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

Sergej TREBEC

UPORABNOST TRAKTORJA WOODY 140 PRI SPRAVILU LESA

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2014

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

Sergej TREBEC

UPORABNOST TRAKTORJA WOODY 140 PRI SPRAVILU LESA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

USEFULNESS OF TRACTOR WOODY 140 FOR WOOD HARVESTING

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2014

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Nastalo je v sodelovanju s podjetjem GGP, Gozdno gospodarstvo Postojna d. o. o. (v nadaljevanju Gozdno gospodarstvo Postojna) in v okviru Katedre za gozdno tehniko in ekonomiko, Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Terenske meritve so bile opravljene na območju GGO Postojna v GGE Leskova dolina v Praprotni Dragi.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete je na seji dne 20. 08. 2013 za mentorja imenovala doc. dr. Jurija Marenčeta ter za recenzenta prof. dr. Igorja Potočnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje diplomske 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.

Sergej Trebec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK GDK 305:377.44(043.2)=163.6

KG spravilo lesa/zgibni gozdarski traktorji/Woody 140/uporabnost

KK

AV TREBEC, Sergej

SA MARENČE, Jurij (mentor)

KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

LI 2014

IN UPORABNOST TRAKTORJA WOODY 140 PRI SPRAVILU LESA

TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)

OP X, 76 str., 13 pregl., 31 sl., 3 pril., 14 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI V avgustu 2012 so v podjetju GGP, Gozdno gospodarstvo Postojna d. o. o. nabavili nov gozdarski zgibnik Woody 140. Z uvedbo novega traktorja v proizvodni proces spravila lesa se je pojavila potreba po novih podatkih, s katerimi bi ugotovili uporabnost tega traktorja ter njegovo učinkovitost pri delu. Terenske meritve so bile opravljene v avgustu in septembru 2013 na območju Praprotne Drage v GGE Leskova dolina. Posnetih je bilo 90 ciklov, od tega 44 ciklov vlačenja navzgor, 22 ciklov vlačenja navzdol in 24 ciklov vlačenja po ravnem. Pri snemanju je bila uporabljena kronometrična ničelna metoda merjenja časov. Na terenu so bile posnete dolžine in nakloni vseh vlak. S strukturo delovnika je bil ugotovljen delež produktivnega časa, ki predstavlja 84 %, delež neproduktivnega pa 16 % celotnega delovnega časa. Iz izračunanih normativov za zbiranje in rampanje ter vlačenje lesa je ugotovljeno, da je Woody 140 primernejši za delo na območju jelovo-bukovih gozdov visokega krasa od njegovega predhodnika Woody 110. Za Woody 140 so izračunani tudi dnevni učinki za vse tri kategorije vlačenja lesa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gt
DC FDC 305:377.44(043.2)=163.6
CX skidding timber/forestry skidders/Woody 140/usefulness
CC
AU TREBEC, Sergej
AA MARENČE, Jurij (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotehnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY 2014
TI USEFULNESS OF TRACTOR WOODY 140 FOR WOOD HARVESTING
DT Graduation thesis (University studies)
NO X, 76 p., 13 tab., fig., 31 ann., 14 ref.
LA sl/en

AB GGP, Gozdno gospodarstvo Postojna d. o. o. had bought new forest skidder Woody 140 in August 2012. With this purchase need for new data which would determine machines usefulness and effectiveness, was shown. Measurements in field were made in the area of Praprotna Draga at GGE Leskova dolina in August and September 2013. 90 cycles were made - 44 cycles up, 22 cycles down and 24 cycles on flat area. A snap - back method of time measuring was used while recording. Length and slope of the terrain was also recorded. Observing worker at work we determined he works effectively 84% of his working time. From all data collected we determined that Wody 140 is more suitable for work in our forests than his predecessor - Wody 110. Daily efficiency for Wody 140 for all 3 categories was also calculated.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA III
KEY WORDS DOCUMENTATION IV
KAZALO VSEBINE V
KAZALO PREGLEDNIC VII
KAZALO PRILOG X

1 UVOD 1
2 OPREDELITEV PROBLEMA 2
3 DOSEDANJE RAZISKAVE 3
4 DELOVNE HIPOTEZE 5
5 OPIS TEHNIČNIH SREDSTEV IN DELOVNIH RAZMER 6
5.1 OPIS ZGIBNEGA GOZDARSKEGA TRAKTORJA WOODY 140 6
5.1.1 Tehnični podatki za Woody 140 7
5.2 OBJEKTI RAZISKOVANJA 9
5.2.1 OBMOČJE RAZISKOVANJA 9
5.2.2 KATEGORIZACIJA SEKUNDARNIH GOZDNIH PROMETNIC 10
5.2.3 KATEGORIZACIJA BREZPOTJA 11
5.3 SODELUJOČI V POSKUSU IN ORGANIZACIJA DELA 12
6 METODE DELA 13
6.1 OPIS DELOVNIH OPERACIJ 13
6.2 SESTAVA DELOVNEGA ČASA PRI SPRAVILU LESA 17
6.3 ŠTUDIJA ČASA IN UČINKOV 18
6.4 NAČIN, POTEK IN NATANČNOST SNEMANJA 18
6.5 OBDELAVA PODATKOV 24
7 REZULTATI RAZISKAVE 25
7.1 ORGANIZACIJSKE ZNAČILNOSTI PRI SPRAVILU LESA S TRAKTORJEM 25
7.2 STRUKTURA DELOVNEGA DNE 25
7.3 DELEŽ DODATNEGA ČASA 29
7.4 VOZNE HITROSTI TRAKTORJA 31
7.5 REGRESIJSKE ANALIZE 33

7.5.1 Zbiranje lesa ... 33
7.5.1.1 Razvlačevanje prazne vrvi ... 35
7.5.1.2 Vezanje lesa ... 36
7.5.1.3 Razvlačevanje prazne vrvi in vezanje lesa ... 37
7.5.1.4 Privlačevanje lesa ... 38
7.5.1.5 Premik med zbiranjem lesa ... 39
7.5.2 Vlačenje lesa ... 40
7.5.2.1 Glavni produktivni čas vlačenja ... 42
7.5.2.2 Prazna vožnja ... 43
7.5.2.3 Polna vožnja ... 44
7.5.3 Delo na pomožnem skladišču ... 45
7.5.3.1 Delo na pomožnem skladišču ... 46
7.5.3.2 Odvezovanje lesa ... 47
7.5.3.3 Rampanje lesa ... 48
7.6 NORMATIVI SPRAVILA LESA ... 49
7.6.1 Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču ... 49
7.6.2 Normativi vlačenja lesa ... 59
7.6.3 Produktivni in delovni časi spravila lesa ... 64
7.6.4 Učinki spravila lesa ... 66
8 SKLEPI RAZISKAV ... 71
9 POVZETEK ... 73
10 VIRI ... 75

ZAHVALA ... 77
PRILOGE ... 78

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki o vlakah 9
Preglednica 2: Napake snemanj časovnih vrednosti za posamezne kategorije vlačenja 24
Preglednica 3: Povzetek strukture delovnega časa spravila lesa z Woody 140..... 26
Preglednica 4: Prečiščen povzetek strukture delovnega časa spravila lesa z Woody 140 .. 29
Preglednica 5: Faktorji dodatnih in neproduktivnih časov pri spravilu navzgor, ravno in navzdol 31
Preglednica 6: Vozne hitrosti prazne in polne vožnje za kategorije vlačenja navzgor, ravno in navzdol 32
Preglednica 7: Osnovni podatki zbiranja lesa ločeno na kategorije zbiranja lesa 33
Preglednica 8: Podatki zbiranja lesa glede na dve kategoriji 34
Preglednica 9: Podatki vlačenja lesa 41
Preglednica 10: Podatki bremen lesa glede na dve kategoriji dela na pomožnem skladišču 46
Preglednica 11: Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v minutah na tono za Woody 140 (za skupino zbiranja št. 1) 53
Preglednica 12: Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v minutah na tono za Woody 140 (za skupino zbiranja št. 2) 57
Preglednica 13: Normativi vlačenja lesa za gozdarski zgibnik Woody 140 v minutah na tono 61

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdarski zgibni traktor Woody 140 1
Slika 2: Woody 140 na delovišču 2
Slika 3: Timberjack 225 4
Slika 4: Woody 110 4
Slika 5: Delovišče v Praprotni Dragi 5
Slika 6: Woody 140 na delovišču v Praprotni dragi 5
Slika 7: Sekundarna gozdna prometnica - vlaka kategorije vlačenja navzgor 10
Slika 8: Brezpotje ob vlaki s posameznimi kosi lesa za zbiranje 11
Slika 9: Pomoč pri opravljanju meritev in traktorist med odvezovanjem lesa 12
Slika 10: Prazna vožnja po vlaki 13
Slika 11: Razvlačevanje prazne vrvi iz levega bobna 14
Slika 12: Razvlečene vrvi iz obeh bobnov in vezanje lesa 14
Slika 13: Privlačevanje lesa 15
Slika 14: Kosi v delovišču za katere je potreben premik med zbiranjem 15
Slika 15: Polna vožnja 16
Slika 16: Rampanje lesa na pomožnem skladišču 17
Slika 17: Ergonomsko oblikovana kabina v Woody 140 21
Slika 18: Normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo srednje ugodno, v odvisnosti od prostornine povprečnega drevesa in razdalje zbiranja za gozdarski zgibnik Woody 140 (za skupino zbiranja št. 1) 52
Slika 19: Primerjava normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo srednje ugodno, glede na različne gozdarske zgibne traktorje pri razdalji zbiranja 10 m (za skupino zbiranja št. 1) 54
Slika 20: Normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo zbiranja ugodno, v odvisnosti od prostornine povprečnega drevesa in razdalje zbiranja za gozdarski zgibnik Woody 140 (za skupino zbiranja št. 2) 56
Slika 21: Primerjava normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo ugodno, glede na različne gozdarske zgibne traktorje pri razdalji zbiranja 10 m (za skupino zbiranja št. 2) 58
Slika 22: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja navzgor, ... 62

Slika 23: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja ravno, ... 62
Slika 24: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja navzdol,..... 63
Slika 25: Woody 140 med rampanjem lesa 66
Slika 26: Učinki spravila lesa navzgor za kategorijo zbiranja srednje ugodno (ZBI = 10 m) 67
Slika 27: Učinki spravila lesa po ravnem za kategorijo zbiranja srednje ugodno (ZBI = 15 m)..... 67
Slika 28: Učinki spravila lesa navzdol za kategoriji zbiranja srednje ugodno (ZBI = 10 m) 68
Slika 29: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa navzgor v od odvisnosti razdalje vlačenja..... 69
Slika 30: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa po ravnem v odvisnosti od razdalje vlačenja..... 69
Slika 31: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa navzdol v od odvisnosti od razdalje vlačenja..... 70

KAZALO PRILOG

Priloga A: Opisi objektov snemanja spravila lesa in karta 78
Priloga B: Karta raziskovalnega objekta 80
Priloga C: Potek vlak glede na spravilno razdaljo in nadmorsko višino 81

1 UVOD

Gozdarstvo in z njim pridobivanje lesa je v Sloveniji že od nekdaj v gospodarskem pogledu zelo pomembno, samo spravilo lesa pa kot ena izmed glavnih in poglavitnih panog gozdarstva, ki je zaposlovala velik delež ljudi v delovni fazi pridobivanja lesa. S samim razvojem tehnike se ponujajo nove možnosti uporabe različnih tehničnih sredstev za delo, hkrati pa tudi izboljšave sredstev dela, tako v ergonomskem, ekonomskem kot tudi tehnološkem smislu.

Spravilo lesa, ki od nekdaj spada med najtežjo in najdražjo delovno fazo pri pridobivanju lesa, je bilo dolgo časa nemehanizirano. Les so najprej spravljali ročno, ga plavili, spravljali z vprežno živino in kasneje prešli na mehanizirano spravilo s traktorji, žičnicami, v sodobnih in gospodarsko zelo razvitih deželah pa les spravljajo v določenih primerih na težko dostopnih terenih celo s posebej prilagojenimi helikopterji.

Na postojnskem, v podjetju Gozdno gospodarstvo Postojna, sledijo trendom in sooblikujejo uvajanje novih tehnologij, predvsem novih strojev, ki izboljšujejo učinkovitost dela. Zato so se v letu 2012 odločili za nabavo novega specialnega gozdarskega zgibnega traktorja Woody 140, ki je naslednik njegovega predhodnika Woody 110, z drugačnimi tehničnimi karakteristikami, hkrati pa se je pokazala potreba po dodatni raziskavi in pridobitvi novih koristnih informacij pri uspešnosti spravila lesa.

Slika 1: Gozdarski zgibni traktor Woody 140 (foto: Trebec, S.)

2 OPREDELITEV PROBLEMA

V podjetju Gozdno gospodarstvo Postojna, so za spravilo lesa z zgibnimi gozdarskimi traktorji dolga leta uporabljali kanadske "Timberjacke", kasneje so se zaradi skorajšnje dotrajanosti omenjenih zgibnikov odločili za nakup čeških, mnogo cenejših zgibnikov LKT, ki so takrat predstavljali le 1/3 nabavne cene kanadskih zgibnikov in med prvimi v Sloveniji v začetku leta 1983 nabavili 4 nove tovrstne stroje (Trebec, 1984). Češkim LKT so sledili še japonski zgibniki Iwafuji, leta 1998 dva nova Woody 110, avgusta 2012 pa nov Woody 140, na katerem je tudi narejena časovna študija učinkov.

Namen diplomskega dela je bil zbrati časovne in količinske parametre spravila lesa ter ugotoviti uporabnost in učinkovitost zgibnega gozdarskega traktorja Woody 140 za delo v naših gozdovih – na visokem krasu snežniških gozdov.

Slika 2: Woody 140 na delovišču (foto: Trebec, S.)

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Raziskav s področja določanja normativov za gozdarski zgibni traktor Woody 140 za spravilo še ni bilo, saj gre za razmeroma nov stroj. Traktor Woody 140 proizvaja slovensko podjetje VILPO d.o.o., ki je leta 1995 izdelalo prvi gozdarski zgibni traktor Woody 110 z računalniško vodenim hidrostatskim pogonskim sistemom, ki še danes predstavlja visoko kakovost na tem področju. Od takrat je bilo izdelanih 160 traktorjev. Po petnajstih letih uspešnega uveljavljanja tega traktorja, je podjetje VILPO d.o.o. v letu 2010 predstavilo novo generacijo traktorjev Woody.

Na tem mestu velja omeniti nekaj dosedanjih raziskav na temo učinkov in uporabnosti podobnih zgibnih gozdarskih traktorjev, in sicer spravilo lesa z zgibnim traktorjem Iwafuji T-41 in poškodbe sestoja pri sečnji in spravilu (Klun in Poje, 2000), kjer sta avtorja ugotavljala učinke spravila za omenjen zgibnik glede na posebnosti skupinskega dela, hkrati pa raziskovala tudi poškodbe sestoja, ki nastanejo med samo proizvodnjo. Leta 1994 je bila opravljena raziskava možnosti racionalizacije spravila lesa z zgibnikom Iwafuji T-41 z uporabo sistema za radijsko daljinsko krmiljenje (Bizjak, 1994). Primernost uporabe zgibnega traktorja LKT-81 v pohorskih razmerah sta raziskala Jenčič in Vidmar (Jenčič, Vidmar, 1984), možnost racionalne uporabe zgibnih traktorjev Timberjack na visokem Krasu pa Maljevac (Maljevac, 1978). V snežniških gozdovih je bila opravljena časovna študija spravila lesa z zgibnim traktorjem LKT-81 (Trebec, 1984). Prav tako je bila opravljena tudi primerjava uporabnosti zgibnih in adaptiranih traktorjev pri spravilu lesa na srednje težkih terenih (Goričan, 1976) ter gospodarnost spravila lesa iglavcev z zgibnimi traktorji na Pohorju (Ajdič, 1977). Mnogo več pa je narejenih raziskav na prilagojenih traktorjih kolesnikih, ki jih pri nas tudi največ uporabljamo, vendar kmetijski traktorji niso tema tokratne analize.

Slabost zastarelih državnih normativov za dela v gozdovih, ki so v splošni veljavi od leta 1999 (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih, 1999), z manjšimi spremembami pa leta 2010 je v tem, da so za spravilo lesa z velikimi gozdarskimi zgibniki oblikovani na podlagi analiz dela s gozdarskim zgibnim traktorjem Timberjack 225, katerega so začeli proizvajati kmalu po letu 1960, hkrati pa je nekoliko močnejši in

robustnejši od Woodyja 140. Zato se ob vsakem uvajanju novega stroja pojavi potreba po novejših in realnejših podatkih.

Slika 3: Timberjack 225 (http://image.21hu.com/tupian/images/20130418/timberjack-225-11.jpg)

Slika 4: Woody 110 (http://www.kwf-online.de/deutsch/information/markt/2686.jpg)

4 DELOVNE HIPOTEZE

V diplomskem delu bomo preverili dve hipotezi. Prva hipoteza pravi, da je zgibni gozdarski traktor Woody 140 primeren glede na pričakovane učinke za delo na območju jelovo-bukovih gozdov visokega krasa. V drugi pa predpostavljamo, da je traktor pri delu primernejši in učinkovitejši kot so bile njegove dosedanje izvedbe.

Slika 5: Delovišče v Praprotni Dragi (foto: Trebec, S.)

Slika 6: Woody 140 na delovišču v Praprotni dragi (foto: Trebec, S.)

5 OPIS TEHNIČNIH SREDSTEV IN DELOVNIH RAZMER

5.1 OPIS ZGIBNEGA GOZDARSKEGA TRAKTORJA WOODY 140

Gozdarski traktor Woody 140 s krmiljenim zglobom izpolnjuje najzahtevnejše pogoje za udobno vožnjo, vlečenje, stabilnost, razdelitev teže, majhno težo in okretnost na najboljši možni način. Največjo noviteto predstavlja krmiljenje hidrostatskega pogona s pomočjo procesorja, ki ga lahko prosto programiramo. S tem dosežemo idealno prilagajanje hitrosti in momenta trenutnim obremenitvam in omogočimo delo motorja v idealnih pogojih. To ima za posledico zelo udobno in tiho vožnjo, čist izpuh, najmanjšo možno porabo goriva, preprečevanje zdrsov koles in največjo možno enostavnost upravljanja ter udobje za voznika. Velika, dobro izolirana varnostna kabina, ki je vležajena na gumijastih ležiščih, nudi z vrtljivim, pnevmatsko vzmetenim in električno nastavljivim sedežem in dvojnim posluževanjem, udobno in varno delovno mesto. Daljinsko lahko poleg vitla krmilimo tudi traktor - vklop/izklop motorja, vožnja naprej/nazaj, krmiljenje vozila, plin motorja in dvig/spust zadnje deske so funkcije, ki jih lahko daljinsko krmilimo. S tem je vozniku bistveno olajšano delo, učinkovitost traktorja pa se poveča (Tehnični podatki gozdarskega traktorja Woody*, http://www.vilpo.si/index.php?p=8, 10.01.2014*).

Iz istega vira tehničnih podatkov o Woodyju 140 razberemo tudi, da je opremljen s hidravličnim dvo-bobenskim vitlom in sprednjo rampno desko. Prednji in zadnji del šasije traktorja sta povezana z horizontalno-vertikalnim členom, kateri omogoča horizontalno-vertikalen lom šasije in hkrati s tem tudi upravljanje traktorja preko volanskega obroča. Traktor ima stalen pogon na vsa štiri nizkotlačna kolesa, na katerih so nameščene verige, kolesa pa izvajajo majhen specifičen pritisk na tla. Motor in kabina sta nameščena na prednji osi, vitel z naletno desko pa na zadnji osi. Woody 140 ima varnostno kabino, katera je elastično pritrjena na šasijo ter ima ena vrata za vstop oz. izstop, zadnje in desno okno se odpirata za potrebe zračenja kabine, sprednje okno pa je namenjeno izhodu v sili, katerega se da razbiti s priloženim kladivom za razbitje stekel. Kabina je ogrevana, opcijsko je možna tudi montaža klime. Woody 140 je hkrati opremljen z vso potrebno svetlobno in drugo signalizacijo za ustreznost cestno prometnim predpisom in je tako tehnično prilagojen za vožnjo tudi po javnih prometnicah.

5.1.1 Tehnični podatki za Woody 140

Motor WOODY 140:	DEUTZ - TCD2012L04-2V.
Moč motorja:	102 kW / 140 KM pri 2200 rpm.
Dolžina vozila:	5900 mm.
Širina vozila:	2100 mm do 2400 mm (odvisno od dimenzije pnevmatik).
Višina vozila:	2860 mm.
Masa vozila:	6500 kg.
Pogon:	- hidrostatski - SAUER-SUNDSTRAND, - krmiljen z računalnikom, - pogon na vsa kolesa.
Rezervoar za gorivo:	95 litrov.
Razporeditev teže:	- sprednja os 62 %, - zadnja os 38 %.
Dimenzija pnevmatik:	600/55-26,5 (širina vozila pri teh pnevmatikah je 2300 mm).
Delovna hitrost vozila:	0 - 17 km/h
Cestna hitrost vozila:	0 - 36 km/h
Zavore:	Parkirna zavora z zunanjim hidravličnim cilindrom z vzmetjo na zadnji osi - zavora v osi - lamelna v hidravličnem olju VG22. Zavora se vključi avtomatsko pod 900 prm in sicer z vzmetjo. Sprostitev je avtomatska nad 900 prm in sicer hidravlično s pritiskom 25 barov. Servisna zavora z zavornim cilindrom, ki deluje vzporedno – neodvisno od hidravličnega pritiska ali delovanja motorja.
Vzpon 100 %:	v 1. prestavi.

Horizontalen lom krmilnega zgloba:	± 40°
Vertikalen lom krmilnega zgloba:	± 16°
Vitel:	- IGLAND 9002, - elektro-hidravlično krmiljen, - hidrostatski pogon, - daljinsko krmiljenje, - hitrost navijanja vrvi 0,6 - 1,2 m/s.
Prednja rampna deska:	- največja sila dviganja 3800 daN, - največja sila spuščanja 2500 daN, - tlak v hidravličnem sistemu 240 bar, - masa 300 kg.
Zadnja sidrna deska:	- največja sila dviganja 5000 daN, - največja sila spuščanja 7000 daN, - tlak v hidravličnem sistemu 240 bar, - masa 250 kg.
Dodatna oprema:	- daljinsko upravljanje vozila, - dvigalo, - klešče na sprednji in zadnji deski, - in mnogo več po specifikaciji v ceniku in glede na željo kupca.

5.2 OBJEKTI RAZISKOVANJA

5.2.1 OBMOČJE RAZISKOVANJA

Časovno študijo spravila lesa z zgibnim traktorjem Woody 140 smo opravili na območju GGO Postojna v GGE Leskova dolina. V revirju Leskova dolina sta bila za potrebe raziskave izbrana oddelka 13b/4 in 13c/1. V oddelku 13b/4 smo opravili snemanja spravila navzgor in navzdol. Razpon nadmorske višine za spravilo navzgor je bil med 930 in 1020 m n.v., za spravilo navzdol pa med 980 in 820 m n.v. V oddelku 13c/1 smo opravili snemanje spravila po ravnem, kjer je bil razpon nadmorske višine med 780 in 805 m n.v.

Sekundarne prometnice oz. vlake na katerih smo izvajali snemanje spravila lesa z zgibnim traktorjem, so bile vnaprej izbrane na terenu.

Za snemanje podolžnih profilov sekundarnih prometnic smo uporabili za izmero naklonov padomer Suunto z natančnostjo izmere ± 1 % ter za izmero dolžin jekleni merilni trak dolžine 50 m.

Za namene časovne študije spravila lesa s zgibnim traktorjem smo posneli 5 vlak in na njih 90 ciklusov, važnejši podatki o vlakah pa so podani v preglednici št. 1. Situacije vlak in podolžni profili so prikazani v prilogah.

Preglednica 1: Podatki o vlakah

Vlaka	Število posnetih ciklusov	Razdalja vlačenja			Naklon vlake v smeri vlačenja		
		min.	povp.	max.	min.	povp.	max.
		(m)			(%)		
Navzgor	44	41	128	208	0	+ 25	+ 37
Ravno	24	57	88	149	- 3	+ 3	+ 5
Navzdol	22	589	667	706	- 7	- 23	- 37

5.2.2 KATEGORIZACIJA SEKUNDARNIH GOZDNIH PROMETNIC

Kategorizacijo vlačenja lesa po sekundarnih prometnicah smo povzeli po enotnih normativih gozdnih del, in sicer:

Navzgor: vlačenje navzgor. Povprečni naklon vlake nad + 5 % v smeri vlačenja. Konveksne ali konkavne vlake z dolgimi (> 30 m) proti vzponi naklona > 10 %.

Ravno: vlačenje po ravnem. Vlake brez večjih proti vzponov s povprečnim naklonom od - 5 % do + 5 %. V primeru, da so vlake strmejše, se zaradi težjih pogojev za izračun normativa uporablja kategorija ravno.

Navzdol: vlačenje navzdol. Povprečni naklon vlake - 6 % do - 35 % za prilagojene kmetijske traktorje in do - 45 % za zgibnike in goseničarje.

Slika 7: Sekundarna gozdna prometnica - vlaka kategorije vlačenja navzgor (foto: Trebec, S.)

5.2.3 KATEGORIZACIJA BREZPOTJA

Kategorizacijo brezpotja za zbiranje lesa smo povzeli po enotnih normativih gozdnih del, in sicer:

Ugodno: Površje gladko do srednje kamnito (do 50 % površine) s posameznimi skalami in bloki. Povprečni naklon okoli 30 %. Pretežno enomerni sestoji. V debeljakih le malo polnilnega sloja in podrasti.

Srednje: Strma, kamnita pobočja z majhno skalovitostjo in zelo strma pobočja od 30 do 50 % (naklona). Mešani, velikokrat dvoslojni sestoji. V sestojih drevje vseh debelin.

Neugodno: Zelo strma nad 50 % in kamnita pobočja z veliko (od 30 do 50 % površine) skalovitostjo. Pogosti skalni bloki. Sem sodijo tudi površine blagih naklonov z izredno veliko (nad 50 %) skalovitostjo v obliki velikih skalnih blokov. Na krasu so ti gozdovi v nadmorskih višinah nad 1200 m. Pretežno mešani sestoji z velikim deležem listavcev slabe kakovosti.

Zbiranje v vrvne linije: Enodobni in enomerni, pretežno čisti sestoji listavcev ali iglavcev, nasadi smreke, lahko tudi mešani sestoji do debeline drogovnjaka. Svet z malo skalovitostjo in blagih naklonov. Sortimenti so pri sečnji usmerjeni v vrvne linije. Vrvne linije so očiščene.

Slika 8: Brezpotje ob vlaki s posameznimi kosi lesa za zbiranje (foto: Trebec, S.)

5.3 SODELUJOČI V POSKUSU IN ORGANIZACIJA DELA

V časovno študijo spravila lesa z zgibnim traktorjem Woody 140 smo vključili na Gozdnem obratu Snežnik 1 delavca (traktorista), ki tudi sicer s tem strojem upravlja od avgusta 2012, ko so traktor kupili na Gozdnem gospodarstvu Postojna. Traktorist je bil seznanjen z namenom in potekom snemanja učinkov spravila lesa ter se strinjal z raziskavo. Organizacijska oblika dela v našem primeru je bila I+0.

Slika 9: Pomoč pri opravljanju meritev in traktorist med odvezovanjem lesa (foto: Trebec, S.)

6 METODE DELA

S časovno študijo spravila lesa z zgibnim traktorjem Woody 140 smo želeli ugotoviti uporabnost in učinkovitost stroja, kateri je na postojnskem gozdno gospodarskem območju relativno nov, nabavljen je bil avgusta 2012 in bo z leti nasledil njegovega predhodnika Woody 110. Na terenu smo posneli časovne in količinske vrednosti spravila lesa, ki smo jih kasneje uporabili pri obdelavi podatkov in ugotavljanju učinkov spravila lesa.

6.1 OPIS DELOVNIH OPERACIJ

Spravilo lesa kot delovna operacija je prva faza v transportu lesa, ki se odvija v ciklusih pri čemer je vsak ciklus zaključeno opravilo. Delovno operacijo spravila lesa delimo na podfaze zbiranja in vlačenja lesa ter kasneje odvezovanje in rampanje lesa.

Prazna vožnja predstavlja začetek novega cikla spravila lesa in je vožnja traktorja brez bremena od pomožnega skladišča ob kamionski cesti do mesta zbiranja lesa v sečišču, kjer se traktor obrne v smer polne vožnje ter utrdi na mestu zbiranja sortimentov. Prazna vožnja se začne, ko traktor zapelje na vlako in konča ko traktorist izstopi iz traktorja ter prične z razvlačevanjem prazne vrvi, pri čemer je v čas snemanja všteto tudi obračanje traktorja in sidranje s sprednjo rampno oz. zadnjo naletno desko.

Slika 10: Prazna vožnja po vlaki (foto: Trebec, S.)

Razvlačevanje prazne vrvi je čas, ki ga traktorist porabi za razvlačevanje prazne vrv od vitla na traktorju do posameznih kosov oz. do najbolj oddaljenega kosa zbiranja. Razvlačevanje prazne vrvi se prične, ko traktorist prime za žično vrv in konča, ko začne traktorist vezati kos. Traktorist lahko najprej razvleče vrv do najbolj oddaljenega kosa in prične kasneje vezati sortimente ali pa vleče od kosa do kosa in sproti veže, seveda pa so možne tudi vse vmesne kombinacije razvlačevanja prazne vrvi.

Slika 11: Razvlačevanje prazne vrvi iz levega bobna (foto: Trebec, S.)

Vezanje lesa predstavlja čas, ki ga traktorist porabi za ovijanje verižnih zank okrog kosov in vpenjanje verižnih zank v drsnike na vrvi vitla. Vezanje lesa se prične, ko traktorist prime verižno zanko, jo ovije okrog kosa ter vpne v drsnik.

Slika 12: Razvlečene vrvi iz obeh bobnov in vezanje lesa (foto: Trebec, S.)

Privlačevanje lesa predstavlja čas, ki je potreben, da z vitlom na traktorju privezane kose privlečemo od mesta poseka po brezpotju do traktorja na vlaki. Privlačevanje lesa lahko opravimo enkratno ali tudi večkratno. Traja od trenutka, ko smo začeli z vitlom navijati vrv na boben ter do trenutka, ko je les privlečen do naletne deske in traktorist vstopi v kabino.

Slika 13: Privlačevanje lesa (foto: Trebec, S.)

Premik med zbiranjem je velikokrat pomembna delovna podfaza, ko traktorist oblikuje čimbolj optimalno breme in se premika po sestoju med fazo zbiranja lesa. Premik med zbiranjem se začne, ko traktorist vstopi v traktor po privlačevanju lesa, premakne traktor in se konča, ko izstopi iz traktorja z namenom ponovnega razvlačevanja vrvi in vezanja lesa.

Slika 14: Kosi v delovišču za katere je potreben premik med zbiranjem (foto: Trebec, S.)

Polna vožnja predstavlja čas, ki je potreben, da breme od zadnjega mesta zbiranja po vlaki najhitreje in najbližje spravimo do rampnega prostora. Polna vožnja se prične, ko traktorist po privlačevanju lesa vstopi v traktor in konča, ko traktorist na rampnem prostoru po ustavitvi traktorja izstopi iz kabine z namenom odvezovanja lesa.

Slika 15: Polna vožnja (foto: Trebec, S.)

Odvezovanje lesa predstavlja čas, ki ga traktorist porabi na rampnem prostoru, da odveže in odpne vse vrvne zanke ter le-te s pomočjo vitla pritegne izpod debel, navije vrv na boben vitla ter namesti vse zanke na ustrezno mesto na naletni deski. Odvezovanje lesa se prične, ko traktorist po končani polni vožnji izstopi iz traktorja in konča, ko vstopi nazaj v kabino z namenom rampanja lesa. Odvezovanje lesa je lahko med fazo odvezovanja tudi prekinjeno zaradi morebitnih premikov po rampnem prostoru z namenom sortiranja posameznih kosov po različnih kupih, kar štejemo v premike po skladišču.

Premik po skladišču je velikokrat potreben kadar je v bremenu več različnih sortimentov, katere je potrebno sortirati na različne kupe, zato med odvezovanjem in rampanjem traktorist večkrat premakne traktor skupaj z bremenom do ustreznega kupa.

Rampanje lesa predstavlja čas, ki je potreben za premik traktorja z namenom, da bo rampal les. Začne se, ko traktorist vstopi v traktor in nima več privezanih sortimentov, katere rampa na določeno mesto na pomožnem skladišču. Ko konča z rampanjem se prične prazna vožnja in s tem nov cikel spravila lesa.

Slika 16: Rampanje lesa na pomožnem skladišču (foto: Trebec, S.)

6.2 SESTAVA DELOVNEGA ČASA PRI SPRAVILU LESA

Delovni čas pri spravilu lesa smo razdelili na produktivni, neproduktivni in pripravljalno-zaključni čas. Delovni proces spravila lesa z zgibnikom je bil predhodno natančno opredeljen.

Produktivni čas je čas, ki ga traktorist porabi za izvedbo del pri spravilu lesa in ga delimo na:

- glavni produktivni čas: ki ga sestavljata časa prazne in polne vožnje ter
- pomožni produktivni čas: ki je potreben, da traktorist lahko izvaja glavni produktivni čas. Sem štejemo čas razvlačevanja prazne vrvi, vezanja lesa, premik med zbiranjem, privlačevanje, odvezovanje, premik po skladišču in rampanje.

Neproduktivni čas je čas, ki nastane v vsakem delovnem procesu zaradi zastojev, ki so lahko objektivnega ali subjektivnega značaja. V neproduktivni čas štejemo:

- glavni odmor, ki je namenjen malici traktorista in se po normativu šteje 30 minut,
- odmori, oddihi in fiziološke potrebe, katere traktorist potrebuje za kvalitetno in normalno delo,
- okvare in popravila, katere lahko traktorist opravi sam na terenu,
- zastoji zaradi organizacije dela nastanejo zaradi zastojev v organizaciji dela ali zaradi drugih organizacijskih zastojev - npr. ko traktorist čaka da se sprosti gozdna prometnica zaradi nakladanja lesa na kamion,
- zastoji zaradi meritev.

Pripravljalno-zaključni čas je čas, ki ga traktorist porabi za vsa pripravljalno-zaključna dela, kamor je všteto dolivanje goriva, dolivanje olja, mazanje zglobov, pregled traktorja, popravilo vrvi, vsa manjša popravila za nadaljevanje dela naslednji dan, čiščenje, itd. Pripravljalno-zaključni čas ugotavljamo s sliko celotnega delovnika in ga ne štejemo v normativ. Traktoristu se v namen pripravljalno-zaključnega časa po normativih gozdnih del prizna 20 minut na dan.

6.3 ŠTUDIJA ČASA IN UČINKOV

Za časovno študijo spravila lesa in učinkov spravila z gozdarskim zgibnim traktorjem Woody 140 smo uporabili kronometrično ničelno metodo snemanja časa z natančnostjo merjenja ± 1 s. Metoda je primerna za merjenje transportnih ciklusov, katerih ni mogoče opazovati zgolj le z enega mesta oz. stojišča. Za meritev kontrolnega časa snemanja smo uporabili ročno uro. Posnete čase smo vpisovali v posebne snemalne liste po ciklusih, na katere smo zapisali tudi lokacijo zbiranja, dolžino razvlačevanja prazne vrvi, razdaljo vlačenja in morebitne druge opombe za nadaljnje delo pri obdelavi posnetih časovnih in količinskih vrednosti.

6.4 NAČIN, POTEK IN NATANČNOST SNEMANJA

Časovna študija in terenske meritve smo opravili konec meseca avgusta in v začetku septembra leta 2013, pri čemer smo posneli 90 ciklusov, od tega 44 ciklusov vlačenja navzgor, 22 ciklusov vlačenja navzdol in 24 ciklusov vlačenja po ravnem. Snemali smo 6 delovnih dni, pri čemer smo posneli 2 dni spravila navzgor, 2 dni spravila navzdol in 2 dni spravila po ravnem. Lokacija snemanja učinkov je bila vnaprej določena v dogovoru z vodjem del na gozdnem obratu Snežnik.

Snemanje časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa sva opravila dva snemalca, ki med snemanjem nisva menjavala vlog snemanja. Prvi snemalec je snemal čas prazne vožnje, razvlačevanja prazne vrvi, vezanja lesa, privlačevanja lesa, vlačenja po vlaki, odvezovanja in rampanja lesa. Hkrati je ocenjeval kategorijo zbiranja lesa, izmeril dolžino razvlačevanja prazne vrvi ter morebitnih premikov med zbiranjem. Dolžino razvlačevanja prazne vrvi smo ocenili kot maksimalno razdaljo razvlačevanja prazne vrvi oz. razdaljo do najbolj oddaljenega kosa v posameznem ciklusu na ± 1 m natančno. Dolžino razvlačevanja vrvi smo ocenili s koraki in s pomočjo okularne ocene dolžine kosov na ± 1 m natančno, katere je traktorist zvezal v breme. Drugi snemalec je meril in beležil učinke spravila na rampnem prostoru glede na posamezen ciklus.

Pred začetkom snemanja časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa smo si vnaprej določeno vlako, na kateri je potekalo snemanje, dobro ogledali najprej na karti v merilu 1 : 4000 ter kasneje še detajlno na terenu. Na karti smo grobo ocenili in izmerili dolžino, na terenu pa smo natančno izmerili dolžino vlak na ± 1 m natančno in naklone, s pomočjo katerih smo kasneje izrisali podolžne profile vlak, katere prikazujemo v prilogah. Snemanje učinkov se je pričelo šele po meritvah dolžin in naklonov vlak. Da smo pri snemanju vedeli kje se je začela in končala prazna vožnja ter dobili razdaljo vlačenja po vlaki, smo imeli na terenu označene kumulativne razdalje od rampnega prostora do konca vlake na vsakih 20 metrov, vmesne razdalje pa smo ocenili s pomočjo korakov.

Učinke spravila smo merili s kovinsko premerko dolžine 1 m z natančnostjo ± 1 cm, dolžine sortimentov pa z gozdarski jeklenim metrom dolžine 15 m z natančnostjo merjenja ± 10 cm.

Naklone vlak smo merili s padomerom Suunto z natančnostjo meritve ± 1 %, dolžine vlak pa z jeklenim merilnim trakom dolžine 50 metrov z natančnostjo meritev ± 1m.

Za snemanje časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa z zgibnim gozdarskim traktorjem, smo uporabili poseben snemalni list za spravilo lesa s traktorji, ki ga prikazujemo na naslednjih straneh.
Snemalni list je deljen na tri skupine podatkov in sicer na:

- časovne vrednosti snemanja,
- količinske vrednosti snemanja,
- ter podatke o območju in pogojih dela s podrobno označbo mesta snemanja, sredstev za delo, vremenskih razmerah, podatkih o traktoristu, itd.

Posamezen snemalni list, ki je namenjen snemanju enega ciklusa, se vodi po tekočih številkah za posamezno vlako. Snemalni list je prirejen za kronometrično ničelno metodo snemanja časovnih in količinskih vrednosti ter ima dve strani. Prva stran snemalnega lista je namenjena vpisovanju časovnih vrednosti snemanja spravila, na hrbtno stran pa vpisujemo količinske vrednosti učinkov in podatke o objektu snemanja, traktoristu in traktorju.

Prednja stran snemalnega lista je deljena na dva dela:

1. Glava snemalnega lista, kamor vpisujemo zaporedno številko snemalnega lista za vsako vlako posebej, podatke o snemalcih časov in učinkov, datum in dan snemanja, trajanje snemanja oz. kontrolni čas (za ugotavljanje napake snemanja).

2. Časovni podatki so razporejeni v stolpcih in vrsticah. V posamezne stolpce vpisujemo naziv delovne operacije, produktivne čase, neproduktivne čase, zastoje na delu in vzroke za zastoje ter ostale opombe. V posamezne vrstice vpisujemo konkretno izmerjene čase za določeno delovno operacijo.

Hrbtna stran snemalnega lista je deljena na dva dela:

1. Količinski podatki snemanja: tu vpisujemo vrsto lesa oz. sortimentov, njihov premer in dolžino, kasneje pa v kabinetnem delu snemanja izračunamo še prostornino, število kosov ter izračunamo maso bremena.

2. Dodaten opis snemanja: tu vpisujemo kratek in jedrnat opis vseh pomembnih stvari, ki so potrebni za rezultate raziskave. Vpisujemo podatke o delovišču, traktoristu, morebitnemu pomožnemu delavcu ali sekaču, podatek o traktorju ter podatke o vlaki.

Slika 17: Ergonomsko oblikovana kabina v Woody 140 (foto: Trebec, S.)

SNEMALNI LIST (za spravilo lesa s traktorji) št. : napaka snemanja:

Snemalec časa:_____ Datum snemanja:____.____.2013 Začetek snemanja:_____:____:____ Σt_s=_____:_____
Snemalec učinkov:_____ Dan snemanja:_____ Konec snemanja: _____:____:____ t_{ko}=_____:_____

PODATEK	**PRODUKTIVNI ČAS**								**NEPROD. ČAS ZARADI TRAKTORJA**		**NEPROD. ČAS ZARADI DELAVCA**			**NEPROD. ČAS ZARADI ORGANIZAC.**	
Zbiranje št.	1	2	3	4	5	6	7	8	okvare poprav.	vzdrž., doliv. goriva	odmori	oddihi	fiziol. potreb.	objekt. zastoji	zaradi meritev
Razdalja vlačenja (m)															
Kategorija vlačenja															
Razdalja zbiranja (m)															
Kategorija zbiranja (I-IV)															
Razdalja premika v sestoju (m)															
Razdalja premika po skladišču (m)															
Prazna vožnja traktorja															
Pomoč sekaču															
Pomožni delavec															
Razvlačevanje prazne vrvi															
Vezanje lesa															
Privlačevanje lesa															
Premik med zbiranjem															
Polna vožnja traktorja															
Odvezovanje lesa															
Premik po skladišču															
Rampanje lesa															
Priprav.-zaključni čas															
Glavni odmor															

PODATKI O BREMENU												
Drevesna vrsta												
Dolžina (m)												
Premer (cm)												
Prostornina (m^3)												
Teža (t)												

BREME	Št. kosov	Σ m^3	Σ t
Iglavci			
Listavci			
Skupaj			

SPLOŠNI PODATKI		**VLAKA - PODOLŽNI PROFIL** (nakloni ± v smeri polne vožnje)			
Delovišče - GGE:		Naklon (%)	Razdalja na terenu (m)	Naklon (%)	Razdalja na terenu (m)
Oddelek / Odsek:					
Traktor					
Traktorist ime:					
priimek					
Starost (let):					
Traktorski staž (let):					
Sekač 1: ime:					
priimek:					
Starost (let):					
Staž (let):					
Sekač 2: ime:					
priimek:					
Starost (let):					
Staž (let):					
Vlaka - opis:					

6.5 OBDELAVA PODATKOV

Po končanem snemanju časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa, je bilo potrebno v kabinetnem delu vsak snemalni list pred nadaljnjo uporabo temeljito pregledati ter primerjati vsoto posnetih časov s kontrolnim časom snemanja, s pomočjo katerega smo izračunali napako snemanja za vsak ciklus posebej. Napako snemanja, ki je razlika med vsoto posnetih časov in kontrolnim časom snemanja smo izračunali po naslednji formuli:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma t_s - t_{ko}}{t_{ko}} \times 100$$

ε = *napaka snemanja*

Σt_s = *vsota posnetih časov*

t_{ko} = *kontrolni čas*

Maksimalno še dopustno odstopanje snemanja je ± 3,00 %, napake snemanja pa prikazujemo v naslednji preglednici.

Preglednica 2: Napake snemanj časovnih vrednosti za posamezne kategorije vlačenja

	Napaka snemanja (%)		
Kategorija vlačenja	Minimalna	Povprečna	Maksimalna
Navzgor	- 0,060	- 1,013	- 2,808
Ravno	- 0,054	- 1,014	- 2,932
Navzdol	- 0,087	- 0,439	- 1,645

7 REZULTATI RAZISKAVE

Na terenu smo opravili snemanje časovnih in količinskih vrednosti za posamezne elemente dela v posameznih ciklusih spravila lesa. Vse rezultate snemanja smo pri kabinetnem delu natančno pregledali. V nadaljevanju smo izračunali časovne vrednosti za zbiranje lesa, odvezovanje in rampanje lesa ter vlačenje lesa v odvisnosti od različnih faktorjev. Hkrati smo izračunali tudi učinke spravila lesa z zgibnim gozdarskim traktorjem Woody 140.

7.1 ORGANIZACIJSKE ZNAČILNOSTI PRI SPRAVILU LESA S TRAKTORJEM

Organizacijska oblika dela pri spravilu lesa z gozdarskim zgibnim traktorjem v podjetju Gozdno gospodarstvo Postojna je I+0, kar pomeni, da vsa dela pri spravilu lesa (prazna vožnja, razvlačevanje prazne vrvi, vezanje, privlačevanje, vlačenje, odvezovanje in rampanje lesa na pomožnem skladišču) opravlja traktorist sam, brez pomočnika.

Traktorist, kateri je bil vključen v snemanje časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa, je bil strokovno usposobljen in dobro pripravljen za delo z gozdarskim zgibnim traktorjem, hkrati pa ima 14 let izkušenj na zgibnem traktorju Iwafuji, 7 let na prilagojenem kolesnem kmetijskem traktorju Massey Ferguson 4245, 4 leta na zgibniku Woody 110 in eno leto na Woody 140.

Delovno skupino v GGE Leskova dolina v SSE 13b/4 ter 13c/1 sta sestavljala 2 sekača in 1 traktorist, ki pa se je v proces sečnje vključil le pri posebnih primerih, npr. podiranju obviselih dreves, podiranju ob gozdni prometnici in hkratnem varovanju z vitlom.

7.2 STRUKTURA DELOVNEGA DNE

V nadaljevanju smo izdelali strukturo delovnika, kateri je po slovenski zakonodaji dolg 480 minut oz. 8 ur dnevno, delovni teden pa šteje 5 dni oz. 40 ur. V vsakem delovniku je po zakonodaji priznanih 30 minut za glavni odmor in 20 minut za pripravljalno-zaključni čas.

V snemanju časovnih in količinskih vrednosti pri spravilu lesa smo posneli 6 slik delovnika. Posneli smo 2 dni vlačenja navzgor, 2 dni vlačenja navzdol in 2 dni vlačenja po ravnem.

Strukturo delovnika smo izdelali po študiji, ki jo je leta 1979 predlagal Krivec (Krivec, 1979). Ker posneti delovniki niso trajali 480 minut, smo izračunali povprečne snemalne čase in jih primerjali z 8-urnim delovnikom. Snemalni dan je trajal povprečno približno 427 minut, predvsem zaradi slabo razporejenih odmorov traktorista, ki je praktično imel samo glavni odmor, brez vmesnih kratkih odmorov in oddihov.

Preglednica 3: Povzetek strukture delovnega časa spravila lesa z Woody 140

Delovna operacija	Porabljen čas		
	V snemalnem času (min)	V 8 urah (min)	Relativno (%)
PRODUKTIVNO DELO			
Prazna vožnja	62,28	69,97	14,58
Zbiranje lesa(*)	103,40	116,17	24,20
Polna vožnja	73,25	82,29	17,14
Delo na pomožnem skladišču(**)	80,42	90,35	18,82
Skupaj produktivni časi	**319,35**	**358,78**	**74,75**
NEPRODUKTIVNO DELO			
Odmori in oddihi	1,83	2,06	0,43
Glavni odmor	43,70	49,10	10,23
Pripravljalno-zaključni čas	33,97	38,16	7,95
Fiziološke potrebe	0,53	0,60	0,12
Neproduktivni čas zaradi okvar in popravil	3,30	3,71	0,77
Neproduktivni čas zaradi organizacije dela	20,50	23,03	4,80
Neproduktivni čas zaradi meritev	4,07	4,57	0,95
Skupaj neproduktivni časi	**107,90**	**121,22**	**25,25**
Skupaj delovni čas	**427,25**	**480**	**100**

(*) V delovno operacijo zbiranja lesa so všteti časi razvlačevanja prazne vrvi, vezanja lesa, privlačevanja lesa ter premiki med zbiranjem.

(**) V delovno operacijo delo na pomožnem skladišču so všteti časi odvezovanja lesa, premika po skladišču in rampanja lesa.

Delež produktivnega časa v celotnem delovnem dnevu je 75 % oz. 319,35 minut v snemalnem času oz. 358,78 minut preračunano na 8-urni delovnik.

Glavni delovni čas, katerega predstavljata polna in prazna vožnja traktorja predstavlja 42 % oz. 152,26 minut v 8-urnem delovniku, delež pomožnega produktivnega časa pa 58 % oz. 206,52 minut v 8-urnem delovniku. Delež glavnega produktivnega časa je manjši kot je delež pomožnega delovnega časa, kar ima seveda za posledico manjšo izkoriščenost traktorja, vendar pa se moramo zavedati, da je bilo vlačenje navzgor in po ravnem na relativno kratkih razdaljah. Maksimalna razdalja vlačenja navzgor je znašala 208 metrov, minimalna 41, povprečna pa 128 metrov, tako da je razmerje pri vlačenju navzgor med glavnim produktivnim časom in pomožnim delovnim časom 42 : 58. Pri vlačenju navzdol je bil delež glavnega produktivnega časa bistveno večji in je znašal 58 %, hkrati pa vemo, da se delež pomožnega časa z naraščajočo razdaljo vlačenja manjša, kajti najkrajša razdalja vlačenja je bila 589 m, najdaljša 706 m, povprečna 667 m. Pri vlačenju po ravnem je bil delež glavnega produktivnega časa zelo majhen, le 21 %, saj je bila najkrajša razdalja vlačenja 57 m, najdaljša 149 m, povprečna 88 m, povprečen kos zbiranja pa je imel le 0,18 m^3.

Delež pomožnega časa bi lahko zmanjšali le v primeru, da bi traktoristu dali pomočnika, ki bi ostajal v delovišču in med polno vožnjo traktorja z dodatnim kompletom vrvnih zank zvezal določene kose in kasneje pri naslednjem ciklu le razvlekel prazno vrv do teh kosov, vendar bi zaradi ostajanja v delovišču imel daljše vmesne nepravilno razporejene odmore, povedano drugače: pomožni delavec ne bi bil polno zaposlen.

Neproduktivni čas v snemalnem času znaša 25 %. Krivec navaja, da naj bi delež neproduktivnega časa oz. dodatni čas pri spravilu lesa znašal od 27 do 29 % (Krivec, 1979). Da je naš delež dodatnega časa nekoliko nižji od predlaganega je razvidno tudi iz zelo nizkega deleža časa, ki je namenjen odmorom in oddihom in znaša le 0,43 % oz. 2,06 minut v 8-urnem delovniku, čas potreben za fiziološke potrebe pa predstavlja le 0,12 % celotnega delovnega časa. Za glavni odmor je ravno obratno - namenjenega je preveč časa, saj si je traktorist za odmor vzel 49,10 minut v 8-urnem delovniku, kar je 1,64 krat več kot predvidevajo normativi gozdnih del, po katerih se prizna 30 minut dnevno za glavni odmor. Z bolj racionalno razporeditvijo vmesnih odmorov in oddihov ter skrajšanjem glavnega odmora, bi delavec dosegel bolj optimalno razporejene odmore in oddihe, ki so pomembni za boljše in bolj zdravo delo.

Pripravljalno-zaključni čas je predstavljal 8 % celotnega delovnega časa oz. 33,97 minut v snemalnem času oz. 38,16 minut v 8-urnem delovniku. Winkler pa na delovni teden navaja 2 uri, kar znese na dan 24 minut (Winkler, 1997). Naš traktorist je porabil nekoliko več časa za pripravljalno-zaključna dela, kar je posledica nizkih jutranjih temperatur (zunanja temperatura zraka ob pol sedmi uri zjutraj je znašala + 3°C, za delovanje stroja pa je potrebno, da se hidravlično olje v rezervoarju segreje nad + 10°C).

V našem primeru je delež neproduktivnega časa zaradi organizacije znašal 5 % oz. 20,50 minut v snemalnem času, preračunano na 8-urni delovnik 23,03 minut, kar je posledica čakanja traktorista na kamionski cesti zaradi nakladanja lesa na GTK, pa tudi zaradi pomoči sekačem ob obviselih drevesih oz. podiranju ob cesti in varovanju z vitlom.

Zaradi meritev je delež neproduktivnega časa znašal 0,95 % oz. 4,07 minut v snemalnem času in 4,57 minut v 8-urnem delovniku, predvsem zaradi izmere izvlečenih kosov, ki so bili različnih dolžin (od 3 do 12 m) ter velikega števila privezanih kosov pri vlačenju po ravnem (največ 11 kosov v bremenu).

Neproduktivni čas zaradi okvar in popravil je znašal 0,77 % oz. 3,30 minut v snemalnem času in 3,71 minut v 8-urnem delovniku. Neproduktivni čas zaradi okvar in popravil je nastal zaradi krajšanja žične vrvi, enkrat pa je moral traktorist namestiti nov drsnik zaradi utrganja le-tega.

Celotni delovni čas v snemalnih primerih je znašal približno 427 minut, ostalih 53 minut je bilo porabljenih predvsem v jutranjih urah, ko je bilo ob 6. uri še pretemno za varno delo in se je delo pričelo nekoliko kasneje, odhodov domov malo pred 14. uro, ter zaradi nepravilno razporejenih vmesnih odmorov in oddihov.

Za ugotovitev dejanskega produktivnega in dodatnega časa smo za glavni odmor priznali le 30 minut dnevno - kar je bilo več, nismo upoštevali. Hkrati smo izločili tudi neproduktivne čase zaradi zastojev pri meritvah in za pripravljalno-zaključni čas namenili 24 minut ter tako dobili prečiščen povzetek strukture delovnega časa pri spravilu lesa.

Preglednica 4: Prečiščen povzetek strukture delovnega časa spravila lesa z Woody 140

Delovna operacija	Porabljen čas		
	V snemalnem času (min)	V 450 min (min)	Relativno (%)
PRODUKTIVNO DELO			
Prazna vožnja	62,28	73,86	16,41
Zbiranje lesa	103,40	122,61	27,25
Polna vožnja	73,25	86,86	19,30
Delo na pomožnem skladišču	80,42	95,36	21,19
Skupaj produktivni časi	**319,35**	**378,69**	**84,15**
NEPRODUKTIVNO DELO			
Odmori in oddihi	1,83	18,45	4,10
Pripravljalno-zaključni čas	33,97	24	5,33
Fiziološke potrebe	0,53	0,63	0,14
Neproduktivni čas zaradi okvar popravil	3,30	3,91	0,87
Neproduktivni čas zaradi organizacije dela	20,50	24,31	5,40
Skupaj neproduktivni časi	**60,13**	**71,31**	**15,85**
Skupaj delovni čas	**379,48**	**450**	**100**

S prečiščenim delovnikom smo dosegli prikaz strukture normalnega delovnika. Z izločitvijo neproduktivnega časa zaradi zastojev pri meritvah in priznanim glavnim odmorom v dolžini 30 minut ter 24 minutnim pripravljalno-zaključnim časom, smo povečali delež produktivnega časa iz 74,75 na 84,15 %. K povečanju deleža produktivnega časa je prispevalo skrajšanje glavnega odmora iz 49,10 minut (v 8-urnem delovniku) na 30 minut, pripravljalno-zaključni čas pa smo iz 33,97 minut skrajšali na 24 minut. Hkrati se je povečal tudi čas za odmore in oddihe iz snemalnih 1,83 minut na 18,45 minut.

7.3 DELEŽ DODATNEGA ČASA

Če želimo izračunati normative za spravilo lesa s traktorjem, potrebujemo poleg produktivnega časa tudi delež dodatnega časa, kateri predstavlja drugi del delovnega časa. V dodatni čas zajemamo vse odmore, oddihe, čas potreben za fiziološke potrebe ter vse objektivne zastoje. Med objektivne zastoje štejemo vse zastoje oz. neproduktivne čase, ki so nastali kot posledica okvar, popravil, organizacije dela ter tudi vremena, ko mora traktorist počakati na izboljšanje razmer.

Zaradi slabo razporejenega časa za vmesne odmore in oddihe, katere je imel traktorist slabo razporejene ali jih sploh ni imel, smo traktoristu za odmore in oddihe priznali 30 minut na dan, pri čemer smo predpostavili, da bi za počitek vzel dvakrat po pet minut do časa glavnega odmora oz. malice (okrog 10. ure), po malici pa še dvakrat po deset minut do konca delovnika (do 14. ure).

V odmoru med delom se v prvih 5 do 10 minutah obnovi 80 % energije, daljši odmori pa delež obnovljene energije le malo povečajo (Winkler, 1997).

Po predlogu Winklerja smo traktoristu na dan priznali 24 minut pripravljalno-zaključnega časa (Winkler, 1997).

Izračunali smo hkrati tudi faktor dodatnega in neproduktivnega časa, pri čemer smo pri faktorju dodatnega časa primerjali dodatni čas s produktivnim časom, pri faktorju neproduktivnega časa pa smo dodatnemu času dodali še glavni odmor in pripravljalno-zaključni čas. Tako smo dobili faktorje, izračunane za vse tri kategorije vlačenja in jih prikazujemo v preglednici št. 5.

Dodatni čas smo določili iz posnetih struktur delovnih časov pri spravilu lesa in znaša pri spravilu navzgor 12 % celotnega delovnega časa oz. 16 % produktivnega časa, pri spravilu po ravnem znaša 10 % celotnega delovnega časa oz. 13 % produktivnega časa, pri spravilu navzdol pa znaša delež dodatnega časa 11 % celotnega delovnega časa oz. 14 % produktivnega časa. Subjektivne zastoje smo združili s časom za odmore, oddihe in fiziološke potrebe, ker gre predvsem za čas, ko traktorist porabi čas za npr. pogovarjanje in dogovarjanje s sekači ob potrebni pomoči pri podiranju, ki pa je hkrati le prikrit oddih po napornem razvlačevanju prazne vrvi.

Čas, ki je bil porabljen za glavni odmor oz. malico, bi se dalo ob bolj racionalni razporeditvi na krajše vmesne odmore skrajšati in tako pridobiti nekaj več vmesnih odmorov in oddihov, ki so z ergonomskega vidika in zdravja pri delu bolj pomembni, kot pa daljši glavni odmor.

Preglednica 5: Faktorji dodatnih in neproduktivnih časov pri spravilu navzgor, ravno in navzdol

Faktor	Kategorija vlačenja		
	Navzgor	Ravno	Navzdol
Dodatnega časa (t_d)	1,16	1,13	1,15
Neproduktivnega časa (t_n)	1,31	1,28	1,29

Iz izračunanih faktorjev dodatnih časov lahko vidimo, da so ti nekoliko različni glede na posamezne kategorije vlačenja, kar pa je seveda posledica različnih vplivov sestojev in terenskih razmer, kjer smo opravili terenska snemanja.

Podatke, ki smo jih dobili iz strukture delovnih časov ter faktorje, bomo v nadaljnji obdelavi podatkov uporabili pri izračunu učinkov dela spravila lesa zgibnikom Woody 140.

7.4 VOZNE HITROSTI TRAKTORJA

Na hitrosti vožnje pri spravilu lesa vpliva več dejavnikov oz. faktorjev, v prvi vrsti smer vožnje, hkrati pa tudi vrsta in stanje tal, blatnost in razmočenost vlak, naklon vlake, širina vlake, horizontalni in vertikalni lomi vlake, moč traktorja, teža traktorja, velikost koles, velikost bremena, dolžina kosov ter vrsta lesa, razne ovire na vlaki, itd. (Trebec, 1984).

Pri sami vožnji traktorja si traktorist prizadeva doseči optimalne hitrosti traktorja s prilagajanjem optimalne velikosti bremena. V preglednici št. 8 prikazujemo vozne hitrosti traktorja glede na tri kategorije vlačenja, hkrati pa tudi razmerje med polno in prazno vožnjo. Vozne hitrosti traktorja smo tako izračunali s pomočjo spravilnih razdalj in produktivnih časov (časa prazne in polne vožnje), prikazujemo pa jih v naslednji preglednici.

Preglednica 6: Vozne hitrosti prazne in polne vožnje za kategorije vlačenja navzgor, ravno in navzdol

Kategorija vlačenja	Hitrost prazne vožnje (km/h)			Hitrost polne vožnje (km/h)			Razmerje med polno in prazno vožnjo
	min.	povp.	max.	min.	povp.	max.	
Navzgor	1,76	3,71	5,69	0,54	2,05	3,10	1 : 1,81
Ravno	1,40	2,48	3,46	0,90	2,63	4,79	1 : 0,95
Navzdol	3,31	3,96	4,68	3,46	4,03	4,97	1 : 0,98

Analiza voznih hitrosti:

- ugotovili smo, da je hitrost vožnje odvisna od smeri vožnje (polna ali prazna vožnja) ter naklona vlake v smeri vožnje,
- pri spravilu navzgor je traktor imel večjo hitrost pri prazni vožnji, čeprav se je v večini primerov po vlaki navzdol spustil v vzvratni prestavi, pri vlačenju navzgor pa je imel manjšo hitrost zaradi povprečnega naklona vlake + 25 % (maksimalen naklon + 37 % je bil na razdalji 38 m, minimalen pa 0 % na razdalji 11 m),
- pri spravilu po ravnem je bila hitrost do razdalje vlačenja okrog 90 m večja pri prazni vožnji, nad 90 m spravilne razdalje pa je bila hitrost pri polni vožnji le nekoliko večja, vendar so razlike minimalne (pri spravilni razdalji 150 m je razlika zgolj 0,9 km/h), pri čemer pa so vzroki lahko popolnoma subjektivne narave vožnje traktorista ali pri obdelavi podatkov, saj je analiziranih le 24 ciklov,
- pri spravilu navzdol je bila hitrost vožnje nekoliko večja pri polni vožnji, povprečen naklon vlake je bil - 23 % v smeri polne vožnje (maksimalen naklon je bil - 37 % na razdalji 16 m, minimalen naklon pa - 7 % na razdalji 20 m),
- med snemanjem smo ugotovili, da je hitrost vožnje odvisna tudi od razmočenosti in blatnosti vlak - Woody 140 je imel težave predvsem pri polni vožnji navzgor, ko je moral pri dveh ciklusih zaradi rahlo blatne vlake tovor dvakrat dodatno privlačevati na vlaki,
- hitrost vožnje je od vseh zgoraj naštetih dejavnikov odvisna tudi od ovir na vlaki, na hitrost vsekakor vpliva tudi moč motorja. Predvsem pa na samo vožnjo vplivajo izkušnje traktorista, ki pozna stroj - tako njegove zmogljivosti kot tudi omejitve, pri čemer mora oblikovati čim bolj optimalno breme za dosego čim večjega učinka.

7.5 REGRESIJSKE ANALIZE

7.5.1 Zbiranje lesa

Zbiranje lesa je del pomožnega produktivnega časa, ki predstavlja prvi del spravila lesa. Pod zbiranjem razumemo skupni čas, ki je potreben za razvlačevanje prazne vrvi, vezanje lesa, privlačevanje lesa ter premike med zbiranjem.

Ker predvidevamo, da na zbiranje lesa ne vpliva kategorija vlačenja, pač pa povprečna razdalja razvlačevanja prazne vrvi in povprečna prostornina kosa v bremenu, odnosno število kosov v bremenu, smo zbiranje ločili na dve kategoriji in sicer na "Zbiranje 1" (kategoriji vlačenja navzgor in navzdol), kjer smo združili podatke za zbiranje lesa na terenu z večjo kamnitostjo, več ovirami na poti privlačevanja, večjimi nakloni zbiranja in predvsem večjo povprečno prostornino kosa v bremenu. V kategorijo "Zbiranje 2" (vlačenje po ravnem) smo združili podatke za zbiranje lesa na terenu z manjšo kamnitostjo, manj ovirami na poti privlačevanja, manjšimi nakloni zbiranja ter manjšo povprečno prostornino kosa v bremenu.

Vse cikle spravila smo posneli na terenu visokega krasa. Za zbiranje pri vlačenju navzgor in navzdol smo cikle uvrstili v kategorijo zbiranja srednje ugodno, pri zbiranju po ravnem pa v kategorijo ugodno.

V preglednici št. 7 prikazujemo osnovne podatke zbiranja lesa ločeno na kategorije vlačenja lesa, v preglednici št. 8 pa podatke zbiranja lesa glede na dve kategoriji zbiranja, katere smo določili glede na povprečno prostornino kosa v bremenu..

Preglednica 7: Osnovni podatki zbiranja lesa ločeno na kategorije zbiranja lesa

Zbiranje	Prostornina kosa zbiranja (m^3/kos)			Število privlačevanj oz. navez		
	minimalna	povprečna	maksimalna	minimalno	povprečno	maksimalno
Gor	0,02	1,01	2,11	1	3	11
Ravno	0,03	0,18	0,87	2	8	10
Dol	0,02	0,96	2,46	2	6	9

Preglednica 8: Podatki zbiranja lesa glede na dve kategoriji

Zbiranje	Prostornina kosa zbiranja (m^3/kos)			Število privlačevanj oz. navez		
	min.	povpr.	max.	min.	povpr.	max.
Zbiranje 1	0,02	0,99	2,46	1	4	11
Zbiranje 2	0,03	0,18	0,87	2	8	10

Povprečna razdalja pri "Zbiranju 1" je bila 11 metrov, maksimalna 24 m in minimalna 4 m. Pri "Zbiranju 2" je bila povprečna razdalja 16 m, maksimalna 32 in minimalna 9 m.

Pri regresijskih analizah zbiranja lesa bomo uporabili naslednje spremenljivke:

y = produktivni čas zbiranja (minut/m^3)
x_1 = razdalja zbiranja (m)
x_2 = premik po sestoju med zbiranjem (m)
x_3 = število kosov v bremenu
x_4 = prostornina povprečnega kosa v bremenu (m^3/kos)
x_5 = prostornina bremena (m^3/breme)
x_6 = masa bremena (t/breme)

- Zbiranje 1:

$$y = -1{,}528 + 0{,}251\,x_1 + 0{,}035\,x_2 + 0{,}725\,x_3$$

$R = 0{,}937 \qquad R^2 = 0{,}879 \qquad N = 66$

Pri "Zbiranju 1" smo ugotovili, da je stopnja korelacijske povezave produktivnega časa zbiranja lesa z razdaljo zbiranja, premiki po sestoju, število kosov v bremenu, prostornino povprečnega kosa v bremenu, prostornino bremena in maso bremena zelo visoka in znaša kar 0,937. Tako smo pojasnili 88 % variance spremenljivk, pri čemer največ variabilnosti pojasni število kosov v bremenu z 72 %, razdalja zbiranja pojasnjuje 11 %, premiki po sestoju v času zbiranja lesa pojasnjujejo 4 %, povprečna prostornina kosa pa 1 %. Ostalih 12 % nepojasnjene variance je posledica drugih neposnetih faktorjev, ki so vplivali na čas zbiranja in so lahko težje prehoden teren, večji naklon terena, ovire na poti razvlačevanja prazne vrvi in privlačevanja lesa, oteženo vezanje debelih sortimentov, ki so ležali na tleh.

- Zbiranje 2:

$$y = 2{,}208 + 0{,}400\, x_1$$

$$R = 0{,}611 \qquad R^2 = 0{,}373 \qquad N = 24$$

Stopnja korelacijske povezave produktivnega časa zbiranja lesa z razdaljo zbiranja, premiki po sestoju, število kosov v bremenu, prostornino povprečnega kosa v bremenu, prostornino bremena in maso bremena pri "Zbiranju 2" je zelo nizka, saj znaša le 0,611, s čimer smo pojasnili le 37 % variance s spremenljivko razdaljo zbiranja. Vse ostale spremenljivke so statistično neznačilne in ne vplivajo na čas zbiranja lesa. Posledica za tako majhno varianco je predvsem zamudno razvlačevanje prazne vrvi do kosov, ki niso bili pri sečnji pripravljeni v vrvne linije, ampak so bili le-ti po delovišču razporejeni brez kakšnega reda, zato je traktorist veliko časa porabil pri razvlačevanju prazne vrvi in oblikovanju optimalnega bremena.

V nadaljevanju smo časovne in količinske vrednosti snemanja spravila lesa obdelali tudi z regresijskimi analizami, ločeno na razvlačevanje prazne vrvi, vezanje lesa, privlačevanje lesa in čas premika po sestoju med posameznim zbiranjem lesa.

7.5.1.1 Razvlačevanje prazne vrvi

Traktor ne more neposredno do vseh kosov v sečišču, zato si za premostitev teh razdalj traktorist pomaga z razvlačevanjem vrvi po brezpotju od vitla na traktorju do posameznega kosa. Izjema je pri golosečnem sistemu gospodarjenja, kjer lahko traktor pride do vsakega kosa posebej, pri golosečnem gospodarjenju pa lahko uporabljamo tudi drugačne tehnologije spravila lesa, npr. Woody z nameščenimi kleščami ali dvigalom.

Za razvlačevanje prazne vrvi je možnih več scenarijev. Traktorist lahko najprej razvleče prazno vrv do najbolj oddaljenega kosa in jih nato zveže, ali pa kot v našem primeru, ko je traktorist razvlekel vrv do prvega kosa, ga privezal na vrv in tako nadaljeval do zadnjega.

Z regresijsko analizo spremenljivk pri razvlačevanju prazne vrvi smo dobili naslednji regresijski enačbi za razvlačevanje prazne vrvi:

- Razvlačevanje prazne vrvi 1:

$$y = 0{,}085 + 0{,}079\, x_1 + 0{,}036\, x_2 + 0{,}162\, x_3$$

$R = 0{,}902 \quad R^2 = 0{,}814 \quad N = 66$

Z regresijsko analizo pri "Razvlačevanju prazne vrvi 1" smo ugotovili visoko stopnjo korelacijske povezave produktivnega časa razvlačevanja prazne vrvi z razdaljo zbiranja, razdaljo premikov po sestoju in število kosov v bremenu in tako pojasnili 81 % spremenljivk. Največ variabilnosti pojasnjuje število kosov s 54 %, razdalja premika z 20 %, razdalja zbiranja pa 7 %.

- Razvlačevanje prazne vrvi 2:

$$y = 2{,}072 + 0{,}138\, x_1 + 0{,}052\, x_2$$

$R = 0{,}543 \quad R^2 = 0{,}295 \quad N = 24$

Pri "Razvlačevanju prazne vrvi 2" smo ugotovili nizko stopnjo korelacijske povezave produktivnega časa razvlačevanja prazne vrvi z razdaljo zbiranja in razdaljo premikov po sestoju. Razdalja zbiranja pojasnjuje 19 %, razdalja premika pa 10 %. Vzrok za tako nizko stopnjo korelacijske povezave je zamudno razvlačevanje prazne vrvi do kosov, ki niso bili pri sečnji pripravljeni v vrvne linije.

7.5.1.2 Vezanje lesa

- Vezanje lesa 1:

$$y = -0{,}008 + 0{,}183\, x_3 + 0{,}715\, x_5 - 0{,}617\, x_6$$

$R = 0{,}720 \quad R^2 = 0{,}519 \quad N = 66$

Pri "Vezanju lesa 1" smo pojasnili zgolj 52 % variance vseh spremenljivk. Delež nepojasnjene variance znaša kar 48 %, kar je v večini posledica predvsem različnih

individualnih razmer pri samem vezanju sortimentov. Pri vezanju debelejših in predvsem težjih kosov je traktorist porabil veliko časa pri ovijanju verižnih zank okoli sortimentov, ker so bili sortimenti popolnoma na tleh. V izogib temu, bi morali sekači že pri sečnji med prežagovanjem debel pod debelejše kose pravokotno podstaviti npr. neko debelejšo vejo, ki bi preprečila neposreden stik sortimenta s tlemi. S tem bi bilo traktoristu olajšano delo vezanja lesa. Največ variabilnosti pojasnjuje število kosov v bremenu in sicer z 41 %, prostornina bremena pojasnjuje 7 %, teža bremena pa 4 %.

- Vezanje lesa 2:

$$y = 0{,}330 + 0{,}166\ x_3$$

$R = 0{,}449 \qquad R^2 = 0{,}201 \qquad N = 24$

Pri "Vezanju lesa 2" smo z regresijsko analizo pojasnili zgolj 20 % variabilnosti - vso variabilnost smo pojasnili s številom kosov v bremenu. Vzrok za tako nizko stopnjo korelacije je zamudno vezanje tankih kosov v breme, velikokrat pa je traktorist za oblikovanje čim bolj optimalnega bremena kose vezal s t.i. osmico, da je lahko z eno verižno zanko zajel dva ali več kosov.

7.5.1.3 Razvlačevanje prazne vrvi in vezanje lesa

- Razvlačevanje prazne vrvi in vezanje lesa 1:

$$y = -0{,}129 + 0{,}117\ x_1 + 0{,}324\ x_3$$

$R = 0{,}878 \qquad R^2 = 0{,}770 \qquad N = 66$

Z regresijsko analizo "Razvlačevanja prazne vrvi in vezanja lesa 1" smo ugotovili visoko stopnjo korelacijske povezave produktivnega časa z razdaljo zbiranja in številom kosov v bremenu ter tako pojasnili 77 % variance. Število kosov v bremenu pojasnjuje 67 %, razdalja zbiranja pa 10 %.

- Razvlačevanje prazne vrvi in vezanje lesa 2:

$$y = 6{,}057 + 0{,}161\ x_1$$

$R = 0{,}494 \qquad R^2 = 0{,}244 \qquad N = 24$

Pri "Razvlačevanju prazne vrvi in vezanju lesa 2" smo ugotovili nizko stopnjo korelacijske povezave produktivnega časa z razdaljo zbiranja in tako pojasnili zgolj 24 % variabilnosti (pri razdalji zbiranja). Že pri vezanju lesa smo ugotovili, da je za zelo nizko stopnjo korelacije števila kosov v bremenu krivo predvsem zamudno vezanje kosov ne glede na število le-teh v bremenu za oblikovanje čim bolj optimalnega bremena.

7.5.1.4 Privlačevanje lesa

Privlačevanje lesa predstavlja čas, ki je potreben, da traktorist s pomočjo vitla na traktorju privezane kose privleče od mesta poseka po brezpotju do traktorja na vlaki. Privlačevanje lesa lahko opravimo enkratno ali pa tudi večkratno. Traja od trenutka ko je začel vitel navijati vrv na boben ter do trenutka, ko je les privlečen do naletne deske in traktorist vstopi v kabino. Razdalja privlačevanja lesa je enaka razdalji razvlačevanja prazne vrvi.

Z regresijsko analizo smo obdelali časovne in količinske vrednosti posnetih podatkov in ugotovili, da je produktiven čas privlačevanja lesa (za m^3) odvisen od razdalje zbiranja, števila kosov v bremenu ter nekoliko od prostornine in mase bremena.

- Privlačevanje lesa 1:

$$y = -1{,}539 + 0{,}137\ x_1 + 0{,}443\ x_3 - 1{,}285\ x_5 + 1{,}290\ x_6$$

$R = 0{,}854 \qquad R^2 = 0{,}730 \qquad N = 66$

Regresijska analiza produktivnega časa privlačevanja lesa nam je pri "Privlačevanju lesa 1" pojasnila 73 % variance odvisnih spremenljivk glede na razdaljo privlačevanja, število kosov v bremenu ter prostornino in maso bremena. Največ variabilnosti pojasnjuje število kosov v bremenu z 61 %, razdalja zbiranja nam pojasnjuje 10 %, prostornina in masa bremena pa vsaka po 1 %. Ostalih 17 % nepojasnjene variance je posledica privlačevanja

kosov navzgor, kjer ima velik vpliv vlečna sila vitla ter različne ovire na poti privlačevanja.

- Privlačevanje lesa 2:

$y = 12{,}120 + 0{,}486\ x_1$

$R = 0{,}719 \qquad R^2 = 0{,}518 \qquad N = 24$

Regresijska analiza produktivnega časa privlačevanja lesa nam je pri "Privlačevanju lesa 2" pojasnila 52 % variabilnosti razdalje zbiranja. Razlog za nizko stopnjo korelacije in statistično neznačilne spremenljivke kot so npr. število kosov v bremenu oz. prostornina in masa bremena je v našem primeru posledica večkratnega zatikanja sortimentov ob ovire na poti privlačevanja, zaradi povprečno dolgih kosov v bremenu (najdaljši kos je imel 13 m). Čas potreben za zmanjševanje časa privlačevanja lesa lahko skrajšujemo z gostitvijo prometnic, hkrati tudi zmanjšujemo razdaljo privlačevanja. V našem primeru so bile razdalje kratke - pri "Privlačevanju 1" je bila povprečna razdalja 11 m, pri "Privlačevanju 2" pa 16 m. Zmanjšanje produktivnega časa privlačevanja lesa zmanjšamo uspešno tudi z večjo povprečno prostornino kosov v bremenu, saj vemo da je bil povprečen kos v "Privlačevanju 2" le 0,18 m^3, povprečno breme pa 1,53 m^3. V primeru "Privlačevanja 1" je imel povprečen kos 0,99 m^3, povprečno breme pa 3,19 m^3.

7.5.1.5 Premik med zbiranjem lesa

Premik je velikokrat pomembna delovna podfaza zbiranja lesa z namenom oblikovanja čimbolj optimalnega bremena, zaradi česar se je potrebno večkrat premikati po sestoju.

Z regresijsko analizo odvisnosti produktivnega časa od razdalje premika in povprečnega kosa zbiranja, smo dobili naslednji regresijski enačbi:

- Premik med zbiranjem 1:

$y = 0{,}130 + 0{,}032\ x_2 - 0{,}083\ x_4$

$R = 0{,}894 \qquad R^2 = 0{,}798 \qquad N = 66$

Pri "Premiku med zbiranjem 1" smo z regresijsko analizo pojasnili skoraj 80 % variabilnosti (z razdaljo premika med zbiranjem lesa in prostornino povprečnega kosa v bremenu). Razdalja med premikom nam pojasnjuje 78 %, prostornina povprečnega kosa pa 2 % variabilnosti.

- Premik med zbiranjem 2:

$$y = 0{,}854 + 0{,}040\ x_2$$

$$R = 0{,}953 \qquad R^2 = 0{,}907 \qquad N = 24$$

Pri "Premiku med zbiranjem 2" smo z regresijsko analizo pojasnili skoraj 91 % variabilnosti spremenljivk in sicer nam razdalja premika pojasnjuje kar 91 % variabilnosti. Tako visoka stopnja pojasnjene variance v drugem primeru zbiranja lesa, t.j. pri vlačenju na ravnem v smrekovem drogovnjaku v drugem redčenju, je posledica večkratnega premika po sestoju za oblikovanje čim bolj optimalnega bremena, pa ne navsezadnje tudi zaradi pazljivosti traktorista, da je čim manj poškodoval okoliška drevesa, ki bi jih sicer brez premisleka in s hitrim delom poškodoval.

7.5.2 Vlačenje lesa

Vlačenje lesa spada med najbolj pomembni del v okviru spravila lesa in se vedno opravlja po sekundarnih gozdnih prometnicah oz. vlakah, ki so vnaprej prirejene in zgrajene za določeno spravilno sredstvo (gosenični traktor, prilagojen kmetijski traktor, gozdarski zgibnik, konjsko spravilo, itd.).

Pri vlačenju lesa kot produktiven čas štejemo čas prazne in polne vožnje traktorja po vlaki od rampnega prostora do mesta v sečišču, kjer bo traktorist izvajal zbiranje lesa in ista pot nazaj.

V naslednji preglednici podajamo nekaj splošnih podatkov vlačenja lesa.

Preglednica 9: Podatki vlačenja lesa

Kat. vlačenja	Izvlečena količina lesa (m^3)	Masa bremena			Število kosov v bremenu			Povpr. kos bremena
		min.	povpr.	max.	min.	povpr.	max.	
		(t)						(m^3/kos)
Gor	114,19	0,76	2,53	3,95	1	3	11	1,01
Ravno	36,87	0,33	1,46	2,54	2	8	10	0,18
Dol	96,08	1,99	4,25	6,20	2	6	9	0,96

Največ ciklov spravila lesa je bilo posnetih pri spravilu navzgor, saj smo vlačili na razmeroma kratkih spravilnih razdaljah. Minimalna razdalja spravila je znašala 41 m, povprečna 128 m, maksimalna pa 208 m. Hkrati je bilo pri vlačenju navzgor povprečno najmanj kosov v bremenu glede na ostali dve kategoriji vlačenja lesa.

Pri spravilu navzdol smo v dveh snemalnih dnevih posneli le 22 ciklov, vendar pa smo imeli pri spravilu navzdol daljše spravilne razdalje. Minimalna spravilna razdalja je bila 589 m, povprečna 667 m, maksimalna pa 706 m. Pri spravilu navzdol smo imeli največje povprečno breme z 4,37 m^3, hkrati pa tudi največje breme, ki je imelo 6,48 m^3.

Spravilo po ravnem smo analizirali v smrekovem drogovnjaku v drugem redčenju, zato tukaj tudi najmanjše povprečno breme z le 1,54 m^3. Spravilne razdalje po ravnem so se gibale od minimalno 57 m, do maksimalno 149 m, povprečno spravilna razdalja pa je znašala 88 m.

Pri nobeni kategoriji vlačenja nismo imeli protivzponov, tako da je bil naklon v smeri vlačenja konstanten z minimalnimi odstopanji.

Pri regresijskih analizah vlačenja lesa smo uporabili naslednje spremenljivke:

y = produktivni čas vlačenja (minut/breme)
x_1 = razdalja prazne vožnje (m)
x_2 = razdalja polne vožnje (m)
x_3 = koeficient naklona terena
x_4 = prostornina povprečnega kosa v bremenu (m^3/kos)

x_5 = *prostornina bremena (m^3/breme)*

x_6 = *masa bremena (t/breme)*

7.5.2.1 Glavni produktivni čas vlačenja

- Glavni produktivni čas vlačenja navzgor:

  $y = 0{,}051 + 0{,}103\ x_1 - 0{,}068\ x_2$

  $R = 0{,}757 \quad R^2 = 0{,}573 \quad N = 44$

Z regresijsko analizo glavnega produktivnega časa vlačenja navzgor smo pojasnili 57 % variance. Največ variabilnosti pojasnjuje razdalja prazne vožnje s 50 %, razdalja polne vožnje pa nam pojasnjuje 7 % variabilnosti. Ostale spremenljivke, kot so npr. koeficient naklona, povprečen kosa bremena ali prostornina bremena so statistično neznačilne. Naklon je bil tekom celotne vlake enakomeren, brez večjih odstopanj ter brez proti vzponov. Prav tako so bila bremena v posameznih ciklih približno enaka.

- Glavni produktivni čas vlačenja navzdol:

  $y = 0{,}701 + 37{,}347\ x_3$

  $R = 0{,}669 \quad R^2 = 0{,}448 \quad N = 22$

Pri vlačenju navzdol smo z regresijsko analizo pojasnili 45 % variance spremenljivk. Če sta pri vlačenju navzgor variabilnost pojasnjevali prazna kot tudi polna vožnja, pa pri vlačenju navzdol variabilnost pojasnjuje koeficient naklona s 45 % pojasnjene variance odvisnih spremenljivk. Naklon vlake pri vlačenju navzdol je bil po celotni trasi vlake negativen pri polni vožnji, vendar se je gibal med 7 in 37 % in padal v smeri polne vožnje navzdol.

- Glavni produktivni čas vlačenja po ravnem:

  $y = 3{,}165 + 0{,}044\ x_2$

  $R = 0{,}569 \quad R^2 = 0{,}324 \quad N = 24$

Z regresijsko analizo produktivnega časa vlačenja po ravnem smo pojasnili le 32 % variance spremenljivk. Največ jo pojasnjuje razdalja polne vožnje z 32 %. Pri vlačenju po ravnem moramo poudariti, da je traktorist pri polni vožnji imel velikokrat probleme pri vožnji skozi ovinke na vlaki, kjer je moral posvečati veliko pozornosti bližnjim drevesom, da jih z dolgim tovorom ni poškodoval.

7.5.2.2 Prazna vožnja

V regresijskih analizah prazne vožnje smo kot spremenljivke upoštevali čas prazne vožnje, razdaljo po vlaki in koeficient naklona.

- Prazna vožnja pri vlačenju navzgor

  $y = -0,164 + 0,014\ x_1$

  $R = 0,569 \qquad R^2 = 0,324 \qquad N = 24$

Statistično značilno pri prazni vožnji vlačenja navzgor je razdalja prazne vožnje, in sicer smo z njo pojasnili 32 % variabilnosti. Nekajkrat se je traktorist po vlaki spustil v vzvratni prestavi in se mu tako ni bilo potrebno obračati na mestu zbiranja. Zato tudi v primerih, ko je se je po vlaki navzdol spustil v prestavi naprej, nismo upoštevali oz. merili razdalje obračanja traktorja, kajti obračanje traktorja in sidranje le-tega spada v čas prazne vožnje.

- Prazna vožnja pri vlačenju navzdol

  $y = 0,244 + 0,010\ x_1$

  $R = 0,590 \qquad R^2 = 0,348 \qquad N = 22$

Z razdaljo prazne vožnje pri vlačenju navzdol smo pojasnili 35 % variabilnosti. Naklon vlake statistično ni značilen in zato ne vpliva na čas prazne vožnje.

- Prazna vožnja pri vlačenju po ravnem

  $y = 0,614 + 0,019\ x_1$

  $R = 0,578 \qquad R^2 = 0,334 \qquad N = 24$

Razdalja prazne vožnje pri vlačenju po ravnem se je pokazala kot statistično značilna in pojasnjuje 33 % variabilnosti.

7.5.2.3 Polna vožnja

V regresijsko analizo polne vožnje smo upoštevali spremenljivke: razdalja polne vožnje, koeficient naklona, število kosov v bremenu, povprečen kos v bremenu, prostornina bremena ter masa bremena.

- Polna vožnja pri vlačenju navzgor

$$y = -0,415 + 0,022\ x_2 - 5,101\ x_5 + 5,503\ x_6$$

R = 0,682 R^2 = 0,465 N = 44

Z regresijsko analizo pri polni vožnji navzgor smo pojasnili 46 % variance spremenljivk, in sicer največ variabilnosti pojasnjuje razdalja polne vožnje z 32 %, prostornina in masa bremena pa vsaka po 7 %. Pri polni vožnji navzgor smo preizkusili tudi odvisnost glavnega produktivnega časa od mase bremena. Z maso bremena smo pojasnili le 1 % variabilnosti.

- Polna vožnja pri vlačenju navzdol

$$y = 6,738 + 0,004\ x_2$$

R = 0,197 R^2 = 0,039 N = 22

Pri vlačenju navzdol smo ugotovili, da je razdalja polne vožnje edina od spremenljivk, ki je statistično značilna in z njo pojasnili le 4 % variabilnosti. Ostale spremenljivke statistično niso značilne. Pri preizkusu odvisnosti glavnega produktivnega časa polne vožnje navzdol od mase bremena nam je le-ta pojasnila 1,3 % variabilnosti.

- Polna vožnja pri vlačenju po ravnem

$$y = 1,709 + 0,008\ x_2$$

R = 0,283 R^2 = 0,080 N = 24

Z regresijsko analizo smo pri polni vožnji vlačenja po ravnem ugotovili, da je statistično značilna le razdalja polne vožnje, s katero smo pojasnili 8 % variabilnosti.

7.5.3 Delo na pomožnem skladišču

Pri delu na pomožnem skladišču smo posneli časovne vrednosti odvezovanja lesa, premika po skladišču in rampanje lesa. Pri premiku po skladišču, ki nastane zaradi sortiranja kosov na različne ustrezne kupe, smo poleg časovnih vrednosti izmerili tudi razdaljo. Pri časovnih vrednostih smo v delovno operacijo odvezovanja lesa šteli tudi navijanje prazne vrvi na boben vitla ter pospravljanje verižnih zank na zadnjo naletno desko traktorja.

Razdaljo vlačenja po gozdni cesti smo merili kot dolžino pomožnega skladišča in je razdalja od izhoda vlake na gozdno cesto do zadnjega kupa rampanja v tistem ciklu. Razdalja premika pa pove, koliko metrov se je traktor premikal po gozdni cesti med samim delom na pomožnem skladišču.

Pri regresijskih analizah dela na pomožnem skladišču lesa smo uporabili naslednje spremenljivke:

y = produktivni čas dela na pomožnem skladišču (minut/breme)
x_1 = razdalja vlačenja po gozdni cesti (m)
x_2 = razdalja premika po gozdni cesti (m)
x_3 = število kosov v bremenu
x_4 = število kosov iglavcev v bremenu
x_5 = število kosov listavcev v bremenu
x_6 = povprečen kos v bremenu (m^3/kos)
x_7 = prostornina bremena (m^3/breme)
x_8 = masa bremena (t/breme)

Enako kot pri zbiranju lesa, smo tudi pri delu na pomožnem skladišču analize razdelili v dve kategoriji, in sicer na kategorijo 1, kamor smo vključili vse časovne in količinske

vrednosti vlačenja navzgor in navzdol, v kategorijo 2 pa smo uvrstili časovne in količinske vrednosti vlačenja po ravnem. Za razdelitev dela na pomožnem skladišču na dve kategoriji smo se odločili predvsem zato, ker gre za dve popolnoma različni delovišči z različnima strukturama izvlečenega lesa, zato tudi v naslednji preglednici podajamo nekaj osnovnih podatkov o bremenih.

Preglednica 10: Podatki bremen lesa glede na dve kategoriji dela na pomožnem skladišču

Kategorija	Prostornina bremena (m^3/breme)			Masa bremena (t/breme)		
	min.	povpr.	max.	min.	povpr.	max.
1	0,69	3,19	6,48	0,76	3,11	6,20
2	0,34	1,54	2,67	0,33	1,46	2,54

7.5.3.1 Delo na pomožnem skladišču

Z regresijskimi analizami smo najprej analizirali delo na pomožnem skladišču vključno z vlačenjem po gozdni cesti, odvezovanjem, premiki po skladišču in rampanjem lesa ter dobili naslednje regresijske enačbe:

- Delo na pomožnem skladišču 1

$$y = 1{,}149 + 0{,}035\ x_2 + 0{,}614\ x_3$$

$R = 0{,}889 \qquad R^2 = 0{,}791 \qquad N = 66$

Z regresijsko analizo dela na "Pomožnem skladišču 1" smo pojasnili 79 % variance spremenljivk. Na pomožnem skladišču na čas dela v največji meri vpliva število kosov v bremenu, ki nam pojasnjuje kar 70 % variabilnosti, razdalja premikov po skladišču pa nam pojasnjuje 9 %. Moramo poudariti, da so bila pomožna skladišča ob cesti predhodno premišljeno in skrbno pripravljena, zato traktorist ni imel večjih težav z rampanjem lesa, zato tudi ni potreboval bremen vlačiti daleč po gozdni cesti. Z regresijsko analizo smo preizkusili tudi druge spremenljivke - predvsem nas je zanimalo kako na čas dela na pomožnem skladišču vpliva razdalja vlačenja po cesti, povprečen kos v bremenu, masa bremena in seveda kako vpliva drevesna vrsta (iglavci, listavci). Zato smo iz analize izločili spremenljivki število kosov v bremenu in razdaljo premika po skladišču. Dobili smo naslednjo regresijsko enačbo:

- Delo na pomožnem skladišču 1 (brez števila kosov v bremenu in razdalje premikov)

$$y = 1{,}094 + 0{,}061\ x_1 + 0{,}470\ x_4 + 0{,}741\ x_5 - 0{,}027\ x_6 - 1{,}494\ x_8$$

$R = 0{,}877 \qquad R^2 = 0{,}769 \qquad N = 66$

Povprečen kos v bremenu pojasnjuje 45 % variabilnosti, masa bremena 16 %, razdalja vlačenja po gozdni cesti 4 %, število listavcev v bremenu 6 % in število iglavcev 6 %.

- Delo na pomožnem skladišču 2

$$y = 1{,}764 + 1{,}634\ x_8$$

$R = 0{,}602 \qquad R^2 = 0{,}363 \qquad N = 24$

Z regresijsko analizo "Dela na pomožnem skladišču 2" smo ugotovili, da je statistično značilna samo masa bremena, ki pojasnjuje 36 % variabilnosti. Da ostale spremenljivke niso statistično značilno gre pričakovati, ker so bila skladišča ob gozdni cesti dobro predhodno pripravljena, tako da je imel traktorist dovolj prostora za rampanje lesa. Ker je pri tem rampanju imel samo iglavce, jih je rampal na kupe za celulozni in brusni les, tako da je bilo vlačenja po cesti razmeroma malo, premikov po skladišču pa praktično nič. Prav tako na čas dela ni vplivalo število kosov v bremenu, ker je v večini primerov traktorist v bremenu imel 8 do 10 kosov, pri snemanju učinkov pa smo opazili, da je nekoliko več časa porabil pri rampanju daljših kosov in nekaj izredno kratkih (najkrajši kos je imel komaj 2 m, najdaljši kos je imel 13 m, povprečno pa med 8-10 m).

7.5.3.2 Odvezovanje lesa

Pri ugotavljanju časa odvezovanja smo v regresijo vključili število kosov v bremenu, število iglavcev, število listavcev, povprečno prostornino kosa v bremenu, prostornino bremena in maso bremena ter dobili naslednje regresijske enačbe:

- Odvezovanje lesa 1

$$y = 0{,}776 + 0{,}390\ x_4 + 0{,}438\ x_5 - 0{,}031\ x_6 + 0{,}185\ x_8$$

$R = 0{,}831 \qquad R^2 = 0{,}691 \qquad N = 66$

Največ variabilnosti nam pojasnjuje povprečen kos v bremenu s 44 % pojasnjene variabilnosti. Število iglavcev v bremenu nam pojasnjuje 12 %, število listavcev 4 %, masa bremena pa nam pojasnjuje 9 % variance spremenljivk.

- Odvezovanje lesa 2

Z regresijsko analizo časa odvezovanja lesa nismo odkrili nobene statistično značilne spremenljivke. Med snemanjem časovnih vrednosti odvezovanja lesa smo opazili, da je največ časa traktorist ne glede na število kosov v bremenu porabil za odvezovanje verižnih zank, ki so se zataknile med razmeroma tanke kose v bremenu. Ker je traktorist želel oblikovati čimbolj optimalno breme, je le-tega oblikoval tako, da je z eno verižno zanko zvezal več kosov s t.i. osmico, med polno vožnjo pa so se verižne zanke dodatno zategnile oz. se zataknile med druge kose v bremenu. Zato so bili posledično tudi časi odvezovanja lesa daljši.

7.5.3.3 Rampanje lesa

V regresijsko analizo odvisnosti časovnih vrednosti rampanja lesa od učinkov, smo odvisnost časa rampanja preizkusili s št. kosov v bremenu, št. iglavcev, št. listavcev, povprečno prostornino kosa v bremenu ter prostornino in maso bremena.

- Rampanje lesa 1

$y = 0{,}484 + 0{,}370\ x_3 - 0{,}191\ x_8$

$R = 0{,}723 \qquad R^2 = 0{,}522 \qquad N = 66$

Pri "Rampanju 1" največ variabilnosti pojasnjuje število kosov v bremenu s 47 % pojasnjene variance spremenljivk, masa bremena pa nam pojasnjuje 5 % variabilnosti.

- Rampanje lesa 2

$y = 4{,}938 - 0{,}338\ x_3$

$R = 0{,}630 \qquad R^2 = 0{,}397 \qquad N = 24$

Pri "Rampanju 2" smo z regresijsko analizo ugotovili, da je statistično značilna spremenljivka število kosov v bremenu, ki nam pojasnjuje slabih 40 % variabilnosti. Ostale spremenljivke so statistično neznačilne. Zato smo v dodatno regresijsko analizo vzeli povprečno prostornino kosa v bremenu, prostornino in maso bremena ter ugotovili, da prostornina bremena pojasni 23 % variabilnosti, povprečen kos v bremenu pa 15 %.

7.6 NORMATIVI SPRAVILA LESA

Glavni namen diplomskega dela je bil poleg časovne študije učinkov zgibnega gozdarskega traktorja Woody 140, ugotoviti normative spravila lesa z omenjenim zgibnikom, ki veljajo za organizacijsko obliko dela I+0, za potrebe izvajalskega podjetja Gozdno gospodarstvo Postojna. Normative prikazujemo ločeno za zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču skupaj ter za vlačenje lesa. Dnevne učinke smo preračunali iz normativov, za izračun normativov pa smo uporabili vse podatke snemanj.

Normative potrebujemo za presojo, ali je nov delovni stroj uspešnejši od prejšnjega, za spremljanje proizvodnje in stroškov, za načrtovanje proizvodnje, določanje zmogljivosti v posameznih fazah proizvodnega procesa, določanje rokov izdelave, stroškov posameznih del, količin materiala, delovnih sredstev in energije. Hkrati so normativi tudi osnova za kalkulacije proizvodnih in prodajnih cen proizvodov in storitev ter plačevanje delavcev, če so le-ti plačani po učinku (Košir, 1996). Z njimi želimo tudi odgovoriti na vprašanje, ki si ga zastavljamo v naslovu naloge – kakšna je njegova uporabnost, predvsem pa učinkovitost pri delu v gozdu. Posebej še v primerjavi s starejšimi stroji, ki jih uporabljamo v podobnih delovnih razmerah.

7.6.1 Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču

Pri izračunu normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču smo le-te razdelili v dve kategoriji, zaradi podobnosti pomožnih skladišč in povprečnih bremen. Tako smo v skupino 1 združili normative zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču pri vlačenju

navzgor in navzdol. V 2. skupino pa smo vzeli zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču pri vlačenju po ravnem.

Nekaj osnovnih podatkov o bremenih in povprečnih razdaljah zbiranja lesa podajamo v preglednici št. 8.

V izračun normativa zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču smo vključili vse produktivne čase operacij pomožnega produktivnega časa, kamor štejemo čas zbiranja (razvlačevanje prazne vrvi, vezanje in privlačevanje lesa) ter čas dela na pomožnem skladišču (odvezovanje lesa, premik po skladišču, rampanje lesa).

Z regresijskimi analizami smo dobili enačbe za izračun produktivnih časov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču, katere smo dobili tako, da smo vsoto pomožnih produktivnih časov za vsak cikel posebej delili z maso bremena v posameznem ciklu. Tako smo dobili produktivni čas zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za vsak cikel posebej v minutah/tono.

V regresijskih analizah zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču lesa smo uporabili naslednje spremenljivke:

y = produktivni čas zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču (minut/t)
x_1 *= povprečen kos v bremenu* (m^3*/kos)*
x_2 *= povprečna razdalja zbiranja (m)*

- Zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču 1

$$y = 2{,}2575 + \frac{1{,}1654}{x_1} - \frac{6{,}7118}{x_2} + \frac{7{,}8158}{x_2^2}$$

$R = 0{,}917 \qquad R^2 = 0{,}842 \qquad N = 66$

S povprečnim kosom v bremenu smo pojasnili 71 % variabilnosti, razdalja zbiranja lesa nam pojasnjuje 13 % variance spremenljivk, razdalja vlačenja oz. premikov po pomožnem skladišču pa je statistično neznačilna.

Za izračun delovnega časa zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču moramo regresijsko enačbo pomnožiti s faktorjem neproduktivnega časa (preglednica št. 5). Tako dobimo naslednjo regresijsko enačbo:

$$y = 2{,}9347 + \frac{1{,}5150}{x_1} - \frac{8{,}7253}{x_2} + \frac{10{,}1605}{x_2^2}$$

Regresijska enačba za delovni čas zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v našem primeru velja za kategorija zbiranja srednje ugodno.

Izračunane normative in dnevne učinke podajamo glede na velikost povprečnega drevesa in povprečne razdalje zbiranja lesa. Enačba za preračunavanje povprečnega kosa v povprečnem drevesu, ki jo podaja Medved (Medved, 1996), se glasi:

$$KOS = \frac{NTO}{1{,}41 + 0{,}92 * NTO}$$

KOS = povprečen kos v povprečnem drevesu (m^3)
NTO = povprečno odkazano drevo (m^3)

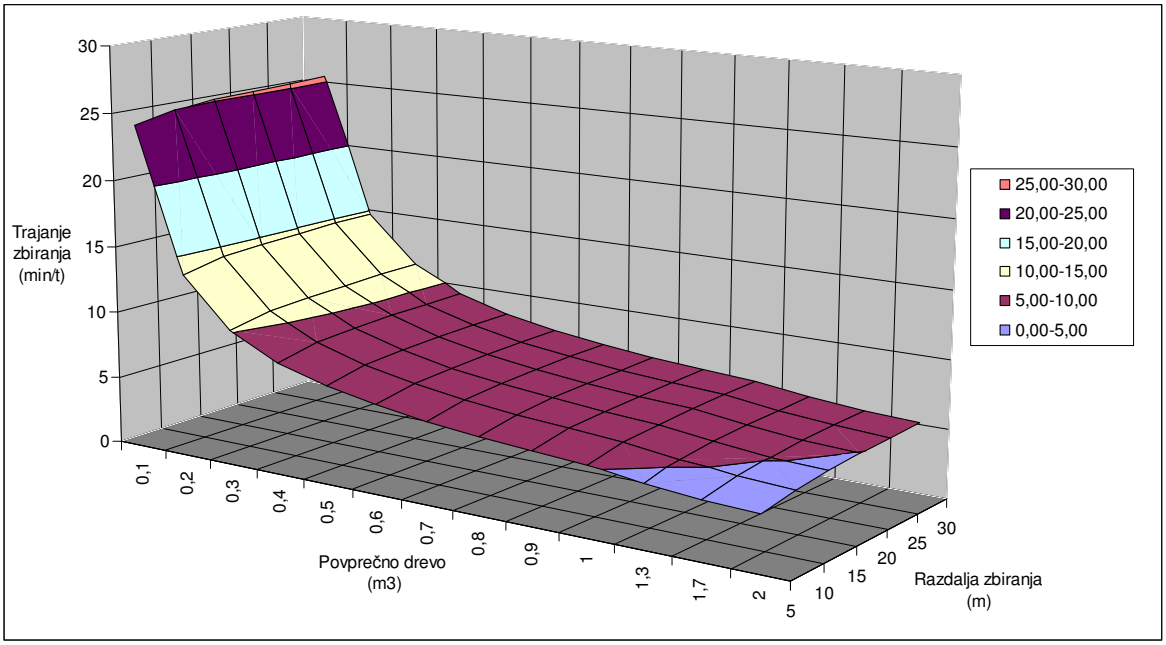
Naša nova enačba za normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču je:

$$y = 2{,}9347 + \frac{2{,}1362 + 1{,}3938 * NTO}{NTO} - \frac{8{,}7253}{ZBI} + \frac{10{,}1605}{ZBI^2}$$

ZBI = povprečna razdalja zbiranja lesa (m)

V preglednici št. 11 podajamo izračunane normative za zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču za Woody 140 v minutah na tono, ločeno na tri kategorije zbiranja lesa glede na različne prostornine povprečnih dreves in različne razdalje zbiranja. Grafično prikazujemo normative za Woody 140 na sliki št. 13, hkrati pa smo naredili tudi primerjavo med

normativi zbiranja za Woody 140, Woody 110 in državnim normativom za Timberjack 225 (Odredba o določitvi normativov dela v gozdu, 2010), katero prikazujemo na sliki št. 14.



Slika 18: Normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo srednje ugodno, v odvisnosti od prostornine povprečnega drevesa in razdalje zbiranja za gozdarski zgibnik Woody 140 (za skupino zbiranja št. 1)

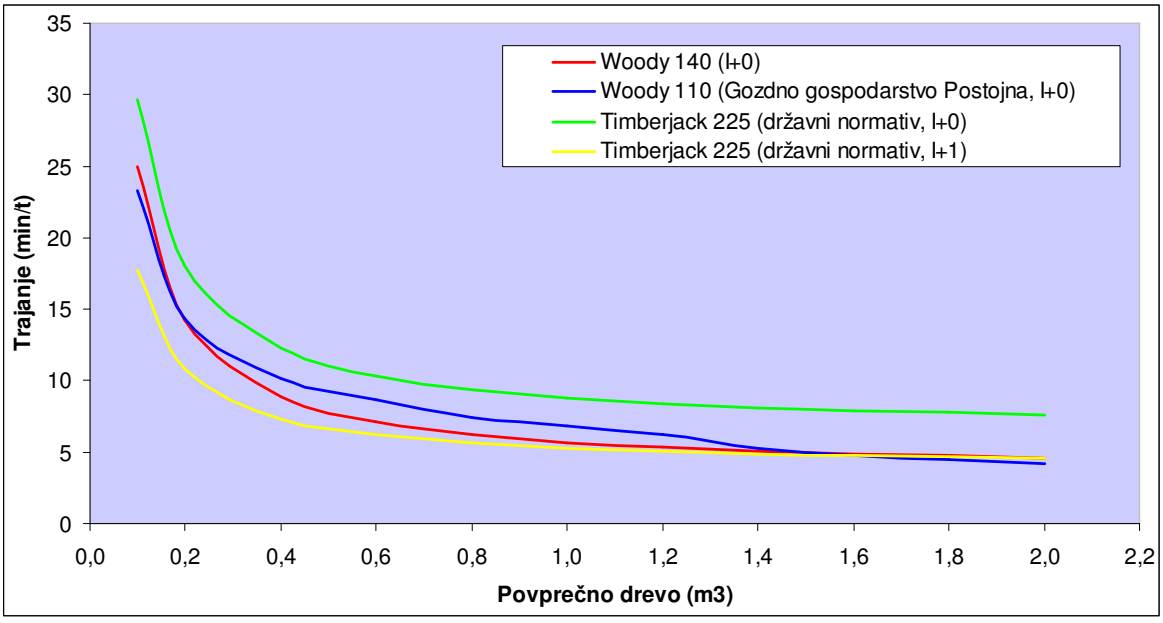
Po predlogu Smrekarja (Smrekar, 1993) lahko za praktične potrebe normativ, ki je izračunan za kategorijo zbiranja srednje ugodno, zmanjšamo za 14 % in tako dobimo normativ za kategorijo ugodno, ali pa povečamo za 14 % ter tako dobimo normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo neugodno.

Preglednica 11: Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v minutah na tono za Woody 140 (za skupino zbiranja št. 1)

Razdalja zbiranja (m)	Povprečno drevo (m^3)										
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Kategorija zbiranja: **UGODNO**											
5	20,94	11,76	7,16	5,63	4,87	4,41	4,10	3,88	3,72	3,59	3,49
10	21,43	12,25	7,65	6,12	5,36	4,90	4,59	4,37	4,21	4,08	3,98
15	21,63	12,45	7,85	6,32	5,56	5,10	4,79	4,57	4,41	4,28	4,18
20	21,74	12,55	7,96	6,43	5,67	5,21	4,90	4,68	4,52	4,39	4,29
25	21,81	12,62	8,03	6,50	5,73	5,27	4,97	4,75	4,58	4,46	4,35
30	21,85	12,67	8,07	6,54	5,78	5,32	5,01	4,79	4,63	4,50	4,40
Kategorija zbiranja: **SREDNJE UGODNO**											
5	24,35	13,67	8,33	6,55	5,66	5,13	4,77	4,52	4,32	4,18	4,06
10	24,92	14,24	8,90	7,12	6,23	5,69	5,34	5,08	4,89	4,74	4,63
15	25,15	14,47	9,13	7,35	6,46	5,93	5,57	5,32	5,13	4,98	4,86
20	25,28	14,60	9,26	7,48	6,59	6,05	5,70	5,44	5,25	5,10	4,99
25	25,36	14,68	9,34	7,56	6,67	6,13	5,78	5,52	5,33	5,18	5,06
30	25,41	14,73	9,39	7,61	6,72	6,19	5,83	5,57	5,38	5,24	5,12
Kategorija zbiranja: **NEUGODNO**											
5	27,76	15,58	9,50	7,47	6,45	5,84	5,44	5,15	4,93	4,76	4,63
10	28,41	16,23	10,14	8,11	7,10	6,49	6,09	5,80	5,58	5,41	5,27
15	28,68	16,50	10,41	8,38	7,37	6,76	6,35	6,06	5,84	5,68	5,54
20	28,82	16,64	10,55	8,52	7,51	6,90	6,50	6,21	5,99	5,82	5,68
25	28,91	16,73	10,64	8,61	7,60	6,99	6,58	6,29	6,08	5,91	5,77
30	28,97	16,79	10,70	8,67	7,66	7,05	6,65	6,36	6,14	5,97	5,83

enačba za kategorijo zbiranja "srednje ugodno": $NTsz = 2{,}9347 + \frac{2{,}1362 + 1{,}3938 * NTO}{NTO} - \frac{8{,}7253}{ZBI} + \frac{10{,}1605}{ZBI^2}$

V našem primeru snemanja učinkov je bila povprečna razdalja zbiranja lesa 11 metrov, zato na naslednji sliki prikazujemo primerjavo normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za različne traktorje pri razdalji zbiranja 10 metrov.



Slika 19: Primerjava normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo srednje ugodno, glede na različne gozdarske zgibne traktorje pri razdalji zbiranja 10 m (za skupino zbiranja št. 1)

Naredili smo primerjavo normativov za zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču za gozdarske zgibne traktorje Woody 140, Woody 110 in Timberjack 225 (državni normativ). Primerjava kaže, da je naš normativ za Woody 140 (I+0) in državnim normativom za organizacijsko obliko dela I+0, da je naš izračunan normativ za Woody 140 nekoliko nižji. Izračunan normativ za Woody 140 je v primerjavi z normativom za Woody 110 pri zelo majhni prostornini povprečnega drevesa nekoliko večji, vendar se z večanjem povprečne prostornine drevesa zmanjša. Razlike se z naraščanjem povprečnega drevesa zmanjšujejo in v primerjavi med Woody 140 in Woody 110 znašajo med 1 in 18 %. Razlike med primerjavo z državnim normativom za delovno obliko I+0 je med 19 in 65 %, pri čemer se razlika z večanjem povprečne prostornine drevesa povečuje.

- Zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču 2

$$y = 6{,}1432 + \frac{0{,}7913}{x_1} - \frac{26{,}6924}{x_2} + \frac{21{,}6165}{x_2^2}$$

$$R = 0{,}607 \qquad R^2 = 0{,}369 \qquad N = 24$$

Z regresijsko analizo smo v primeru skladišča 2 z razdaljo zbiranja pojasnili zgolj 37 % variabilnosti. Ostale spremenljivke so statistično neznačilne, kar smo ugotovili že pri analizi zbiranja lesa v poglavju 7.5.1.

Prav tako smo tudi pri tem izračunu delovnega časa zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču regresijsko enačbo množili s faktorjem neproduktivnega časa (preglednica št. 5). Dobili smo naslednjo regresijsko enačbo:

$$y = 7{,}8633 + \frac{1{,}0129}{x_1} - \frac{34{,}1663}{x_2} + \frac{27{,}6691}{x_2^2}$$

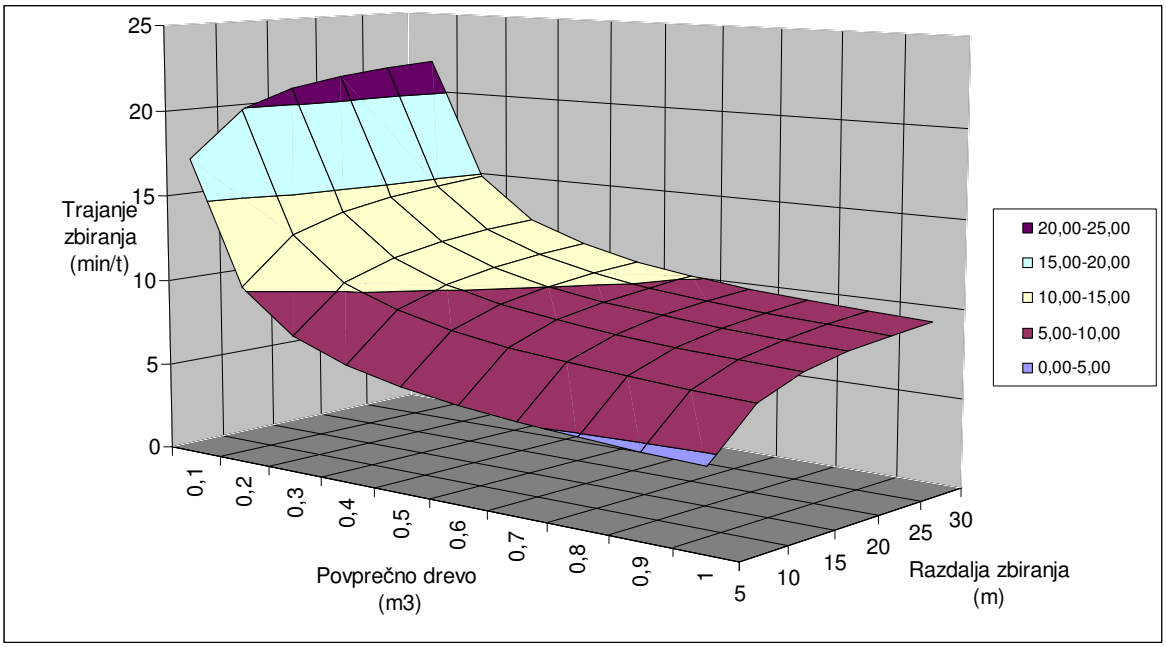
Regresijska enačba za delovni čas zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v našem primeru velja za kategorija zbiranja ugodno.

Izračunane normative in dnevne učinke podajamo glede na velikost povprečnega drevesa in povprečne razdalje zbiranja lesa. Uporabili smo enačbo za preračunavanje povprečnega kosa v povprečnem drevesu, ki jo podaja Medved (Medved, 1996). Tako se naša nova enačba za normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču glasi:

$$y = 7{,}8633 + \frac{1{,}4282 + 0{,}9319 * NTO}{NTO} - \frac{34{,}1663}{ZBI} + \frac{27{,}6691}{ZBI^2}$$

V preglednici št. 12 podajamo izračunane normative za zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču za Woody 140 v minutah na tono, ločeno na tri kategorije zbiranja lesa glede na različne prostornine povprečnih dreves in različne razdalje zbiranja. Grafično prikazujemo normative za Woody 140 na sliki št. 15, hkrati pa smo naredili tudi primerjavo med normativi zbiranja za Woody 140, Torpedo 75A in državnim normativom za

Timberjack 225, katero prikazujemo na sliki št. 16. Na Gozdnem gospodarstvu Postojna so na delovišču 13c/1 uporabili normativ za prilagojen kmetijski traktor Torpedo 75A. Isti normativ je bil določen tudi za Woody 140.



Slika 20: Normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo zbiranja ugodno, v odvisnosti od prostornine povprečnega drevesa in razdalje zbiranja za gozdarski zgibnik Woody 140 (za skupino zbiranja št. 2)

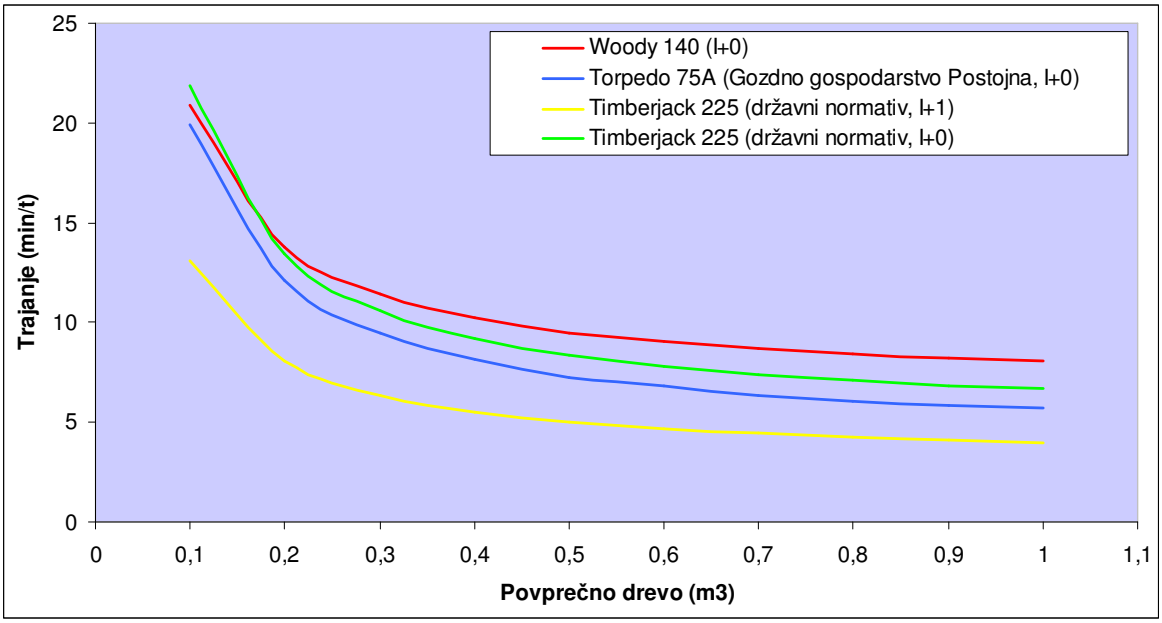
Enako kot v primeru zbiranja 1, lahko tudi v tem primeru za izračun normativa zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču pod predlogu Smrekarja (Smrekar, 1993) naš normativ, izračunan za kategorijo zbiranja ugodno, povečamo za 14 % in tako dobimo normativ za kategorijo srednje ugodno, ali pa povečamo za 28 % ter tako dobimo normativ zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo neugodno.

Preglednica 12: Normativi zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču v minutah na tono za Woody 140 (za skupino zbiranja št. 2)

Razdalja zbiranja (m)	Povprečno drevo (m^3)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Kategorija zbiranja: **UGODNO**										
5	17,35	10,21	7,83	6,64	5,93	5,45	5,11	4,85	4,66	4,50
10	19,94	12,80	10,42	9,23	8,51	8,04	7,70	7,44	7,24	7,08
15	20,92	13,78	11,40	10,21	9,50	9,02	8,68	8,43	8,23	8,07
20	21,44	14,30	11,92	10,73	10,01	9,54	9,20	8,94	8,74	8,58
25	21,75	14,61	12,23	11,04	10,33	9,85	9,51	9,26	9,06	8,90
30	21,97	14,83	12,45	11,26	10,54	10,07	9,73	9,47	9,27	9,12
Kategorija zbiranja: **SREDNJE UGODNO**										
5	19,78	11,64	8,93	7,57	6,75	6,21	5,82	5,53	5,31	5,13
10	22,73	14,59	11,87	10,52	9,70	9,16	8,77	8,48	8,26	8,08
15	23,85	15,71	13,00	11,64	10,83	10,28	9,90	9,61	9,38	9,20
20	24,44	16,30	13,59	12,23	11,41	10,87	10,48	10,19	9,97	9,79
25	24,80	16,66	13,95	12,59	11,78	11,23	10,84	10,55	10,33	10,15
30	25,04	16,90	14,19	12,83	12,02	11,48	11,09	10,80	10,57	10,39
Kategorija zbiranja: **NEUGODNO**										
5	22,21	13,07	10,02	8,50	7,58	6,97	6,54	6,21	5,96	5,76
10	25,52	16,38	13,33	11,81	10,89	10,29	9,85	9,52	9,27	9,07
15	26,78	17,64	14,59	13,07	12,16	11,55	11,11	10,78	10,53	10,33
20	27,44	18,30	15,25	13,73	12,82	12,21	11,77	11,44	11,19	10,99
25	27,85	18,71	15,66	14,14	13,22	12,61	12,18	11,85	11,60	11,39
30	28,12	18,98	15,93	14,41	13,50	12,89	12,45	12,12	11,87	11,67

enačba za kategorijo zbiranja "srednje ugodno": $NTsz = 7{,}8633 + \frac{1{,}4282 + 0{,}9319 * NTO}{NTO} - \frac{34{,}1663}{ZBI} + \frac{27{,}6691}{ZBI^2}$

Povprečna razdalja zbiranja lesa v našem primeru vlačenja po ravnem je bila 16 metrov, zato na naslednji sliki prikazujemo primerjavo normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za različne traktorje pri razdalji zbiranja 15 metrov.



Slika 21: Primerjava normativov zbiranja lesa in dela na pomožnem skladišču za kategorijo ugodno, glede na različne gozdarske zgibne traktorje pri razdalji zbiranja 10 m (za skupino zbiranja št. 2)

Primerjava našega izračunanega normativa za Woody 140 z državnim normativom za organizacijsko obliko I+0 kaže razlike med 5 in 21 %, ki se z večanjem povprečne prostornine drevesa povečujejo. Primerjava normativov za zbiranje lesa in delo na pomožnem skladišču za gozdarski zgibnik Woody 140, prilagojen kmetijski traktor Torpedo 75A ter gozdarski zgibnik Timberjack 225 (državni normativ) pa je pokazala, da je naš izračunan normativ za Woody 140 višji tako od predlaganega državnega za Timberjack 225 (za organizacijsko obliko dela I+1), kar je seveda pričakovano, kot tudi normativa s strani podjetja Gozdno gospodarstvo Postojna za prilagojene kmetijske traktorje. Izračunan normativ za Woody 140 je v primerjavi z državnim normativom za Timberjack 225 (I+1) višji za kar 63 do 100 %. Z večanjem prostornine povprečnega drevesa se sicer zmanjšuje. V primerjavi z uporabljenim normativom za prilagojene kmetijske traktorje, ki ga podjetje Gozdno gospodarstvo Postojna uporablja na tem delovišču, je razlika z našim normativom za Woody 140 med 5 in 42 %, ki z večanjem povprečnega drevesa narašča.

7.6.2 Normativi vlačenja lesa

Normative vlačenja prikazujemo za vse tri kategorije vlačenja, izračunali pa smo jih s pomočjo regresijskih analiz produktivnih časov prazne in polne vožnje. Produktivni čas vlačenja smo delili z maso bremena posameznega cikla, glede na razdaljo vlačenja pa dobili naslednje enačbe:

vlačenje **GOR**

$y = 2,7133 + 0,0149\ x$

$R = 0,830 \qquad R^2 = 0,689 \qquad N = 44$

vlačenje **RAVNO**

$y = 2,0906 + 0,0112\ x$

$R = 0,559 \qquad R^2 = 0,313 \qquad N = 24$

vlačenje **DOL**

$y = 3,6995 + 0,0303\ x$

$R = 0,889 \qquad R^2 = 0,791 \qquad N = 22$

y = produktivni čas vlačenja lesa (min/breme)
x = razdalja vlačenja (m)

Za izračun delovnega časa vlačenja lesa moramo enačbe množiti s faktorjem neproduktivnega časa (preglednica št. 5) in tako dobimo naslednje enačbe:

vlačenje **GOR**

$y = 3,5544 + 0,0195\ x$

vlačenje **RAVNO**

$y = 2,6760 + 0,0143\ x$

vlačenje **DOL**

$$y = 4{,}7723 + 0{,}0391\ x$$

Normativ vlačenja lesa moramo izračunati za minute na tono bremena, zato smo enačbe delili s povprečnim bremenom v tonah za posamezne kategorije vlačenja (preglednica št. 9) in tako dobili naslednje enačbe:

vlačenje **GOR**

$$y = 1{,}4049 + 0{,}0077\ x$$

vlačenje **RAVNO**

$$y = 1{,}8329 + 0{,}0098\ x$$

vlačenje **DOL**

$$y = 1{,}229 + 0{,}0092\ x$$

y = produktivni čas vlačenja lesa (min/t)
x = razdalja vlačenja (m)

V vseh treh kategorijah vlačenja smo pri izračunu regresijskih enačb upoštevali vse posnete cikle vlačenja.

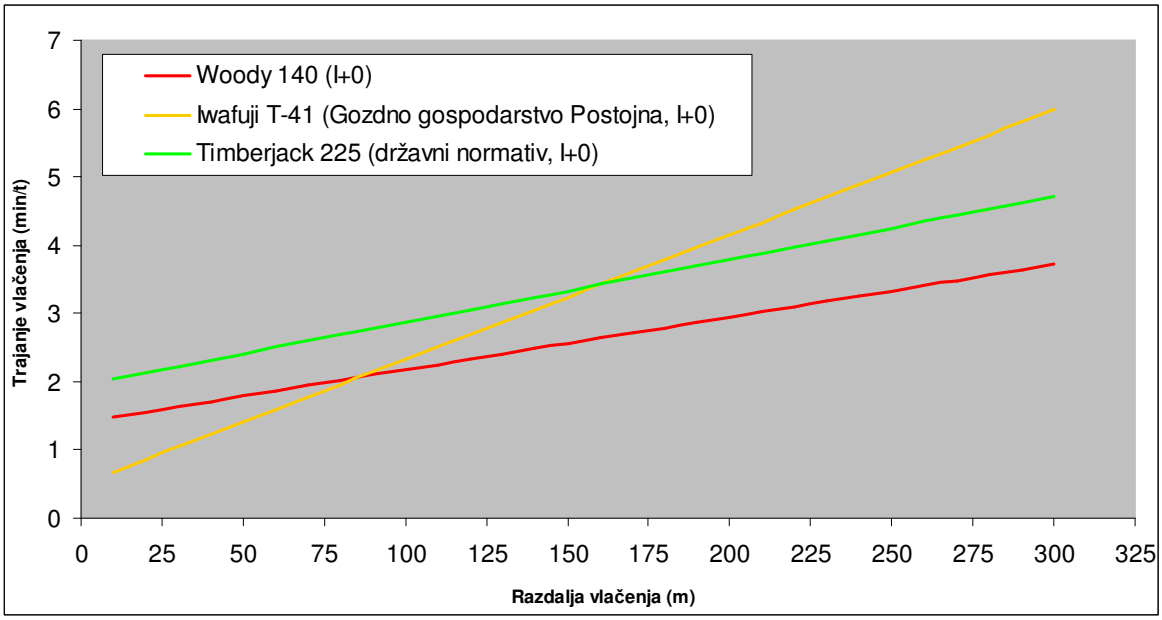
Ker so se razdalje vlačenja razlikovale med kategorijami (preglednica št. 1), veljajo izračunani normativi vlačenja lesa samo v določenih intervalih, zato pri vlačenju navzgor podajamo normativ za razdalje do 300 m. Enako tudi pri kategoriji vlačenja po ravnem - do 300 m. Pri spravilu navzdol pa podajamo normativ za vlačenje lesa za spravilne razdalje med 500 in 800 m. Ekstrapolaciji podatkov smo se tu izognili – prikazujemo in primerjamo le tiste vrednosti znotraj intervala, ki smo jih v poskusu tudi dejansko izmerili.

Na naslednjih slikah prikazujemo primerjave med normativi za vlačenja lesa navzgor, ravno in dol. Primerjave smo naredili med našim normativom za Woody 140, državnim normativom Timberjack 225 (Odredba o določitvi normativov dela v gozdu, 2010) in

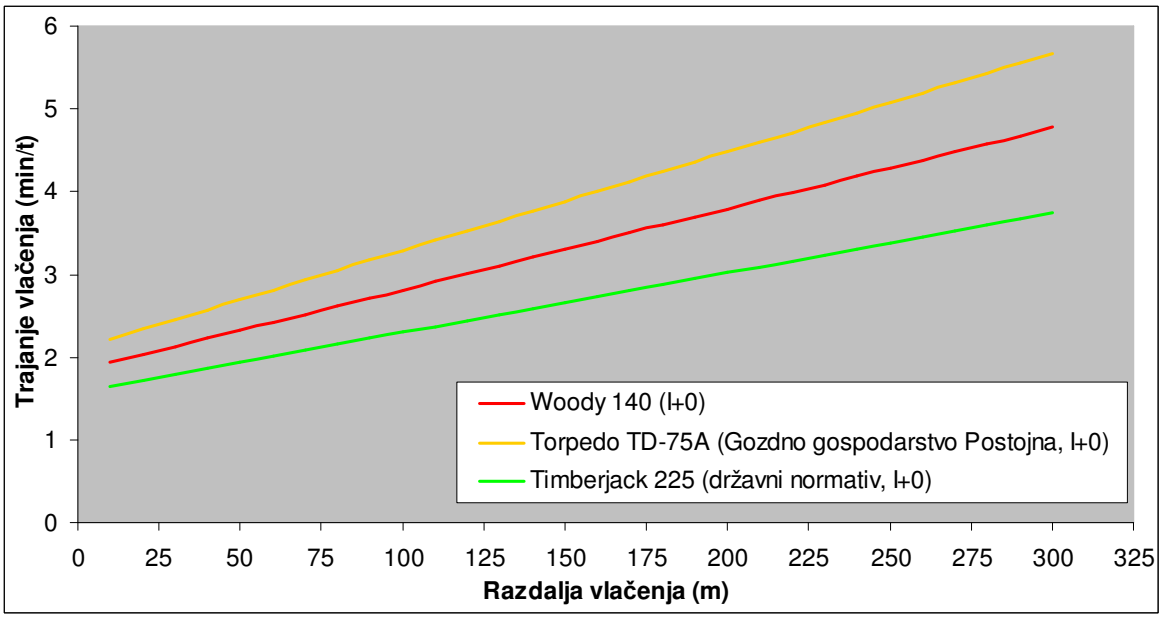
normativom za Iwafuji T-41 I+1 (za vlačenje navzgor in navzdol) ter Torpedo 75A (za vlačenje navzdol), katere je Gozdno gospodarstvo Postojna uporabilo pri spravilu z Woody-jem.

Preglednica 13: Normativi vlačenja lesa za gozdarski zgibnik Woody 140 v minutah na tono

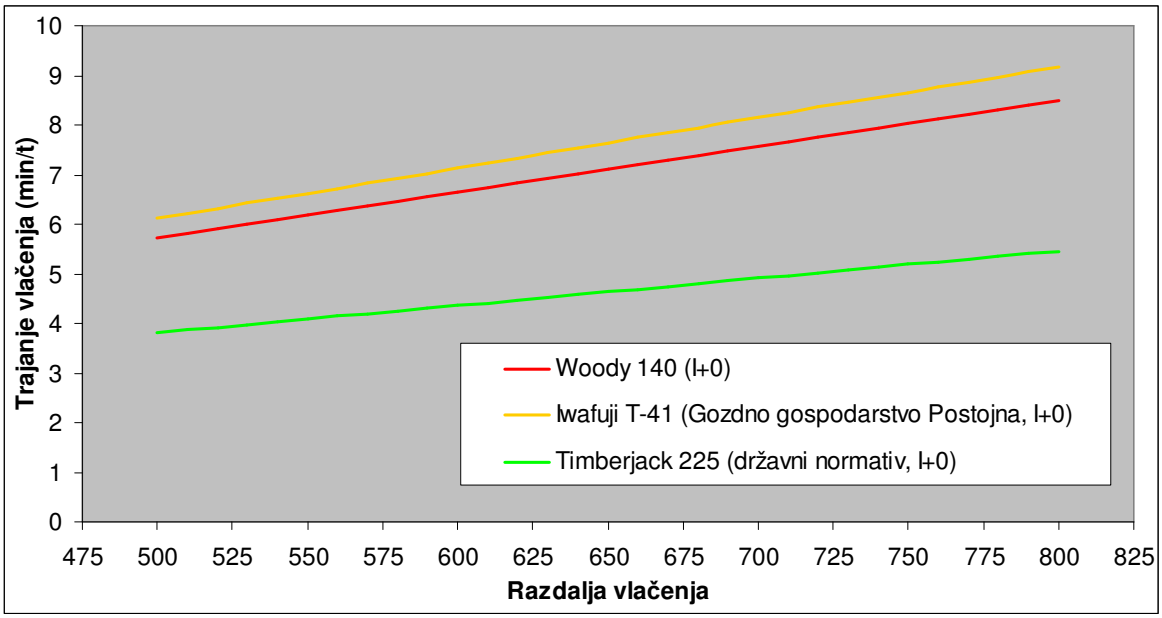
Razdalja vlačenja (m)	Vlačenje **GOR** (min/t)	Razdalja vlačenja (m)	Vlačenje **RAVNO** (min/t)	Razdalja vlačenja (m)	Vlačenje **DOL** (min/t)
10	1,48	10	1,93	500	5,72
20	1,56	20	2,03	510	5,81
30	1,64	30	2,13	520	5,91
40	1,71	40	2,22	530	6,00
50	1,79	50	2,32	540	6,09
60	1,87	60	2,42	550	6,18
70	1,94	70	2,52	560	6,27
80	2,02	80	2,62	570	6,37
90	2,10	90	2,71	580	6,46
100	2,17	100	2,81	590	6,55
110	2,25	110	2,91	600	6,64
120	2,33	120	3,01	610	6,73
130	2,41	130	3,11	620	6,83
140	2,48	140	3,20	630	6,92
150	2,56	150	3,30	640	7,01
160	2,64	160	3,40	650	7,10
170	2,71	170	3,50	660	7,19
180	2,79	180	3,60	670	7,29
190	2,87	190	3,69	680	7,38
200	2,94	200	3,79	690	7,47
210	3,02	210	3,89	700	7,56
220	3,10	220	3,99	710	7,65
230	3,18	230	4,09	720	7,75
240	3,25	240	4,18	730	7,84
250	3,33	250	4,28	740	7,93
260	3,41	260	4,38	750	8,02
270	3,48	270	4,48	760	8,11
280	3,56	280	4,58	770	8,21
290	3,64	290	4,67	780	8,30
300	3,71	300	4,77	790	8,39
				800	8,48



Slika 22: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja navzgor, glede na različne gozdarske zgibne traktorje



Slika 23: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja ravno, glede na različne gozdarske traktorje



Slika 24: Primerjava normativov vlačenja lesa za kategorijo vlačenja navzdol, glede na različne gozdarske zgibne traktorje

Analiza primerjave normativov vlačenja lesa:

- pri vlačenju lesa navzgor smo ugotovili, da je naš izračunan normativ za Woody 140 nekoliko nižji od predlaganega državnega za Timberjack 225, razlike pa se z večanjem spravilne razdalje le nekoliko povečujejo v prid Woody-ja 140. Primerjava s predlaganim normativom vlačenja za Iwafuji T-41 (predlog s strani Gozdnega gospodarstva Postojna) kaže, da je normativ praktično neprimerljiv, saj je na kratkih spravilnih razdaljah (do približno 90 m) nižji tako od državnega kot tudi našega izračunanega, pri razdaljah med 90 in 160 m je predlagani normativ vmes med državnim in našim, pri razdaljah nad 160 m pa se razlike zopet strmo povečujejo glede na državni in naš normativ.
- analiza vlačenja lesa po ravnem je pokazala, da je izračunan normativ za Woody 140 vmes med državnim za Timberjack 225 in predlaganim normativom s strani Gozdnega gospodarstva Postojna za prilagojen kmetijski traktor Torpedo TD-75A, pri čemer so razlike na kratkih spravilnih razdaljah majhne, z večanjem spravilne razdalje pa se razlike povečujejo. Razlike med Woody 140 in državnim normativom se gibljejo med 17 in 28 %, med Woody 140 in Torpedo TD-75A pa med 14 in 19 %.
- normativ vlačenja navzdol za Woody 140 je skoraj primerljiv s predlaganim normativom s strani Gozdnega gospodarstva Postojna za Iwafuji T-41, z minimalnimi

razlikami med 6 in 8 %, pri čemer je normativ Woody-ja 140 nekoliko nižji. Vsekakor pa tako izračunan normativ za Woody 140 in predlagan normativ za Iwafuji T-41 ni primerljiv z državnim normativom za Timberjack 225, kjer so razlike zelo očitne in se gibljejo med 150 in 155 %, pri čemer se razlike z večanjem spravilne razdalje povečujejo.

7.6.3 Produktivni in delovni časi spravila lesa

Izračunali smo produktivne čase spravila, ki so vsota glavnega in pomožnega časa . Kot smo že omenili, glavni produktivni čas predstavlja čas prazne in polne vožnje traktorja, na katerega pa kot smo ugotovili vpliva razdalja spravila lesa kot tudi breme, katerega traktor vleče. Pomožni čas pri spravilu lesa je neodvisen od razdalje spravila lesa, zato je pri vseh spravilnih razdaljah enak. Posledično je zaradi tega pomožni čas na kratkih spravilnih razdaljah zelo velik v primerjavi z glavnim produktivnim časom, vendar se delež pomožnega časa v skupnem produktivnem času z večanjem spravilne razdalje zmanjšuje.

Kot smo ugotovili z regresijskimi analizami časovnih vrednosti spravila lesa, se s skrajševanjem spravilnih razdalj manjša delež glavnega produktivnega časa, hkrati pa se na račun kratkih spravilnih razdalj povečuje delež pomožnega produktivnega časa.

Zmanjšanje razlik deležev glavnega in pomožnega produktivnega časa je možno z drugačno organizacijo pri sečnji lesa, pri čemer bi morali puščati čim daljši les, saj je prav pomožni produktivni čas, kot smo ugotovili v analizah, zelo odvisen od povprečne prostornine kosov. Vendar pa smo pri vlačenju po ravnem ugotovili, da so daljši kosi (preko 10 m) povzročali ne malo težav traktoristu pri polni vožnji, ko je moral posvetiti veliko pozornosti bremenu za traktorjem, da ni poškodoval okoliškega drevja, s tem pa izgubljal čas na polni vožnji.

Za razdaljo zbiranja smo pri vlačenju navzgor in navzdol vzeli 10 m, pri vlačenju po ravnem pa 15 m.

V regresijskih enačbah smo uporabili naslednje spremenljivke:

y = produktivni čas spravila (min/t)

NTO = povprečno odkazano drevo (m^3)

VLA = razdalja vlačenja lesa (m)

Produktivni čas spravila lesa **NAVZGOR**

$$y = 2{,}9347 + \frac{2{,}1362 + 1{,}3938 * NTO}{NTO} - \frac{8{,}7253}{10} + \frac{10{,}1605}{100} + 1{,}4049 + 0{,}0077 * VLA$$

Produktivni čas spravila lesa po **RAVNEM**

$$y = 7{,}8633 + \frac{1{,}4282 + 0{,}9319 * NTO}{NTO} - \frac{34{,}1663}{15} + \frac{27{,}6691}{225} + 1{,}8329 + 0{,}0098 * VLA$$

Produktivni čas spravila lesa **NAVZDOL**

$$y = 2{,}9347 + \frac{2{,}1362 + 1{,}3938 * NTO}{NTO} - \frac{8{,}7253}{10} + \frac{10{,}1605}{100} + 1{,}229 + 0{,}0092 * VLA$$

Delovni čas spravila lesa je vsota produktivnega časa in dodatnega časa spravila lesa. Z zakonom je predpisan 8-urni delovnik (480 minut), v katerega je vštetih tudi zakonsko predpisanih 30 minut za glavni odmor, katerega smo upoštevali pri izračunu dodatnega časa. Delovni čas spravila lesa smo izračunali tako, da smo enačbo za produktivni čas spravila lesa pomnožili s faktorjem dodatnega časa (preglednica št. 5) ter tako dobili naslednje regresijske enačbe:

Delovni čas spravila lesa **NAVZGOR**

$$y = 3{,}4043 + \frac{2{,}4779 + 1{,}6168 * NTO}{NTO} - \frac{10{,}1213}{10} + \frac{11{,}7862}{100} + 1{,}6297 + 0{,}0089 * VLA$$

Delovni čas spravila lesa po **RAVNEM**

$$y = 8{,}8855 + \frac{1{,}6139 + 1{,}0530 * NTO}{NTO} - \frac{38{,}6079}{15} + \frac{31{,}2661}{225} + 2{,}0712 + 0{,}0111 * VLA$$

Delovni čas spravila lesa **NAVZDOL**

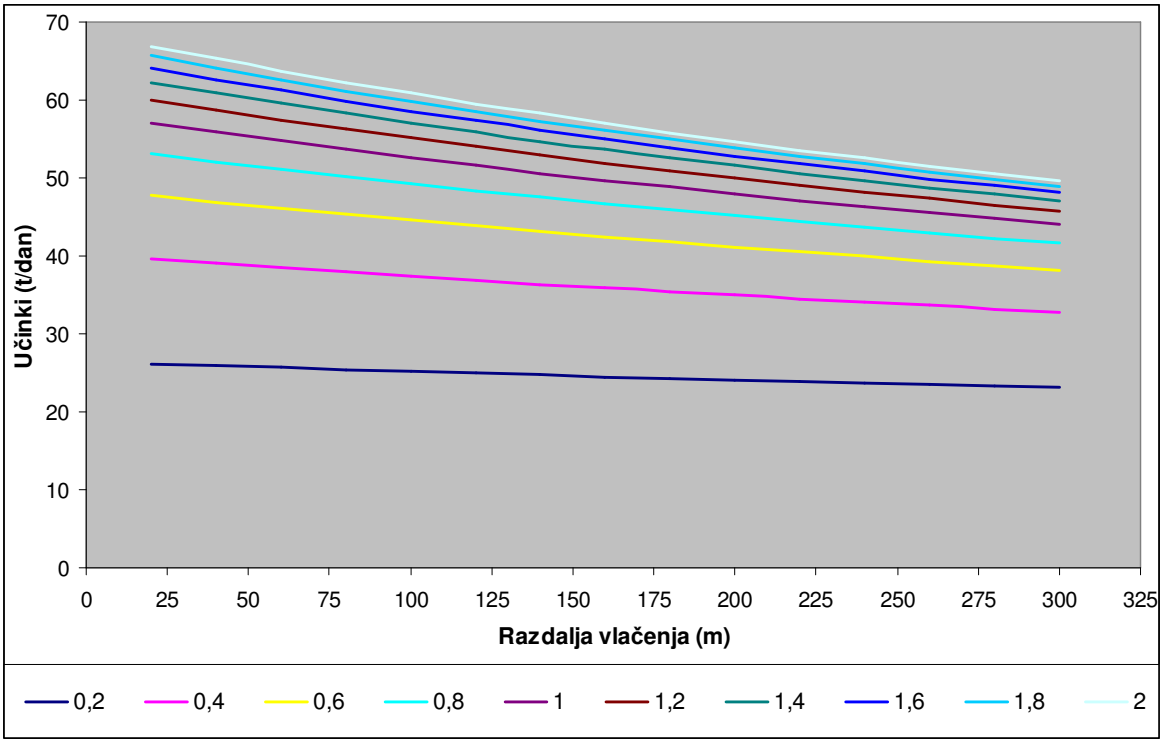
$$y = 3{,}3749 + \frac{2{,}4566 + 1{,}6029 * NTO}{NTO} - \frac{10{,}0341}{10} + \frac{11{,}6846}{100} + 1{,}4134 + 0{,}0106 * VLA$$

7.6.4 Učinki spravila lesa

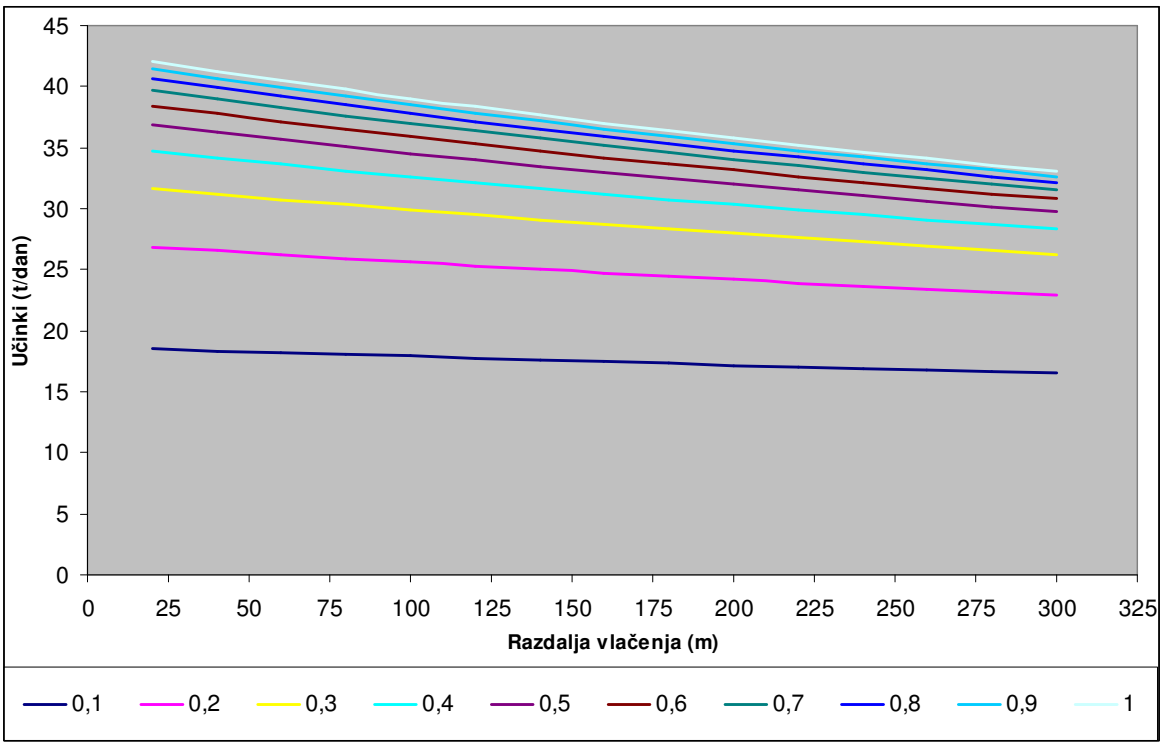
Na učinke spravila ima vsekakor velik in pomemben vpliv povprečna prostornina kosov, seveda pa je odvisno tudi od več ostalih faktorjev, kot so npr.: struktura sestoja, način sečnje in izdelave, itd. Učinki se povečujejo z večanjem povprečne prostornine kosov oziroma z manjšanjem števila kosov v posameznem bremenu. Na učinke vpliva tudi razdalja zbiranja lesa ter razdalja spravila po vlaki, poleg naštetega tudi prostornina bremena, ki pa je različna glede na kategorijo vlake ter povprečnih prostornin kosov.

Ker traktorist nikoli samo ne vlači lesa ali opravlja zgolj zbiranje in rampanje lesa čez cel delovnik, učinkov za zbiranje in dela na rampnem prostoru ter vlačenja lesa nismo posebej izračunavali. V nadaljevanju prikazujemo učinke spravila lesa za posamezne kategorije zbiranja in vlačenja lesa glede na razdalje vlačenja in povprečno drevo. Tako smo za zbiranje pri spravilu navzgor in navzdol uporabili razdaljo 10 m, pri spravilu po ravnem pa razdaljo 15 m.

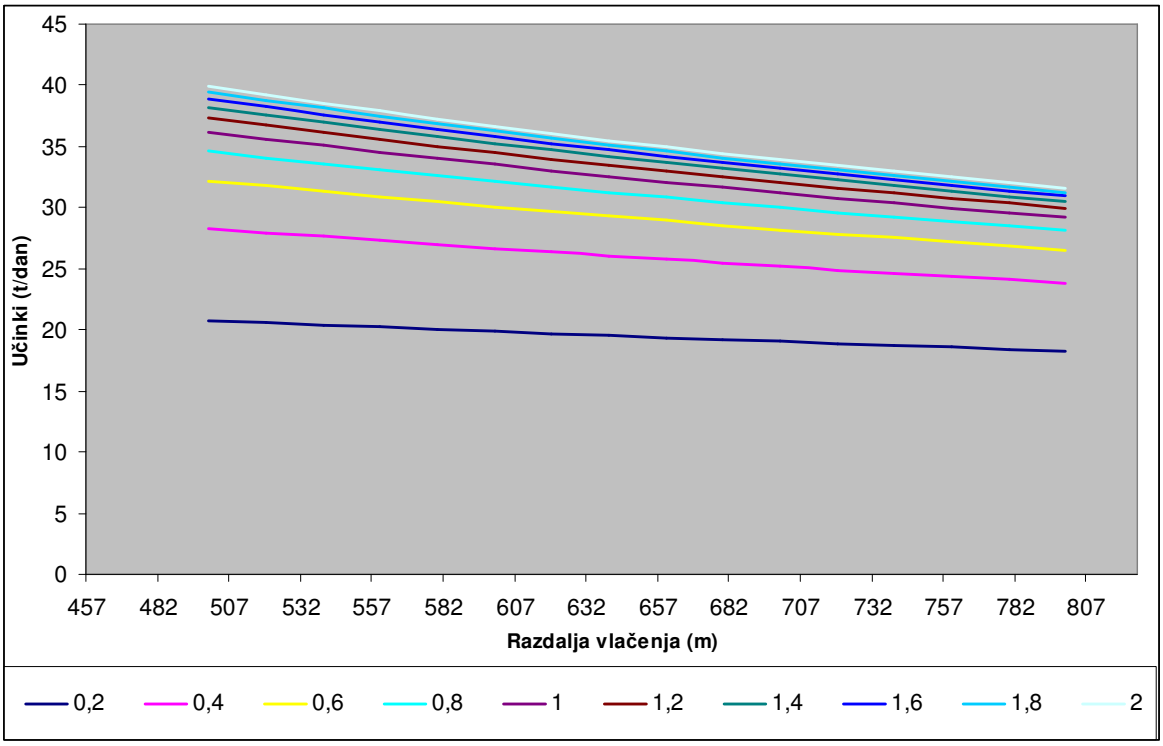
Slika 25: Woody 140 med rampanjem lesa (foto: Trebec, S.)



Slika 26: Učinki spravila lesa navzgor za kategorijo zbiranja srednje ugodno (ZBI = 10 m) glede na povprečno prostornino kosa v bremenu



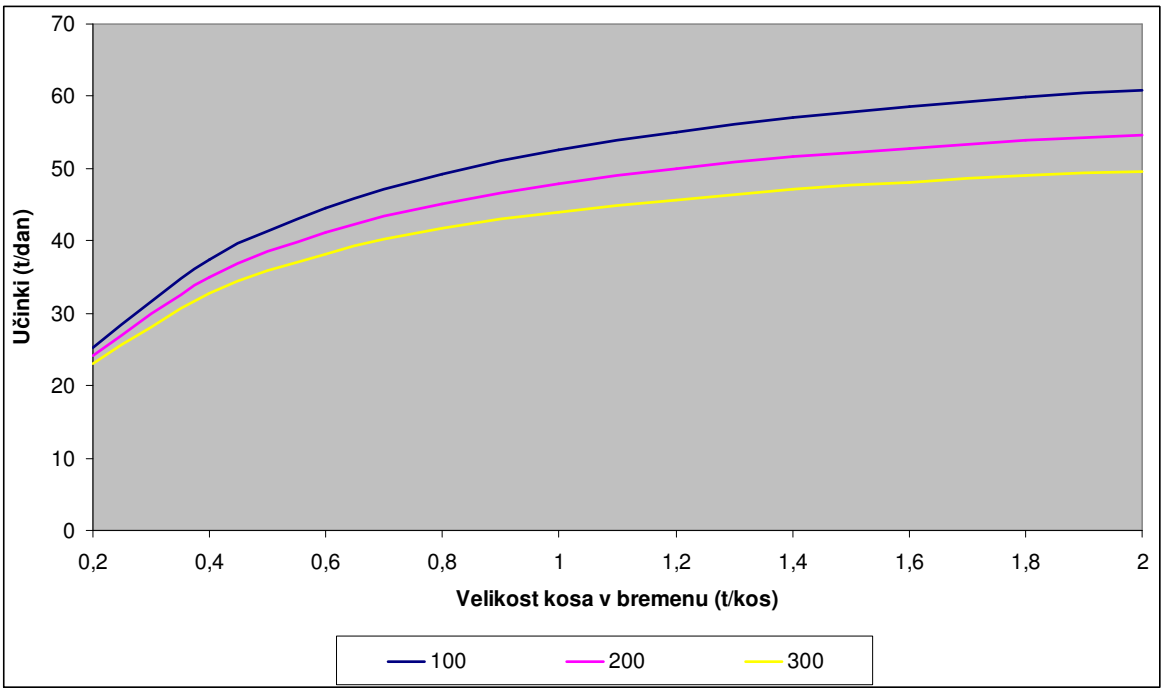
Slika 27: Učinki spravila lesa po ravnem za kategorijo zbiranja srednje ugodno (ZBI = 15 m) glede na povprečno prostornino kosa v bremenu



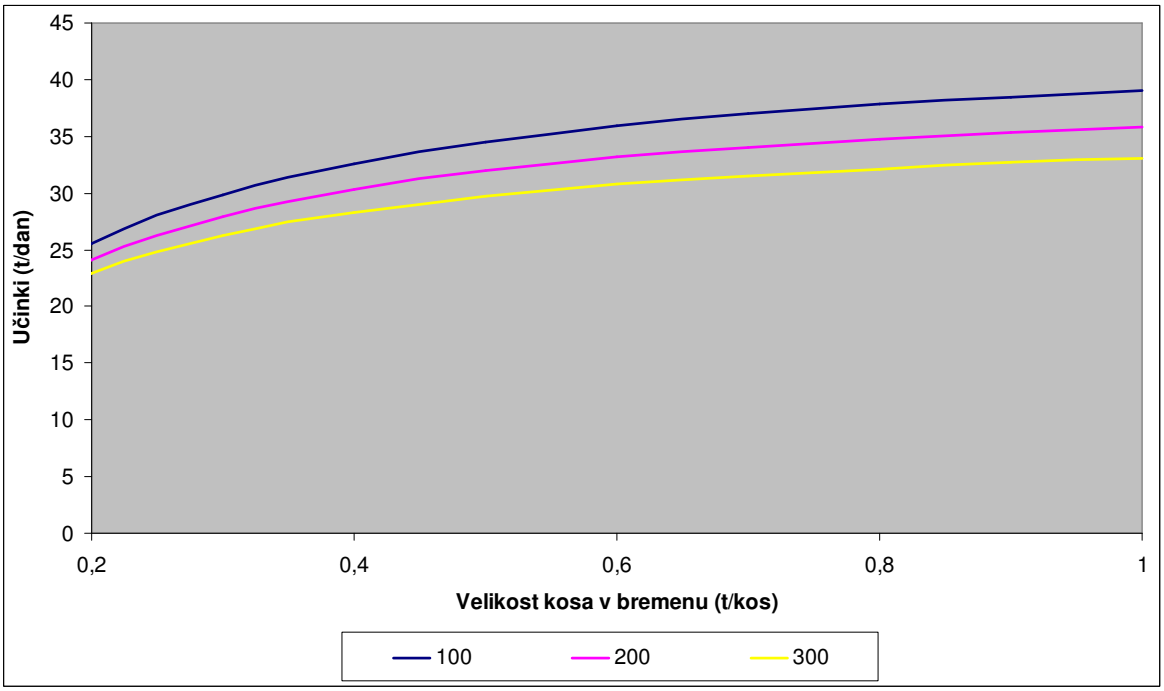
Slika 28: Učinki spravila lesa navzdol za kategoriji zbiranja srednje ugodno (ZBI = 10 m) glede na povprečno prostornino kosa v bremenu

Komentar k primerjavam učinkov spravila lesa:

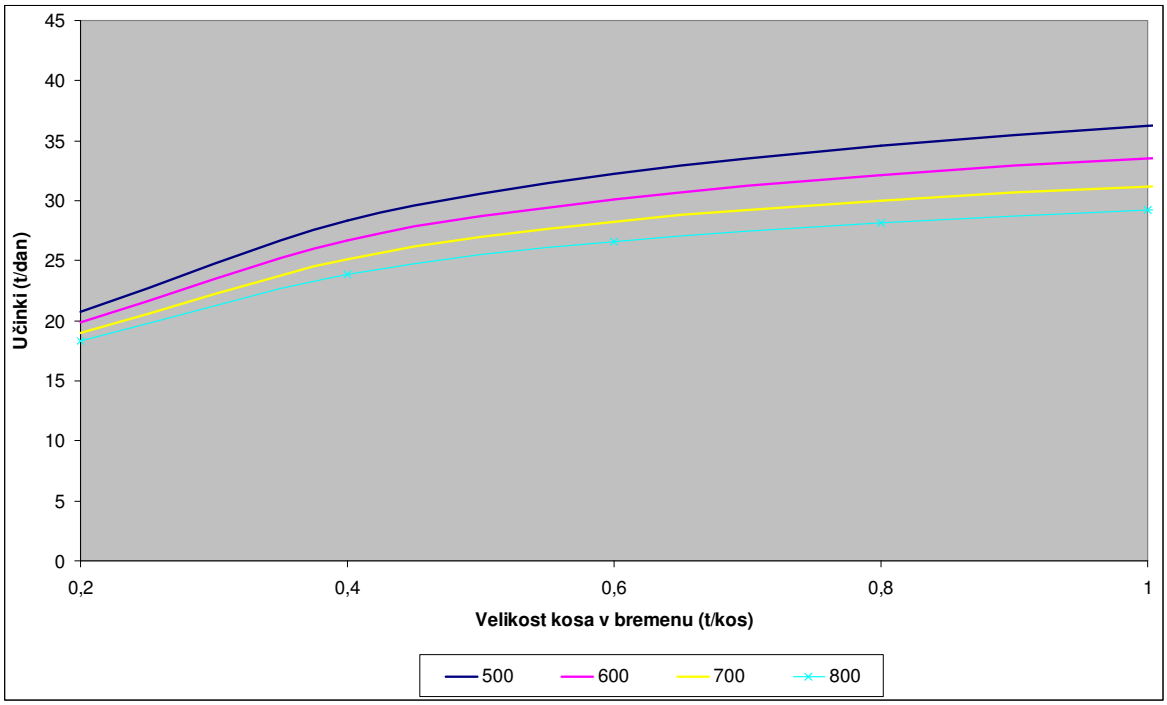
- pri vseh treh kategorijah vlačenja lesa smo ugotovili, da se učinki spravila lesa glede na povečevanje razdalje vlačenja zmanjšujejo ne glede na povprečno prostornino kosov v bremenu, razlike med učinki s povečevanjem povprečne prostornine kosov v bremenih s povečevanjem spravilne razdalje pa se manjšajo,
- največje razlike pri zmanjševanju dnevnih učinkov glede na razdaljo vlačenja in povprečno prostornino kosov v bremenu smo ugotovili pri spravilu navzgor, kjer se razlike učinkov glede na razdaljo gibljejo med 12 in 26 %, pri spravilu po ravnem so razlike med 11 in 21 %, pri spravilu navzdol 12 in 21 %.



Slika 29: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa navzgor v od odvisnosti razdalje vlačenja in velikosti povprečnega kosa v bremena (ZBI = 10 m)



Slika 30: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa po ravnem v odvisnosti od razdalje vlačenja in velikosti povprečnega kosa v bremenu (ZBI = 15 m)



Slika 31: Primerjava dnevnih učinkov spravila lesa navzdol v od odvisnosti od razdalje vlačenja in velikosti povprečnega kosa v bremena (ZBI = 10 m)

Komentar k primerjavam učinkov spravila lesa glede na različne razdalje vlačenja:

- ugotovili smo, da so največji učinki pri vseh treh kategorijah vlačenja lesa na krajših spravilnih razdaljah,
- učinki se s povečevanjem povprečne prostornine kosov v bremenu povečujejo v vseh treh primerih, največje razlike pa smo opazili pri spravilu navzgor, kje so se razlike gibale med 4 in 10 %. Pri spravilu po ravnem so bile razlike med 3 in 8 %, pri spravilu navzdol pa med 4 in 8 %.

8 SKLEPI RAZISKAV

Z obdelavo časovnih in količinskih parametrov spravila lesa z gozdarskim zgibnim traktorjem Woody 140 smo izdelali strukturo povprečnega delovnega dneva ter določili normative spravila lesa, zato lahko zaključimo z naslednjimi trditvami in ugotovitvami.

Produktivni čas spravila lesa v delovnem dnevu predstavlja 84 % celotnega delovnega časa, neproduktivni čas pa ostalih 16 % (preglednica št. 4). V produktivnem času glavni produktivni čas zavzema skoraj 42 %, pomožni produktivni čas pa predstavlja ostalih 58 %. Delež produktivnega časa je nekoliko nizek, kar je posledica dokaj kratkih spravilnih razdalj ter organizacijske oblike dela I+0.

V produktivnem času največji delež zavzema zbiranje lesa, ki predstavlja 32 % produktivnega časa, najmanjši delež v produktivnem času pa predstavlja polna vožnja s 23 %.

Ugotovili smo, da se s skrajševanjem razdalje spravila avtomatsko povečuje delež pomožnega časa, vendar je potrebno strmeti k skrajševanju spravilnih razdalj, saj vemo, da se učinki na krajših razdaljah večajo.

Največji delež zastojev predstavljajo s 34 % zastoji zaradi organizacije dela. Traktorist je moral na gozdni prometnici ob pomožnem skladišču lesa počakati na nakladanje in odvoz lesa z GTK.

Hitrost vožnje traktorja je odvisna predvsem od naklona vlake in smeri vožnje. Ugotovili smo, da se je traktor vedno hitreje premikal navzdol (preglednica št. 6), pomembno vlogo pa ima tudi traktorist, da breme oblikuje čim bolj optimalno in s tem doseže optimalno obremenjenost traktorja za doseganje čim boljših učinkov.

Pri posameznih operacijah dela v okviru zbiranja lesa smo ugotovili slednje:

- čas razvlačevanja prazne vrvi in vezanja lesa je odvisen od razdalje razvlačevanja prazne vrvi in povprečne prostornine kosov oziroma od premera posameznih kosov, katere vključujemo v breme, zato moramo za skrajševanje časa razvlačevanja vrvi in vezanja lesa strmeti k vezanju čim debelejših in čim daljših kosov, kar pomeni v povprečju večje prostornine kosov in krajši čas vezanja,
- enako kot je čas razvlačevanja prazne vrvi in vezanja lesa odvisen od razdalje in prostornine kosov, je tudi čas privlačevanja odvisen od razdalje ter prostornine bremena, pomemben faktor pa je vsekakor moč traktorja oz. vitla.

Odvezovanje in rampanje lesa na pomožnem skladišču ob kamionski cesti je predvsem odvisno od povprečne prostornine kosov oz. števila kosov v bremenu, čas potreben za odvezovanj in rampanje lesa pa lahko skrajšujemo s kontinuiranim odvozom lesa z GTK.

Vlačenje lesa, ki velja za glavni produktivni čas spravila je odvisen v veliki meri od razdalje vlačenja, povprečne prostornine kosov ter tudi od stanja in vrste vlak, zato smo pri posameznih operacijah dela v okviru vlačenja lesa ugotovili:

- čas prazne vožnje je odvisen od dolžine vlake ter naklona, saj smo v analizah ugotovili, da je čas prazne vožnje najmanjši na kratkih razdaljah,
- čas polne vožnje je ravno tako odvisen od dolžine ter naklona vlake v smeri vožnje. Ugotovili smo, da je relativni čas polne vožnje krajši na vlakah z negativnim naklonom, torej pri vlačenju lesa navzdol.

Za izračun normativov smo potrebovali povprečno odkazano drevo v m^3 ter razdaljo zbiranja v m, zato smo za povprečen kos pri spravilu navzgor in navzdol vzeli 0,99 m^3 ter razdaljo zbiranja 10 m, pri spravilu po ravnem pa za povprečen kos v bremenu 0,18 m^3, razdaljo zbiranja pa 15 m.

9 POVZETEK

V podjetju GGP, Gozdno gospodarstvo Postojna d.o.o., so se v letu 2012 odločili za nakup novega, zmogljivejšega gozdarskega zgibnika Woody 140, ki je pričel s svojim delom v Snežniških gozdovih avgusta 2012. Z novim traktorjem, zmogljivejšim od njegovega predhodnika Woodyja 110, se je hkrati pojavila tudi potreba po ugotavljanju normativov za nov traktor.

Meritve normativov smo opravili za organizacijsko obliko I+0 z daljinsko vodenim vitlom. Snemanje časovnih in količinskih vrednosti spravila lesa smo opravili v avgustu in septembru 2012 na gozdnogospodarskem območju Postojne v GGE Leskova dolina na območju Praprotne Drage, na apnenčastem in delno skalovitem terenu. Kategorija zbiranja je bila v vseh treh primerih srednje ugodna, snemanje časovnih vrednosti pa smo opravili s kronometrično ničelno metodo.
Pri snemanju smo posneli 6 delovnih dni (2 dni spravila navzgor, 2 dni spravila navzdol in 2 dni spravila po ravnem). Pri spravilu navzgor smo posneli 44 ciklov, pri spravilu navzdol 22 ciklov, pri spravilu po ravnem 24 ciklov. Za izračune potrebnih časovnih in količinskih vrednosti smo uporabili vseh 90 posnetih ciklov.

Tekom analiz časovnih in količinskih parametrov spravila lesa z Woody 140 smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- v delovnem dnevu produktivni čas predstavlja 84 %, neproduktivni čas pa 16 % skupnega delovnega časa, pri čemer glavni produktivni čas predstavlja 42 %, delež pomožnega časa pa 58 % produktivnega časa,
- analiziranje hitrosti vožnje traktorja je pokazala, da je hitrost gibanja traktorja odvisna predvsem od smeri vožnje - ugotovili smo, da se je Woody najhitreje gibal pri polni vožnji vlačenja lesa navzdol, najpočasneje pa pri polni vožnji vlačenja navzgor,
- traktorist je velikokrat za doseganje čimbolj optimalnega bremena med zbiranjem lesa traktor s pomočjo daljinskega upravljanja premaknil po delovišču – ti premiki so glede na potrebe znašali od 5 do 30 metrov,

- za delovno fazo zbiranje in rampanje lesa smo izdelali normative za kategorijo srednje ugodno za vse tri kategorije zbiranja lesa, pri čemer smo vključili spremenljivki povprečno odkazano drevo v m^3 in razdaljo zbiranja lesa v metrih. Naš izračunan normativ za zbiranje in rampanje lesa smo primerjali z normativom za traktor Woody 110 (zbiranje lesa pri vlačenju navzgor in navzdol) ter Torpedo TD-75A (zbiranje lesa pri vlačenju po ravnem) ter z državnim normativom za gozdarski zgibnik Timberjack 225. Ugotovili smo, da je naš normativ za Woody 140 pri zbiranju lesa debelejših sortimentov nekoliko nižji od predlaganega državnega normativa (oboje za organizacijsko obliko dela I+0), vendar v primerjavi s predlaganim normativom za Woody 110 zelo podoben in z majhnimi razlikami. Pri zbiranju tanjših kosov je naš izračunan normativ za Woody 140 najslabši od vseh predlaganih normativov, kar pa gre seveda pripisati slabše pripravljenemu delovišču zaradi daljših kosov, ki niso bili usmerjeni v vrvne linije in je traktorist veliko časa porabil za zbiranje lesa,
- za delovno fazo vlačenje lesa smo prav tako izdelali normative za vse tri kategorije vlačenja, pri čemer smo ugotovili, da je normativ vlačenja navzgor pri razdaljah do 90 m za Woody 140 nekoliko višji od predlaganega normativa za Iwafuji T-41, od 90 m dalje pa je naš normativ nižji. V primerjavi z državnim normativom je normativ za vlačenje lesa navzgor z Woody 140 nekoliko nižji. Pri spravilu po ravnem je normativ za Woody 140 nekoliko višji od predlaganega državnega za Timberjack 225, vendar vsekakor nižji od predlaganega normativa za prilagojen kmetijski traktor Torpedo TD-75A. Pri spravilu lesa navzdol je izračunan normativ za Woody 140 zelo podoben predlaganemu normativu za Iwafuji T-41, sicer nekoliko nižji, vendar pa vsekakor višji od predlaganega državnega normativa za Timberjack 225,
- z vsemi regresijskimi analizami in izračunanimi normativi lahko potrdimo, da je Woody 140 povsem primeren za delo glede na pričakovane učinke na območju jelovo-bukovih gozdov visokega krasa. V primerjavi s predhodnikom Woody 110 je Woody 140 pri delu primernejši in učinkovitejši za spravilo navzgor in navzdol, za spravilo po ravnem pa tega v naši raziskavi žal ne moremo potrditi. Vzrok je predvsem v slabše pripravljenem delovišču.

10 VIRI

Gozdnogojitevni načrt za oddelek 13, KE Stari trg: 2013-2013. 2003. Stari trg, ZGS.

Klun J., Poje A. 2000. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem IWAFUJI T - 41 in poškodbe pri sečnji in spravilu: diplomska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 140 str.

Košir B. 1997. Razvoj traktorja Woody se nadaljuje. Gozdarski vestnik, 55, 7/8: 365-369

Košir B., Medved M., Dobre A., Bitenc B. 1992. Uporaba časovnih normativov v gozdarstvu Republike Slovenije od leta 1985 dp leta 1990. (Strokovna in znanstvena dela, 110). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 60 str.

Košir B., Krč J. 2000. Nova znanja v gozdarstvu - prispevek visokega šolstva. V: Študij časa pri spravilu lesa z Woody 110: zbornik referatov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 151-168.

Krivec A. 1967. Preučevanje mehanizacije transporta lesa. Ljubljana., Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 203 str.

Krivec A. 1979. Proučevanje traktorskega spravila lesa. (Strokovna in znanstvena dela, 65).
Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Biotehniške fakultete: 211 str.

Marenče J. 2005. Spreminjanje tehničnih parametrov traktorja pri vlačenju lesa - kriterij pri izbiri delovnega sredstva: doktorska disertacija (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 289 str.

Odredba o določitvi normativov za dela v gozdu, Ur. l. RS št. 98/2010

Prospektno in internetno gradivo podjetja VILPO

Smrekar A. 1993. Gospodarnost spravila lesa z zgibnim traktorjem IWAFUJI T-41: diplomska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 78 str.

Trebec A. 1984. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem LKT-81 v Snežniških gozdovih: diplomska naloga (Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo), Ljubljana, samozal.: 73 str.

Zupančič M. 2008. Časovna študija spravila lesa s traktorjem John Deere 6220: diplomska

naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 77 str.

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

ZAHVALA

Ob zaključku diplomskega dela bi se rad zahvalil podjetju GGP, Gozdno gospodarstvo Postojna d. o. o., ki mi je omogočilo snemanje podatkov.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Juriju Marenčetu za pomoč in strokovno vodstvo pri izdelavi diplomskega dela ter prof. dr. Igorju Potočniku za recenzijo.

Zahvala traktoristu Ivanu Širci, ki je sodeloval pri snemanju učinkov.

Adolfu in Mitju Trebcu se zahvaljujem za njuno pomoč pri opravljanju terenskih snemanj.

Vsem domačim, Aniti Movern ter ostalim, ki ste mi v času študija stali ob strani ter mi kakorkoli pomagali pri izdelavi diplomskega dela, se najiskreneje zahvaljujem za vašo pomoč.

PRILOGE

Priloga A: **Opisi objektov snemanja spravila lesa in karta**

Opisani so objekti snemanja spravila lesa z gozdarskim zgibnikom Woody 140, katerim so priložene tudi karte z vrisanimi uporabljenimi vlakami pri snemanju spravila lesa. Prikazani so tudi podolžni profili uporabljenih vlak s podanimi spravilnimi razdaljami, nadmorskimi višinami in nakloni v smeri vlačenja lesa.

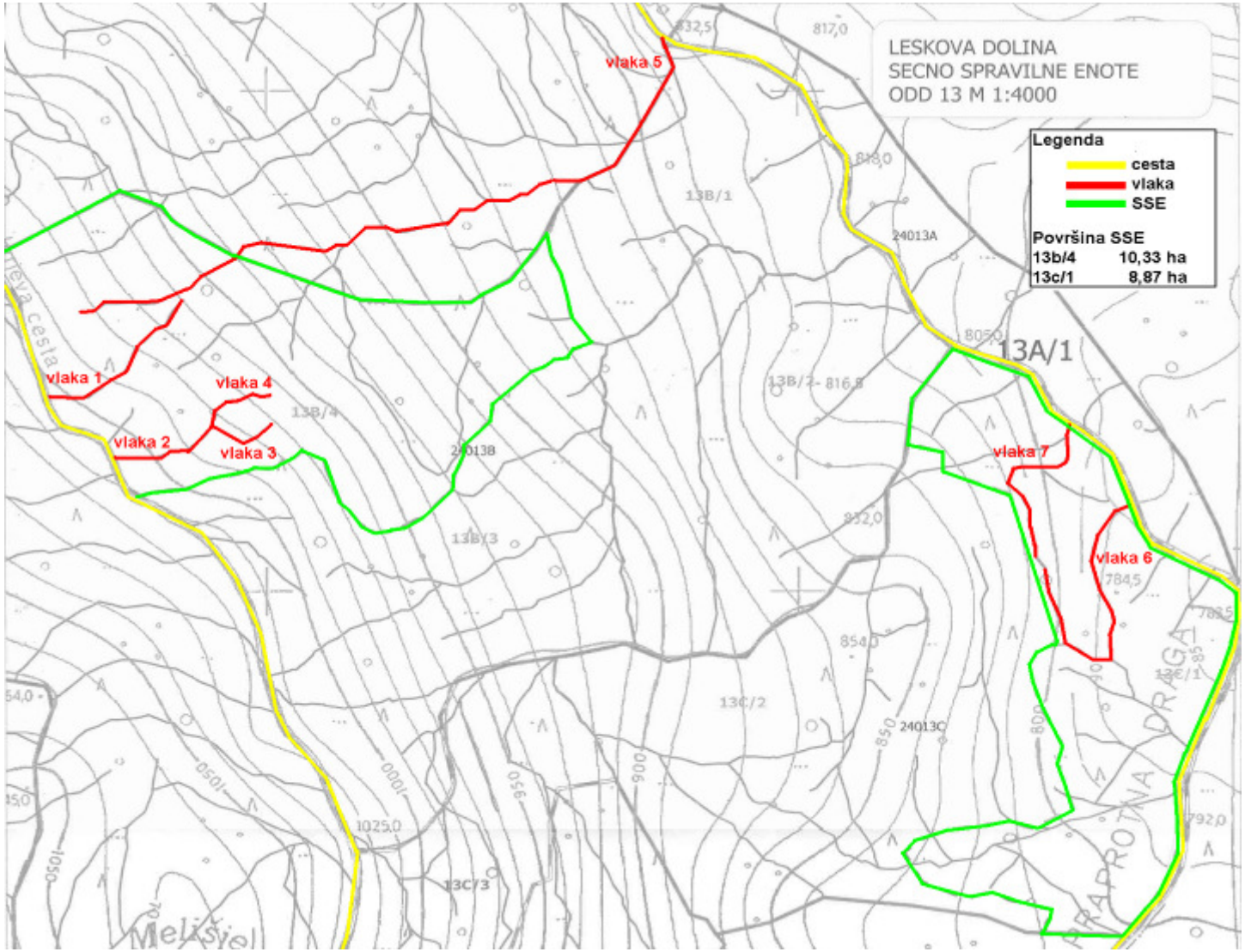
Objekt snemanja 13b/4

Gozdno gospodarsko območje:	Postojna
Gozdno gospodarska enota:	Leskova dolina
Gospodarski razred:	103 - *Omphalodo-Fagetum lycopodietosum*
Oddelek/odsek:	24013B
Združba:	*Omphalodo-Fageetum typicum*
Površina sečišča:	10,33 ha
Nadmorska višina sečišča:	820 - 1020 m n.v.
Nadmorska višina snemanja:	820 - 1020 m n.v.
Oblika gospodarjenja:	skupinsko postopno
Vrsta sečnje:	redna
Povprečno odkazano drevo:	iglavci: 5,85 m^3/drevo
	listavci: 0,61 m^3/drevo
	skupaj: 2,44 m^3/drevo
Število posnetih ciklusov spravila:	66
Opravljena snemanja:	ponedeljek, 26. avgust 2013 (spravilo navzgor)
	torek, 27. avgust 2013 (spravilo navzgor)
	petek, 30. avgust 2013 (spravilo navzdol)
	sobota, 31. avgust 2013 (spravilo navzdol)

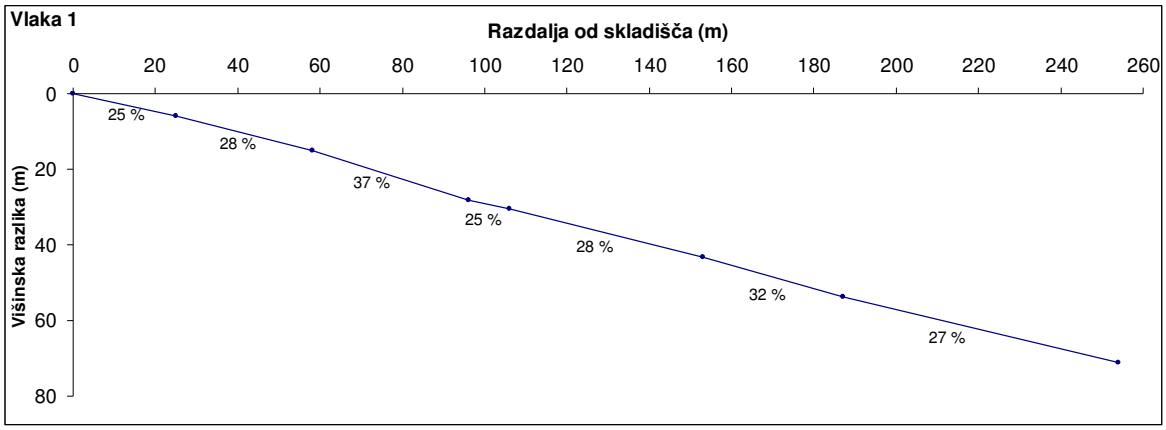
Objekt snemanja 13c/1

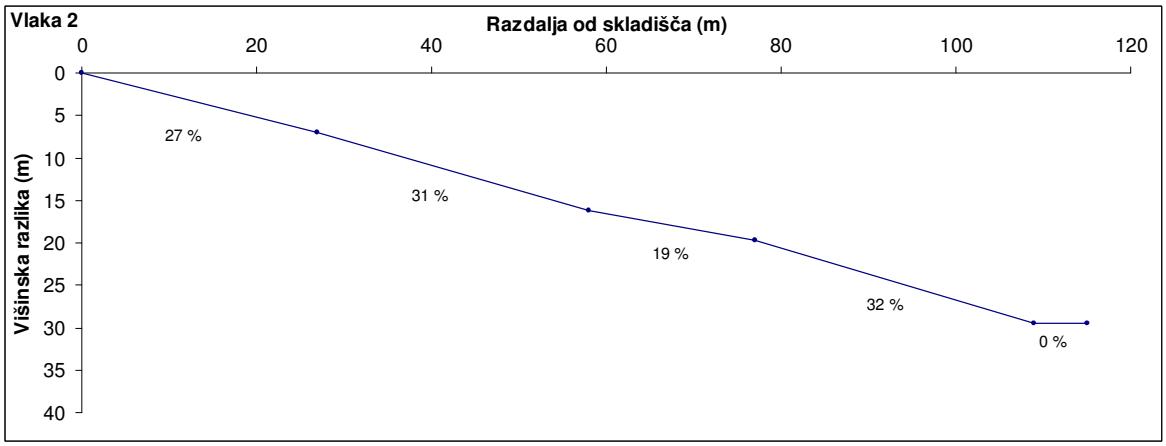
Gozdno gospodarsko območje:	Postojna
Gozdno gospodarska enota:	Leskova dolina
Gospodarski razred:	103 - *Omphalodo-Fagetum lycopodietosum*
Oddelek/odsek:	24013C
Združba:	*Omphalodo-Fagetum lycopodietosum*
Površina sečišča:	8,87 ha
Nadmorska višina sečišča:	780 - 830 m n.v.
Nadmorska višina snemanja:	780 - 805 m n.v.
Oblika gospodarjenja:	skupinsko postopno
Vrsta sečnje:	redna
Povprečno odkazano drevo:	iglavci: 0,76 m^3/drevo
	listavci: 0,21 m^3/drevo
	skupaj: 0,67 m^3/drevo
Število posnetih ciklusov spravila:	24
Opravljena snemanja:	sreda, 18. september 2013 (spravilo ravno)
	četrtek, 19. september 2013 (spravilo ravno)

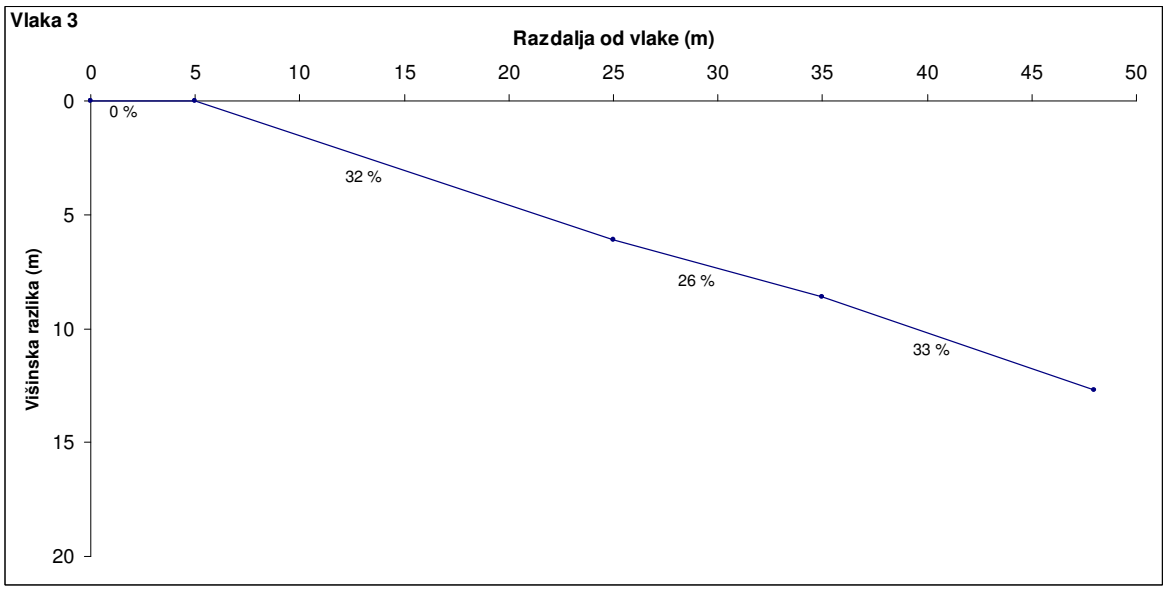
Priloga B: **Karta raziskovalnega objekta**

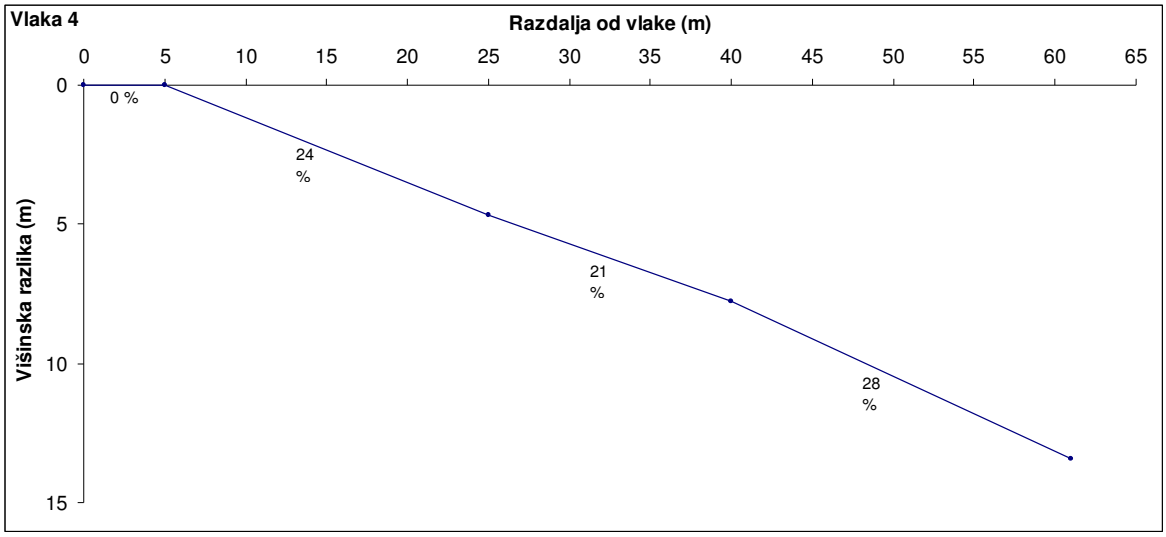


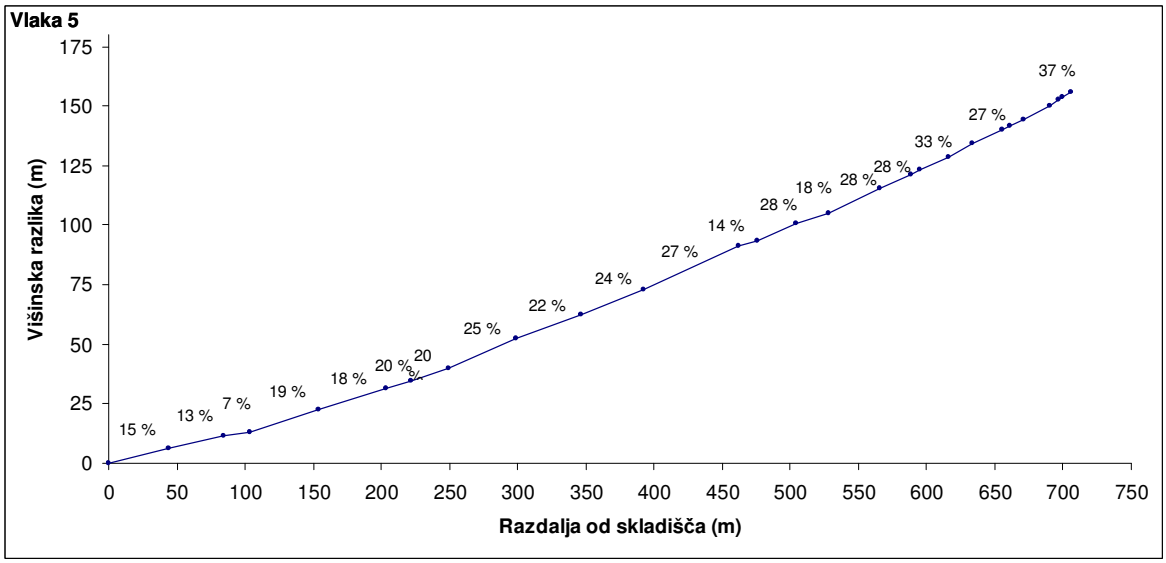
Priloga C: **Potek vlak glede na spravilno razdaljo in nadmorsko višino**

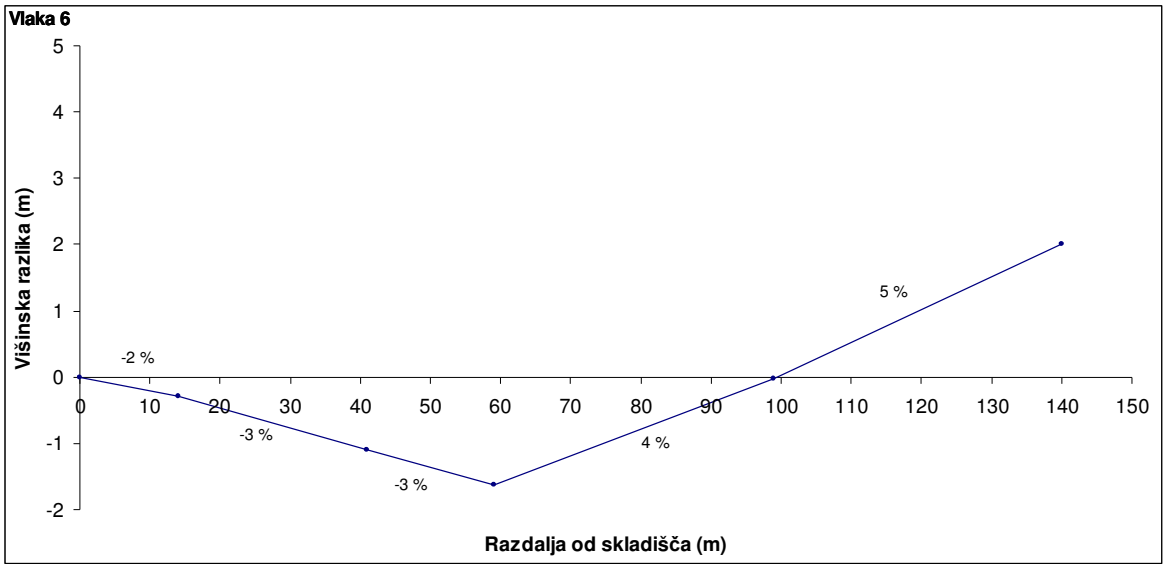


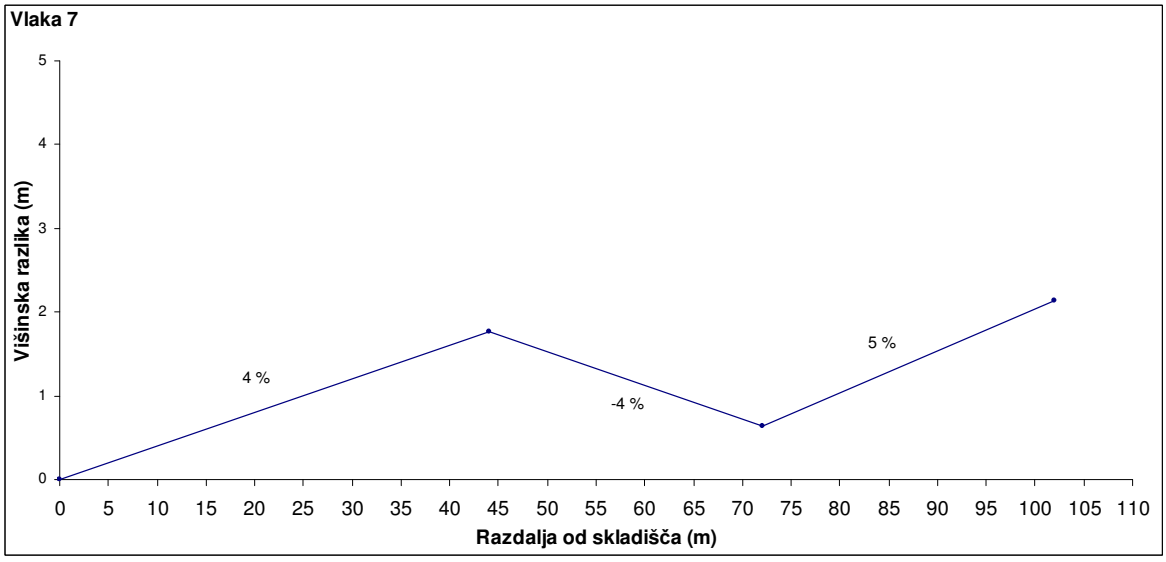





Vlaka 4
Razdalja od vlake (m)
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65
Višinska razlika (m)
0 5 10 15
0 %
24 %
21 %
28 %


Vlaka 5
Višinska razlika (m)
0 25 50 75 100 125 150 175
Razdalja od skladišča (m)
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750
15 %
13 %
7 %
19 %
18 %
20 %
20
25 %
22 %
24 %
27 %
14 %
28 %
18 %
28 %
28 %
33 %
27 %
37 %


Vlaka 6
Višinska razlika (m)
Razdalja od skladišča (m)
-2 %
-3 %
-3 %
4 %
5 %


Vlaka 7
Višinska razlika (m)
Razdalja od skladišča (m)
4 %
-4 %
5 %