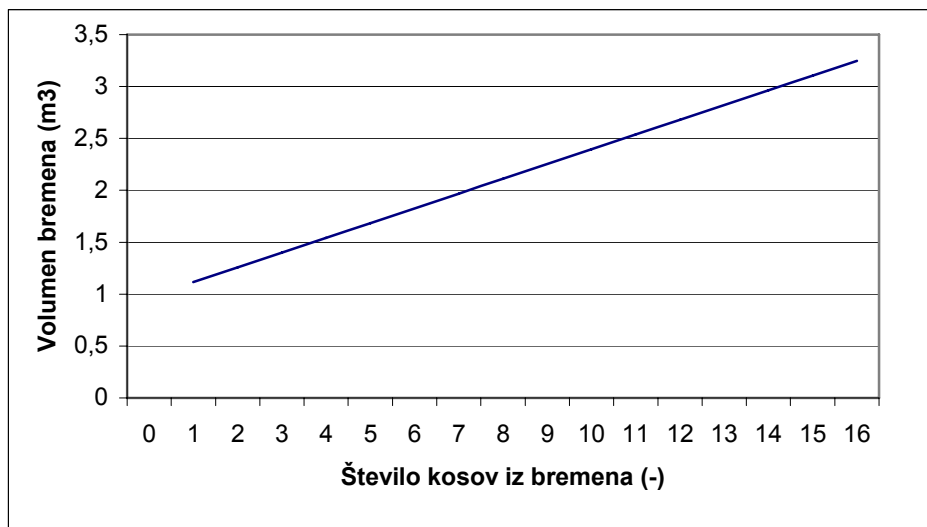
$$Y = \text{volumen bremena [m}^3\text{]}$$

$$\text{XKOS} = \text{število izdelanih kosov iz bremena (-)}$$

$$R^2 = \text{delež pojasnjene variance}$$

$$N = \text{število ciklusov}$$

Funkcija prikazuje, kako narašča volumen bremena s povečanjem števila izdelanih kosov iz bremena. Povezava je sicer logična, kljub temu pa gre za šibko odvisnost. Slaba stran naše raziskave je tukaj v preveč heterogenem vzorcu. Meritve, ki smo jih opravili v smrekovih drogovnjakih, so pokazale zelo veliko povprečno število izdelanih kosov iz enega bremena pri relativno majhnem volumnu. Tako lahko v konkretnih podatkih ta odnos prikažemo tudi z inverzno funkcijo (več kosov – manjše breme). Če meritve, opravljene v debeljkih in meritve, opravljene v drogovnjakih statistično obdelamo ločeno, pa ponovno dobimo odnos – več kosov – večja masa bremena.



Slika 13: Odvisnost volumna bremena od števila izdelanih kosov

Precej bolj natančno lahko opredelimo maso bremena glede na maso povprečno izdelanega kosa iz bremena. Odnos je precej logičen in prikazuje povečanje mase bremena v odvisnosti od mase povprečno izdelanega kosa v bremenu. Potrebno je omeniti, da gre pri masi povprečnega kosa nad 1,5 tone običajno za en debelejši kos, ki predstavlja celotno breme.

Preglednica 13: Odvisnost mase bremena od mase povprečnega kosa izdelanega iz bremena

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient		
Y	a	b	R ²	N
Masa bremena	1,069	0,655	0,269	217

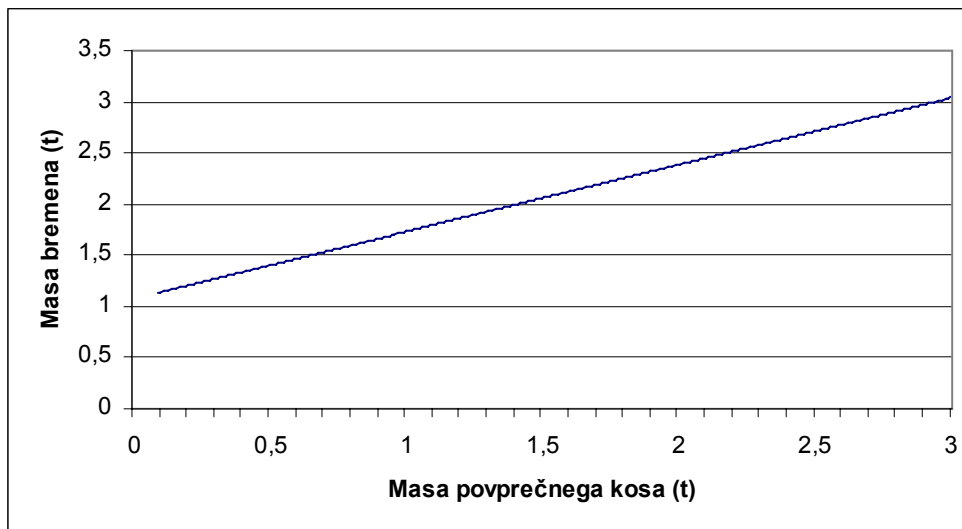
$$Y = 1,069 + 0,655 * X_{MAS}$$

Y = masa bremena [t]

X_{MAS} = masa povprečnega kosa izdelanega iz bremena (t)

R² = delež pojasnjene variance

N = število ciklusov



Slika 14: Odvisnost mase bremena od mase povprečnega kosa izdelanega iz bremena

6.4 STRUKTURA PRODUKTIVNEGA IN NEPRODUKTIVNEGA ČASA

Strukture časov za Syncrofalke in procesor težko obravnavamo skupaj. Proizvodna procesa se namreč prekrivata, zato bi kakršnokoli združevanje podatkov povzročilo popačenje rezultatov. Strukturo časa je zato potrebno obravnavati ločeno za obe fazi proizvodnje. Nemoten proizvodni proces je podlaga za učinkovito in strokovno izpeljano delo. Pri tem pomembno vlogo odigra strojnik, ki upravlja žičnico in procesorsko glavo. Ker je spravilo lesa dolgotrajnejši proces, je izdelava sortimentov podrejen proces in v veliki meri odvisen od poteka spravila lesa na žičnici. Strojnik breme predhodnega ciklusa izdelava in sortimente zloži na skladišče, preden se voziček zopet vrne z novim bremenom. V kolikor mu to ne uspe, da žičnici prednost – preneha z izdelavo sortimentov in prične z odpenjanjem bremena. Ko pošlje voziček v delovišče, se zopet posveti obdelavi bremena. Le redko se zgodi, da zaradi pomanjkanja prostora breme čaka na vozičku, dokler se izdelava sortimentov ne zaključi. Tako zaradi čakanja dobimo visok delež neproduktivnih časov na procesorski glavi.

6.4.1 Struktura produktivnega časa

Največ časa žičnica med svojim delom porabi za zbiranje lesa in sicer kar 42,6 %. Sledi polna vožnja s 36,2 %, prazna vožnja s 14 % in odpenjanje lesa s 7,2 %. Razlike, ki nastanejo med listavci in iglavci so razumljive in večinoma pojasnjene. Prazna vožnja pri iglavcih traja dva odstotka dlje kot pri listavcih, kar lahko pojasnimo s povprečno razdaljo vlačjenja – za listavce je 90,56 m, za iglavce pa kar 157 m. Na račun razdalje vlačjenja se pojavi vprašanje, zakaj se v deležih ujemata časa polne vožnje. Deloma lahko ujemanje pojasnimo s številom vmesnih podpor na snemanih linijah. Ob pregledu objektov ugotavljamo, da so se vmesne podpore pojavljale predvsem na deloviščih s pretežnim deležem listavcev. Za konkretnije izračune bi bilo potrebno na terenu opraviti še dodatne meritve. Nekoliko večji delež časov pri odpenjanju skušamo razložiti predvsem z opazovanji na terenu. Ugotovili smo namreč že, da so v povprečju sortimenti listavcev težji od iglastih – delavci pri težjih bremenih običajno uporabijo dve zanki, ki jih še dodatno dvakrat ovijejo okrog debla. Temu primerno je večji tudi delež odpenjanja pri listavcih.

Preglednica 14: Struktura produktivnega časa žičnice

	Delež	Prazna vožnja	Zbiranje	Polna vožnja	Odpenjanje	Skupaj
Iglavci	min	113,04	322,74	278,27	51,17	765,22
	%	14,8	42,2	36,4	6,6	100
Listavci	min	59,20	200,19	166,97	36,85	463,21
	%	12,8	43,2	36,0	8,0	100
Skupaj	min	172,24	522,93	445,24	88,02	1228,43
	%	14,0	42,6	36,2	7,2	100

Kljub temu, da smo pri analizi produktivnih časov izpustili odpenjanje pri procesorju, pa ga sedaj zaradi boljšega ujemanja skupnih časov prikazujemo kot produktivni čas procesorja. Možno bi ga bilo vključiti tudi v dodatni čas zaradi organizacije dela. Večji delež odpenjanja pri listavcih smo razložili že v produktivnem času za žičnico. Težko pa si pojasnimo večje deleže porabe časa za izdelavo sortimentov pri iglavcih kot pri listavcih, saj je procesor prvinsko namenjen za delo v iglastih sestojih. Deloma lahko to storimo, če upoštevamo, da smo med dodatni čas procesorja (stroj) prišteli dodelavo z motorno žago na rampnem prostoru. Temu primerno smo zmanjšali čas, potreben za izdelavo sortimentov listavcev,

povečali pa dodatni čas procesorja, kar je razvidno v preglednici 17. K manjšemu času prispeva tudi manjša masa sečnih ostankov listavcev. To nam potrди tudi struktura produktivnega časa prekladanja ostankov, saj je kar enkrat manjša pri listavcih kot pri iglavcih.

Preglednica 15: Struktura produktivnega časa procesorja

	Delež	Odpenjanje	Izdelava sortimentov	Prekladanje sortimentov	Prekladanje ostankov	Skupaj
Iglavci	min	71,36	269,88	135,88	68,50	545,62
	%	13,1	49,5	24,9	12,5	100
Listavci	min	58,09	155,09	99,18	21,62	333,98
	%	17,4	46,4	29,7	6,5	100
Skupaj	min	129,45	424,97	235,06	90,12	879,6
	%	14,7	48,3	26,7	10,3	100

6.4.2 Struktura neproduktivnega časa

V neproduktivnem času smo dejansko merili le dodatne čase krajše od 15 minut. Vsi daljši dodatni časi so zapisani v strojnem listu žičnice na 0,5 ure natančno in jih je možno uporabiti za podrobnejše izračune. Glavnega odmora in pripravljalo - zaključnega časa nismo merili. Smatra se, da vsak traja po 0,5 ure, skupaj torej eno uro v delavniku.

Preglednica 16: Struktura dodatnega časa žičnice

	Delež	Delavec	Stroj	Organizacija	Skupaj
Iglavci	min	7,22	29,66	104,89	141,77
	%	6,3	20,9	72,8	100
Listavci	min	23,84	10,73	32,85	67,42
	%	35,4	15,9	48,7	100
Skupaj	min	31,06	40,39	137,74	209,19
	%	14,8	19,3	65,9	100
% v produktivnem času		2,5	3,3	11,2	17,0

Veliko odstopanje pri dodatnem času delavca se pojavi zaradi težav s prehodnostjo terena na deloviščih s pretežnim deležem listavcev. Veje in vrhači listavcev so pri podiranju precej bolj lomljivi od iglavcev. Zato je na pretežno listnatih deloviščih po tleh ogromna količina sečnih ostankov, ki delavcu povzročajo dodatne težave predvsem pri razvlačevanju vrvi in pri odmiku iz nevarnega polja med privlačevanjem bremena do linije.

Preglednica 17: Struktura dodatnega časa procesorja

	Delež	Delavec	Stroj	Organizacija	Skupaj
Iglavci	min	4,11	44,03	290,24	338,38
	%	1,2	13,0	85,8	100
Listavci	min	2,73	32,98	154,51	190,22
	%	1,4	17,3	81,3	100
Skupaj	min	6,84	77,01	444,75	528,6
	%	1,3	14,6	84,1	100
% v produktivnem času		0,8	8,7	50,6	60,1

Razliko, ki nastane v dodatnem času procesorja, smo že obrazložili kot pribitek listavcem zaradi obdelave z motorno žago. Pri listavcih je namreč delež dodelave z motorno žago v dodatnem času procesorja kar 60,6 %, pri iglavcih pa le 15 %. Delež zastojev zaradi delavca je zanemarljiv, saj nikjer ne presega 1,3 %. Visok odstotek dodatnih organizacijskih časov na procesorju se pojavi predvsem zaradi strojniskovega dela na žičnici ali zaradi zaključka izdelave in prekladanja sortimentov pred povratkom novega bremena.

Dodatni čas, ki se pri procesorju pojavi predvsem zaradi organizacije, bi bilo možno še zmanjšati na račun produktivnih časov. Na podlagi podrobnih terenskih opazovanj lahko ponudimo tudi nekatera izhodišča.

- Sečne ostanke, ki se nabirajo ob stojišču žičnice, bi bilo mogoče izkoristiti za biomaso. Dosedanja opazovanja so pokazala, da so kupi, ki pri tem nastajajo močno stisnjeni in odrinjeni ven iz dosega nakladalne naprave. Praksa je pokazala, da je izkoriščenost takih kupov zelo majhna, pod 50 %. Strojnik bi lahko zmanjšal dodatni čas na račun kvalitetnejšega skladanja sečnih ostankov, ki bi tako postali dostopnejši

za poznejše izkoriščanje. Možno je tudi prekladanje ostankov na skladišče lesa in odvoz na primernejšo lokacijo z gozdarskim kamionom.

- Produktivni čas izdelave sortimentov in prekladanja ostankov bi lahko dvignili tudi na račun dodatnega organizacijskega časa z boljšo izbiro delovišč, kjer prevladujejo iglavci. Obenem bi zmanjšali poškodbe, ki se pojavljajo na procesorski glavi in nakladalni napravi zaradi preobremenitev s težjim lesom listavcev in večjim srednje neto izdelanim sortimentom iz enega bremena pri listavcih.
- Žičnica ima na kratkih razdaljah večji učinek, zato se takrat močno poveča produktivni čas procesorja. Seveda na račun zmanjšanja dodatnih časov pri procesorju in povečanju dodatnih časov pri žičnici.
- Če primerjamo naše podatke z ugotovitvami Rupnika (2001), vidimo, da je ugotovil relativno visoke pričakovane učinke pri 13 % manjši masi povprečnega bremena. Če k naši masi povprečnega bremena hipotetično prištejemo še 10 % za sečne ostanke, pa je razlika v teži srednjega neto bremena kar 24 %. Če bi torej zmanjšali breme na vozičku, bi s tem skrajšali produktivni čas žičnice, dvignili njen učinek in obenem povečali produktivni čas procesorja. Zaradi lažjih bremen bi najverjetneje zmanjšali tudi delež zastojev v proizvodnem procesu.

6.5 UČINKI

6.5.1 Dejanski učinki na žičnici

Ker nismo snemali celotnega delavnika, smo vse čase preračunali na čas povprečnega delavnika. Seveda ob predpostavki, da trajata pripravljalno - zaključni čas in glavni odmor vsak po 30 minut. Delež izmerjenega neproduktivnega časa v celotnem obsegu naših meritev znaša 14,55 %, delež produktivnega časa pa 85,45 %. Preračunano na delavnik znese dodatni čas 12,7 % in produktivni čas 74,7 %.

Preglednica 18: Teoretična struktura produktivnih in neproduktivnih časov

		Produktivni čas	Dodatni čas	Odmor	Prip.-zak. čas	Skupaj
Čas	min	358,89	61,11	30	30	480
	%	74,7	12,7	6,3	6,3	100
		t_p	t_n			

Sedaj lahko ugotovimo faktor neproduktivnega časa po naslednji enačbi:

$$f_n = 1 + \frac{t_n}{t_p}$$

f_n = faktor neproduktivnega časa

t_n = neproduktivni čas skupaj

t_p = produktivni čas skupaj

$$f_n = 1,337$$

Učinek vseh meritev znaša 302,46 ton, kar po naši prejšnji teoretični razdelitvi produktivnih in neproduktivnih časov ustreza za 3,42 delovnim dnevem.

$$T_{meritve} = \frac{\sum t_p \cdot f_n}{480} = 3,42$$

$T_{meritve}$ = število izmerjenih delovnikov

$\sum t_p$ = produktivni čas vseh meritev

$$U = \sum XBRE = 302,46 \text{ ton}$$

U = učinek vseh meritev

XBRE = masa bremena

Dnevni učinek preračunamo po naslednji enačbi:

$$U_{dan} = U / T_{meritve}$$

$$U_{dan} = 302,46t / 3,42 = 88,43 \text{ t/dan}$$

Normativ za vse snemalne dni dobimo po enačbi:

$$NT = \frac{480}{U_{dan}} = \frac{480}{88,44}$$

NT = normativ (min/t)

NT = 5,42 min/t.

6.5.2 Pričakovani učinki na žičnici

Za izračunavanje pričakovanih učinkov žičnega spravila s Syncrofalke in procesorsko glavo smo ugotovili dane parametre normativne enačbe.

Preglednica 19: Odvisnost normativa od mase bremena, razdalje vlačjenja, višine vozička in razdalje zbiranja

Odvisna spremenljivka	Konstanta	Regresijski koeficient					
		b1	b2	b3	b4	R ²	N
Y	a						
Normativ (min/t)	0,07846	-1,052	0,257	0,09735	0,07538	0,894	217
		XMASA	XVLA	XVIŠ	XZBIR		

NT = normativ [min/t]

XMAS = masa bremena (t)

XVLAČ = razdalja vlačjenja (m)

XVIŠ = višina vozička nad deloviščem (m)

XZBIR = razdalja zbiranja (m)

Normativna enačba NT se glasi:

$$NT = \text{EXP}(a) * XMAS^{b1} * XVLA^{b2} * XVIŠ^{b3} * XZBIR^{b4} * f_n \quad [\text{min/t}]$$

Če uporabimo dejansko izmerjene srednje vrednosti uporabljenih parametrov, lahko izračunamo pričakovan dnevni učinek.

XMAS = 1,39 t

XVLAČ = 130 m

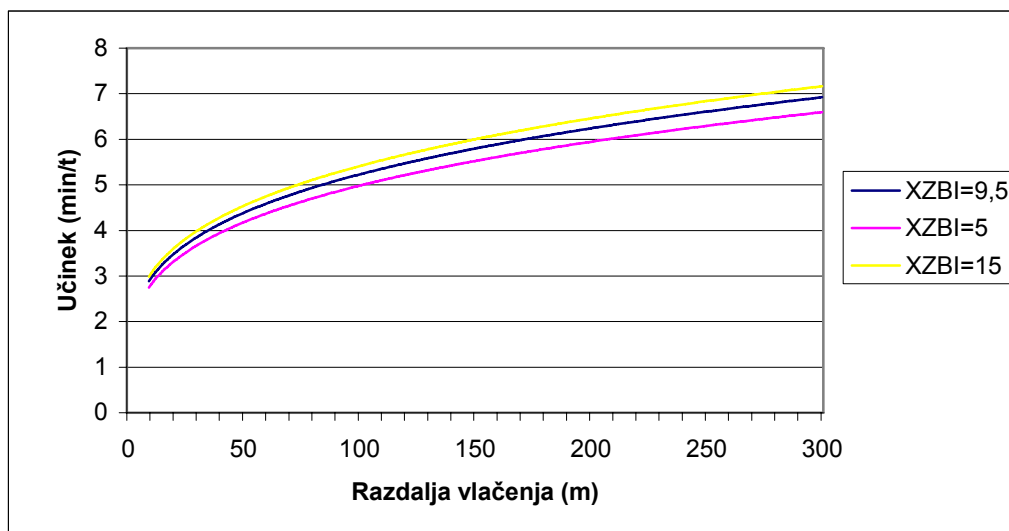
XVIŠ = 17 m

XZBIR = 9,5 m

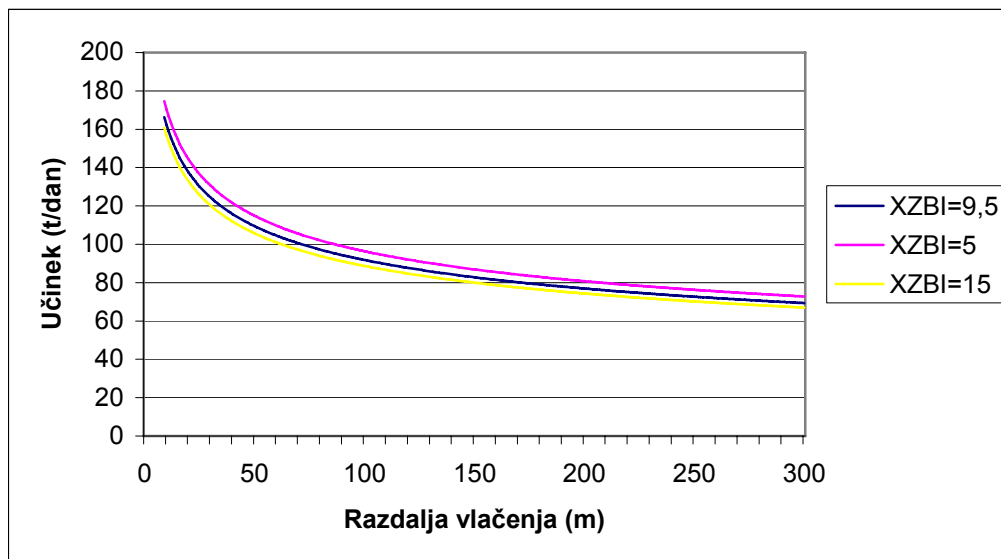
$$NT = 5,58 \text{ min/t}$$

$$U_{\text{dan}} = 86,04 \text{ t/dan}$$

Vidimo lahko, da je pričakovani dnevni učinek nekoliko manjši od izračunanega dnevnega učinka, ki znaša kar 88,43 t/dan. Kljub razliki med dejanskim in pričakovanim učinkom lahko variabilnost pojasnimo. Po izbrani metodi dela smo merili le produktivne čase in do 15 minutne dodatne čase. Nismo merili pripravljaln - zaključnih časov in glavnega odmora. Dejansko pa so vplivi zastojev na dnevne učinke ogromni. Kombinacija Syncrofalke in procesorske glave je razmeroma nova tehnologija, zato kljub utečeni ekipi žičničarjev težko rečemo, da je bilo delo vedno strokovno in optimalno opravljeno. Omeniti velja, da smo vsaj trikrat predčasno zaključili z merjenjem. Enkrat zaradi pokvarjenega senzorja na procesorski glavi, drugič zaradi počene hidravlične cevi in tretjič zaradi okvare meča na procesorju. Prav tako smo trikrat preložili snemalne dni zaradi počene hidravlične cevi na kamionu in zaradi težav z nedelovanjem procesorske glave.



Slika 15: Odvisnost učinka od razdalje vlačanja in zbiranja pri povprečni masi bremena 1,39 t in povprečni višini vozička 17m



Slika 16: Odvisnost učinka od razdalje vlačjenja in zbiranja pri povprečni masi bremena 1,39 t in povprečni višini vozička 17 m

Pomembna dejavnika sta še čas izvajanja meritev in izbor objektov za opravljanje meritev. Na terenu smo zajemali heterogene razmere in tako poskušali prikazati realno strukturo časov ter učinkov, kar pa nam ni nujno tudi uspelo. Takoj lahko opazimo, da izstopa povprečna razdalja vlačjenja, ki zanaša le slabih 130 m. Ta podatek drži le v naših konkretno izmerjenih ciklih. Če pa sklepamo na povprečno dolžino vseh merjenih linij, ki znaša 300 m, jo lahko aritmetično premaknemo na 150 m. Ob upoštevanju dejstva, da se nekaj deset metrski pas drevja ob prometnici običajno pušča za traktorsko spravilo, pa lahko povprečno pravilno razdaljo na merjenih objektih še povečamo. Tudi ura delovnika je lahko pomemben faktor pri ugotavljanju učinkov, saj se je izkazalo, da se glavnina spravila opravi pred glavnim odmorom, kasneje pa učinek pada. Pomemben je tudi podatek, v kateri fazi je spravilo. Na začetku se običajno spravlja celo drevje, ki je bližje linije. Na zaključku pa se po celem delovišču pobira drobnejša debla in debelejšje veje in vrhove, ki so se pri podiranju odlomili z dreves.

6.5.3 Primerjava učinkov med žičnico in procesorjem glede na produktivni čas

Jasno je, da računanje dnevnih učinkov za procesor nima bistvenega pomena. Procesor tekom delovnika oklesti in izdela toliko sortimentov, kot jih dnevno spravi žičnica do kamionske ceste. Trajanje delovnika se sicer lahko nekoliko razlikuje. Analiza skupnih izmerjenih časov je pokazala, da obstaja približno 2 % razlika, kar se nam zdi nepomembno. Obstaja pa precejšnja razlika v ugotovljeni zmogljivosti žičnice in procesorja. To razliko prikažemo kot razmerje med skupnim produktivnim časom in skupno maso sortimentov.

$$NT_{\text{žičnica}} = \frac{t_p}{U} = \frac{1228,43}{302,46} = 4,06 \text{ min/t}$$

$$U = \sum XBRE = 302,46 \text{ ton}$$

$$NT_{\text{procesor}} = \frac{t_p}{U} = \frac{879,6}{302,46} = 2,91 \text{ min/t}$$

Podatek sicer nima posebne uporabnostne vrednosti, poda pa nam dobro primerjavo med zmogljivostjo žičnice in procesorsko glavo. Dejstvo, da ima procesor v svoji strukturi veliko dodatnega časa, smo že omenili v poglavju 5.4.2 in obenem podali nekaj predlogov za povečanje njegove izkoriščenosti.

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

7.1 RAZPRAVA

Dela smo se lotili po znani in preizkušeni metodi. Najprej smo se dogovorili o načinu dela in izboru objektov za meritve. Vse meritve so bile na terenu opravljene korektno. Smatramo, da je bila računalniška obdelava podatkov dobra. Spravila nismo ločevali navzgor in navzdol, saj predhodne raziskave niso pokazale bistvenih razlik.

Ugotavljali smo vpliv neodvisnih spremenljivk, kot so: razdalja vlačjenja, razdalja zbiranja, višina vozička, volumen in masa bremena ter število izdelanih kosov, na produktivne čase. Na podlagi teoretičnega razglabljanja smo določili faktor neproduktivnega časa in podrobneje analizirali dodatne čase v celotnem proizvodnem procesu. Izvedli smo analizo bremen, ločeno za iglavce in listavce. Na tej podlagi pa določili tudi stopnjo izkoriščenosti zmogljivosti nosilne kapacitete žičnice in vozička. Prikazali smo strukturo produktivnih in dodatnih časov, ločeno za iglavce in listavce. S strukturo časov in analizo bremen smo določili dejanske normativne čase in dnevne učinke. Z regresijsko enačbo smo prikazali izračun pričakovanih normativov in dnevnih učinkov.

Razdalja vlačjenja je faktor, ki najbolj značilno vpliva na produktivne čase žičnice. Obdelali smo vse štiri združene operacije: prazno vožnjo, zbiranje, polno vožnjo in odpenjanje. Na zbiranje značilno vpliva razdalja zbiranja in višina vozička. Na polno in prazno vožnjo razdalja vlačjenja, pri odpenjanju nismo ugotovili odvisnosti od izmerjenih parametrov, zato smo ta čas prikazali kot konstanto. V bodoče predlagamo, da merilec učinkov na rampi zabeleži tudi stanje bremena pred obdelavo s procesorsko glavo (število dreves, število sortimentov), saj se ta podatek po obdelavi izgubi in tako razpolagamo le z volumnom, drevesno vrsto in številom izdelanih kosov iz bremena. Ker je brema po odpenjanju spremenilo svojo obliko, še preden smo izmerili prej omenjene parametre, je logično, da nismo ugotovili nobene odvisnosti. Produktivni čas žičnice nam dobro ponazori eksponentna funkcija z neodvisnimi spremenljivkami: razdalja vlačjenja, višina vozička, razdalja zbiranja in število izdelanih kosov iz enega bremena.

Pri analizi produktivnih časov procesorja smo izpustili čas odpenjanja. Za ta korak smo se odločili, ker je čas odpenjanja že posnet pri žičnici. Zaradi natančnega prikaza podatkov smo pri strukturi časov ta čas zopet vključili v obdelavo. Ugotovili smo, da na izdelavo sortimentov značilno vplivata teža bremena in število izdelanih sortimentov iz enega bremena. Na prekladanje lesa in ostankov vpliva masa bremena, vendar je odvisnost slaba. Vzrok za to je predvsem nejasno zaporedje pojavljanja teh dveh opravil. Dogaja se namreč, da se sečnih ostankov ne preloži po vsakem zaključenem ciklusu izdelave sortimentov. Bodisi zaradi zanemarljive količine ali pa zato, ker se strojnik posveti novemu bremenu na rampi žičnice. Podobno je s prekladanjem lesa, saj da strojnik vedno prednost žičnici in si lahko to opravilo prihrani tudi za naslednji cikel. Na celoten produktivni čas procesorja prav tako vplivata masa bremena in število izdelanih kosov iz enega bremena. Pri procesorju smo posneli sorazmerno velik delež dodatnih časov, kar nam govori o njegovi neizkoriščenosti. Predlagali smo nekaj ukrepov za racionalnejše ravnanje s sečnimi ostanki in obenem zmanjšanje dodatnih časov procesorja.

Breme smo analizirali ločeno za listavce in iglavce. Prikazali smo število vseh kosov, celoten volumen in maso, volumen in maso povprečnega bremena in povprečnega kosa. Dobljeni podatki so v nekaterih točkah odstopali od podatkov, ki jih je v svojem delu prikazal Rupnik (2001). Predvsem je nenavadno, da je ugotovil manjšo težo povprečnega bremena za 160 kg. V njegovih meritvah je šlo namreč za sortimentno metodo spravila, pri nas pa v večini primerov kar za drevesno. Ker mase sečnih ostankov nismo merili, smo na teoretični podlagi razvili hipotezo, da znaša delež sečnih ostankov na rampnem prostoru do 10 % mase sortimentov. Tako smo, ob upoštevanju 3 t nosilnosti stolpa žičnice, teže vozička in nosilne vrvi, ugotovili izkoriščenost nosilne kapacitete žičnice. Ob upoštevanju naštetih vplivnih dejavnikov je pri nas v povprečju znašala kar 82 %, pri Rupniku pa je bila za dobrih 10 % nižja. Dokazali smo, da gre pri spravilu listavcev pogosto za debelo drevje, pri katerem ni možno uporabljati drevesne metode. Takim sestojem se je potrebno pri kombinaciji Syncrofalka izogibati, saj pretežki sortimenti podaljšujejo celoten produktivni čas oziroma se pojavlja dodaten obseg neproduktivnega časa (dodelava z motorno žago). Sploh se pri debelejših listavcih dogaja, da zapenjalec pogosto preceni zmogljivost žičnice. V takih primerih se zgodi, da se breme med dvigovanjem do vozička nekontrolirano spusti nazaj v delovišče. To gotovo ni dobro z vidika varnosti, prav tako pa nastajajo nepotrebne dodatne poškodbe na ostalem sestoju in mladju. Jasno je tudi, da takšno početje podaljša trajanje

dodatnih časov. Za boljšo izrabo časa procesorja predlagamo nekaj smernic, kot so: čim večji delež iglavcev, natančno projektiranje čim krajših linij in možnost natančnejšega sortiranja sečnih ostankov za morebitno kasnejše izkoriščanje.

Dejanske učinke žičnice smo izračunali na podlagi določitve faktorja neproduktivnega časa, ki pa je po naši ugotovitvi nekoliko prenizek. Tako znaša izračunani povprečni dnevi učinek kar 88,43 t/dan, normativ pa 5,42 min/t. Pričakovani dnevni učinek smo izračunali iz normativne enačbe, ki smo jo pomnožili s faktorjem neproduktivnega časa. Spremenljivke, ki vplivajo na normativ so: razdalja vlačjenja, masa bremena, razdalja zbiranja in višina vozička. Eksponentna enačba nam da presenetljivo dobre rezultate, saj R^2 znaša kar 0,894. Pri povprečno izmerjenih pravilnih razmerah dobimo normativ 5,58 min/t oziroma pričakovani dnevni učinek 86,04 t/dan. Razlika med dejanskim in pričakovanim dnevnim učinkom nastane predvsem zaradi nenatančne določitve faktorja neproduktivnega časa. Naš faktor namreč vključuje v dodatne čase le krajša popravila in oddihe, glavni odmor ter pripravljalno - zaključni čas. Ne upošteva pa vseh večjih zastojev, ki običajno nastanejo zaradi okvar.

Pri ločevanju učinka žičnice in procesorja je potrebna določena mera previdnosti. Logično je, da dnevnih učinkov ni potrebno izračunavati dvakrat, saj procesor izdelava tisto količino sortimentov, ki jo žičnica spravi do kamionske ceste. Za boljšo predstavbo porabe produktivnega časa pa smo prikazali normativ produktivnega časa, ki je potreben za izdelavo 1 tone sortimentov, ločeno za žičnico in procesor. Takšen normativ znaša pri žičnici 4,06 min/t, pri procesorju pa le 2,91 min/t.

7.2 SKLEPI

Podobno kot predhodni avtorji smo tudi mi ugotovili nekatere odnose, ki veljajo pri žičnem spravilu. Povečevanje razdalje vlačjenja povečuje produktivni čas prazne in polne vožnje. Produktivni čas zbiranja povečuje večja razdalja zbiranja in večja višina vozička. Celoten produktivni čas žičnice povečujejo večje razdalje vlačjenja in zbiranja, večja višina vozička in večje število izdelanih sortimentov iz enega bremena.

Bolj so nam bili nepoznani odnosi med neodvisnimi spremenljivkami in odvisno spremenljivko produktivnega časa pri izdelavi sortimentov s procesorsko glavo. Ugotovili smo, da povečanje mase bremena vpliva na povečanje produktivnega časa izdelave sortimentov. Prav tako vpliva na povečanje produktivnega časa izdelave sortimentov povečanje števila kosov izdelanih iz enega bremena. Pri prekladanju ostankov obstaja negativen odnos med dolžino produktivnega časa in maso bremena. To si razlagamo tako, da so najtežja bremena navadno prvi hlodi debelejših dreves, ki so na nižjih dolžinah brez vej, kar posledično pomeni manj sečnih ostankov za prekladanje. Celoten produktivni čas procesorja se povečuje z zviševanjem mase bremena in številom izdelanih kosov. Značilno predvsem za operacijo prekladanja lesa in ostankov je to, da se lahko med izvajanjem večkrat prekine, lahko pa se celo odloži v naslednji cikel. Zaradi tega dobimo pri ugotavljanju regresije slabše rezultate.

Pri analizi bremen smo ugotovili razmeroma visoke povprečne mase ciklusov, kar 1,39 tone. Kljub višji masi bremena je v povprečnem ciklusu v naših meritvah masa povprečnega kosa izdelanega iz bremena nekaj manjša kot pri Rupniku (2001). Srednji izdelan sortiment listavcev pa ima maso kar 425 kg, kar potrjuje prejšnjo razlago negativnega odnosa med produktivnim časom prekladanja ostankov in maso bremena. Dobro smo postavili faktorje za izračun mase bremena iglavcev in listavcev, saj se povprečno breme listavcev od bremena iglavcev razlikuje le za slabih 10 kg.

Ugotovili smo, da prazna vožnja v strukturi produktivnega časa žičnice zavzame 14 %, zbiranje 42,6 %, polna vožnja 36,2 in odpenjanje 7,2 %. Rezultati so primerljivi s podobnimi meritvami. Produktivni časi pri procesorju zavzemajo naslednje deleže: odpenjanje 14,7 %, zbiranje 42,6 %, polna vožnja 36,2 in odpenjanje 7,2 %.

izdelava sortimentov 48,3 %, prekladanje lesa 26,7 % in prekladanje ostankov 10,3 %. Neproduktivnih časov žičnice je največ zaradi organizacije dela, kar 65,9 %, sledijo zastoji zaradi stroja z 19,3 % in zastoji zaradi delavca s 14,8 %. Delež dodatnega časa je 14,5 %. Kljub temu da je odstotek skoraj trikrat večji kot ga je ugotovil Rupnik (2001), smo mnenja, da bi bil ta delež v primeru snemanja celotnega delovnika še precej višji.

Na podlagi ugotovitve dnevnega produktivnega in teoretičnega neproduktivnega časa smo izračunali dejanski dnevni učinek, ki znaša 88,43 t/dan. Pričakovani dnevni učinek smo izračunali z normativno enačbo, ki smo jo dobili iz regresijskega izračuna. Enačbo smo korigirali s faktorjem neproduktivnega časa, ki smo ga določili s pomočjo predpostavke, da pripravljajno - zaključni čas in glavni odmor skupaj trajata 60 minut. Rezultati niso popolnoma realni, ker bi bilo za natančnejšo določitev faktorja potrebno analizirati vse zastoje, ki so daljši od 15 minut.

8 POVZETEK

Diplomsko delo je nastalo v sodelovanju z gozdarji Soškega gozdnega gospodarstva z namenom ugotavljanja učinkov in strukture časov pri spravilu lesa z večbobenskim žičnim žerjavom Syncrofalke in procesorsko glavo Woody 60. Večino meritev smo opravili na objektih v gozdnogospodarski enoti Idrija I in Idrija II. Dva objekta sta se nahajala še v GGE Črni vrh in po en objekt v GGE Cerčno in GGE Jelendol. Posneli smo 217 ciklov žičniškega spravila in strojne izdelave sortimentov.

Ugotavljali smo odvisnost posameznih delovnih operacij od razdalje vlačjenja, razdalje zbiranja, višine vozička ter mase bremena in števila izdelanih kosov iz enega bremena. Razdalja vlačjenja značilno vpliva na produktivni čas prazne in polne vožnje, razdalja zbiranja in višina vozička vplivata na produktivni čas zbiranja. Precejšnjo odvisnost ($R^2 = 0,516$) dobimo za produktivni čas žičnice od razdalje vlačjenja in zbiranja, višine vozička ter števila izdelanih kosov iz bremena. Pri odvezovanju nismo ugotovili odvisnosti. Na produktivni čas izdelave sortimentov vplivata teža bremena in število izdelanih kosov iz bremena, na prekladanje lesa pa le teža bremena. Pri prekladanju ostankov smo ugotovili obratno sorazmeren odnos med produktivnim časom in maso bremena. Celoten produktivni čas procesorja je odvisen od števila izdelanih kosov iz bremena in mase bremena ($R^2 = 0,180$).

Analiza bremen je pokazala, da je bilo 59 % mase sortimentov iglavcev in 41 % listavcev. Povprečno breme je znašalo 1,39 t, kar sovпада tudi z maso povprečnega bremena iglavcev in listavcev. Ugotovili smo 4,9 izdelanih sortimentov na povprečno breme, od tega je povprečje iglavcev 5,94 in povprečje listavcev le 3,28 sortimenta. Vzrok za odstopanje pri listavcih je predvsem večja specifična masa lesa, debelejša srednja neto drevo listavcev in krojenje listavcev po napakah.

Delež dodatnega časa v meritvah žičnice znaša 14,5 %. Določili smo faktor neproduktivnega časa 1,337, ki je od dejanskega precej nižji. Predvsem na račun daljših zastojev, ki jih nismo merili. Dejanski učinek je znašal 88,43 t/dan, kar je nekoliko preveč, predvsem na račun določitve neproduktivnega faktorja. Dnevni učinek izračunan iz normativne enačbe znaša 86,04 t/dan.

9 LITERATURA IN VIRI

1. Arzberger U. (ur.), Grimoldi M. (ur.) 2001. Workshop proceedings: new trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria: 366 str.
2. Klun J., Ogris N., Medved M. 2004. Analiza delovnega časa pri spravilu z žičnimi žerjavi Syncrofalke v slovenskih razmerah. V: Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi: mednarodno posvetovanje, Idrija. Gozdarski inštitut Slovenije: 129-150
3. Konrad Forsttechnik - spletna stran podjetja
<http://www.forsttechnik.at/> (25. 5. 2008)
4. Košir B. 1984. Zastoji na delu pri spravilu lesa z žičnimi žerjavi s stolpi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 25: 209-238
5. Košir B. 1985. Učinki spravila lesa z večbobenskimi žičnimi žerjavi s stolpi. (Strokovna in znanstvena dela, 78). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, VTOZD za gozdarstvo
6. Košir B. 1985. Uporaba žičnih žerjavov s stolpi pri spravilu drobnega lesa na težkih terenih. Gozdarski vestnik, 43, 3: 109-116
7. Košir B. 1988. Učinkovitost večbobenskega žičnega žerjava Moxy na kratkih razdaljah – primer Selbu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 32: 5-24
8. Košir B. 1990. Ekonomsko-organizacijski vidiki razmejitve delovnega območja žičnih naprav in traktorjev pri spravilu lesa: doktorska disertacija (Univerza v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.
9. Košir B. 1997. Pridobivanje lesa: višješolski študij. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta v Ljubljani: 332 str.
10. Košir B. 2001. Optimal line lengths when skidding wood with the Syncrofalke cable crane in Slovenian conditions, V: New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains. Ossiach, Austria: 81-90
11. Košir B. 2003. Some Observations of Syncrofalke Cable Crane Skidding in Slovenian Conditions. V: XXX CIOSTA – CIGRV Congress, Management and technology applications to empower agro-food systems, Torino, 22.-24. september, D.E.I.A.F.A. Università degli Studi di Torino: 55-63

12. Košir B. 2003. Tehnologije pridobivanja lesa v območnih gozdnogospodarskih načrtih za obdobje od leta 2001 do 2010. V: Območni gozdnogospodarski načrti in razvojne perspektive slovenskega gozdarstva. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 153-165
13. Mayr-Melnhof: spletna stran podjetja.
<http://www.mm-forst.at> (25. 5. 2008)
14. Medved M. (ur.), Košir B. (ur.) 2004: Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi: mednarodno posvetovanje, Idrija. Gozdarski inštitut Slovenije. 213 str.
15. Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih. Ur. l. RS 11/1999
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199911&stevilka=512> (25. 5. 2008)
16. Rebula E., Košir B. 1988. Gospodarnost različnih načinov spravila lesa. (Strokovna in znanstvena dela, 96). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, VTOZD za gozdarstvo
17. Rupnik A. 2001. Učinki spravila lesa z žičnico Syncrofalke na Tolminskem: diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.: 60 str.
18. SGG Tolmin – spletna stran podjetja.
<http://www.sgg-tolmin.si/> (25. 5. 2008)
19. Syncrofalke 44, Holzernte – Kombigerat. 2005. Bedienungshandbuch und Wartungsanleitung. 2005. Forstbetrieb F. Mayr-Melnhof-Saurau
20. Valjavec B. 1998. Analiza spravila lesa v alpskih razmerah z večbobenskim žičnim žerjavom s stolpom – SYNCROFALKE z vozičkom SHERPA – U3: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 33 str.
21. Woody harvester 60, Woody harvester 50. 2005. Preitenegg, Konrad forsttechnik

10 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Boštjanu Koširju za vso pomoč, usmeritve, nasvete, popravke, literaturo in dragoceni čas.

Prav tako se zahvaljujem doc. dr. Janezu Krču za recenzijo, Eriki Opeka za lektoriranje, Petri Turk za prevod izvlečka v angleščino sodelavcem za pomoč in ženi Teji za spodbudo.

Hvala.

11 PRILOGE

Priloga A: Snemalni list za spravilo lesa z žičnico Syncrofalke

Snemalni list za spravilo lesa in dodelavo z žičnico - A

Datum	Številka linije (list B):	št.lista:	Merilec:
Opomba			
Št. ciklusa			
Breme: št. Dreves			
Začetek snemanj(ura)			
Prazna vrv	Rampa-voziček		
	Razdalja (m)		
	Po vrvi do sečišča		
	Razdalja (m)		
	Voziček-tla		
	Razdalja (m)		
	Do sortimenta		
	Razdalja (m)		
Privezovanje			
Polna vrv	Do linije		
	tla - voziček		
	po vrvi do stolpa		
	zastoj vozička		
	po vrvi do stolpa		
	Voziček-rampa		
Odvezovanje			
Zastoji ciklusa	Delavec		
	Stroj		
	Organizacija		
Vzroki zastojev	Delavec		
	Kamion		
	Dvigalo		
	Vitel		
	Vrvi		
	Voziček		
	Procesor		
	Organizacija		
	dela v sečišču		
	Sestoj, teren		
	Drugo		
Glavni odmor			
kratki odmori			
Neopravičeni zastoji (meritve)			

Opombe:

Priloga B: Snemalni list za dodelavo z Woody 60

Snemalni list za dodelavo z woody 60 - A2

Datum:		Številka linije (list B):		št. lista:	Merilec:
Opomba:					
Začet.snemanja					
št. ciklusa					
breme (št. ali m3)					
Izdelava sort.	odvezovanje				
	Izdelava sortimentov				
	Prekladanje lesa				
	Prekladanje ostankov				
Zastoji ciklusa	Delavec				
	Stroj				
	Organizacija				
Vzroki zastojev	Delavec				
	Kamion				
	Dvigalo				
	Vitel				
	Vrvi				
	Voziček				
	Procesor				
	Organizacija				
	Sestoj, teren				
	dela v sečišču				
	Drugo				
Glavni odmor					
Pripr.-zaklj. čas, vzdrževanje, gorivo					
Neopravičeni zastoji (meritve)					
kratki odmori					

opombe:

Priloga C: Snemalni list za merjenje učinkov

Snemalni list za učinke Syncrofalke in Woody 60

datum:			številka linije:				merilec:	
opomba			številka lista:					
ciklus	premer	dolžina	opombe		ciklus	premer	dolžina	opombe

opombe: