

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

Aljoša KIMOVEC

**SPRAVILO IN PREVOZ LESA Z GOZDARSKO
POLPRIKOLICO FARMA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

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

Aljoša KIMOVEC

**SPRAVILO IN PREVOZ LESA Z GOZDARSKO
POLPRIKOLICO FARMA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**HARVESTING AND TRANSPORTING TIMBER WITH FORESTRY
TRAILER FARMA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Aljoša Kimovec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 360(043.2)=163.6
KG	gozdarska polprikolica/spravilo lesa/transport lesa
KK	
AV	KIMOVEC, Aljoša
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2012
IN	Spravilo in prevoz lesa z gozdarsko polprikolico Farma
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VIII, 37 str., 6 pregl., 18 sl., 4 pril., 7 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

V diplomskem delu so predstavljene gozdarske polprikolice, naštetih je nekaj največjih proizvajalcev gozdarskih polprikolic na slovenskem in evropskem trgu, predstavljeni so posamezni modeli gozdarskih polprikolic in opredeljene so njihove tehnične značilnosti.

Gozdarska polprikolica Farma nosilnosti 12 t z dvigalom C6-5D v kombinaciji s traktorjem Valtra N92 je bila uporabljena za terenska snemanja, posnetih je 10 uporabnih ciklusov, kjer so izmerjeni časi posameznim delavnim operacijam. Izračunane so količine prepeljanega oz. spravljenega lesa ter analizirani so časi, pridobljeni z meritvami. Ugotovljen je glavni produktivni čas v odvisnosti od pravilne razdalje oz. transportne razdalje ter pomožni produktivni čas v odvisnosti od velikosti bremena. Izračunani so možni učinki glede na velikost bremena ter pravilno oz. transportno razdaljo.

Izračunana je gospodarnost gozdarske polprikolice v kombinaciji s traktorjem, uporabljene pri terenskih snemanjih, gozdarska polprikolica s traktorjem je primerjana s kamionskim prevozom, med traktorskim in kamionskim prevozom je ugotovljena konkurenčnost.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
----	----

DC FDC 360(043.2)=163.6
CX forest trailer/loading timber/transporting timber
CC
AU KIMOVEC, Aljoša
AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and
renewable forest resources
PY 2012
TI Harvesting and transporting timber with forestry trailer Farma
DT Graduation thesis (university study)
NO VIII, 37 p., 6 tab., 18 fig., 4 ann., 7 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

Graduation thesis is presenting forestry trailers, listed are some of the biggest manufacturers of forestry trailers in Slovenia and Europe, and some models of forestry trailers and their technical characteristics.

Forestry trailer Farma, with load capacity of 12 t and with the crane C6-5D in combination with the tractor Valtra N92 was used for field measurements. Measurements were made in 10 cycles, in which time between different operations was measured. Calculations were made, how much wood was transported/harvested, and analysis of data that was obtained with measurements. Main productive time was identified in dependence with skidding distance/transportation distance. Also auxiliary productive time was identified in dependence with the size of load. Calculations were made on possible effectiveness with regard to size of load, harvesting and transportation distance.

Calculations of economics of forestry trailer in combination with tractor used in field measurements were made, forestry trailer with tractor was compared with truck transportation and comparison amongst the tractor and truck transportation is identified.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PRILOG.....	VIII
1 UVOD.....	1
2 CILJ DIPLOMSKEGA DELA.....	2
3 HIPOTEZE.....	2
4 DOSEDANJE OBJAVE.....	3
5 GOZDARSKE POLPRIKOLICE, opis in lastnosti.....	5
5.1 PREDSTAVITEV POLPRIKOLIC RAZLIČNIH PROIZVAJALCEV.....	7
5.2 OPREMA POLPRIKOLIC.....	10
5.3 OPREMA GOZDARSKIH DVIGAL.....	13
6. OBJEKT IN METODE RAZISKOVANJA.....	14
6.1 OPIS STROJEV.....	14
6.1.1 Tehnične lastnosti traktorja:.....	15
6.1.2 Gozdarska prikolica Farma - tehnični podatki.....	16
6.2 METODE RAZISKOVANJA.....	18
6.2.1 Opis posameznih delovnih operacij.....	18
6.3 METODE TERENSKIH SNEMANJ.....	19
7. REZULTATI.....	22
7.1 ANALIZA ČASOVNIH IN KOLIČINSKIH VREDNOSTI PREVOZA IN SPRAVILA LESA.....	22
7.1.1 Analiza glavnega produktivnega časa.....	24
7.1.2 Analiza pomožnega produktivnega časa.....	25
7.1.3 Analiza voznih hitrosti.....	26
7.1.4 Analiza učinkov prevoza in spravila lesa.....	28
7.2 IZRAČUN GOSPODARNOSTI.....	32
8. RAZPRAVA.....	34
9. POVZETEK.....	36
VIRI.....	38
PRILOGE.....	39

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Gozdarska Dvigala Palms (vir: http://www.tpgozd.si/).....	8
Preglednica 2: Tehnični podatki prikolice (vir: http://www.forsmw.com)	16
Preglednica 3: Tehnični podatki dvigala (vir: http://www.forsmw.com).....	17
Preglednica 4: Prikaz prepeljanega tovora.	23
Preglednica 5: Izračun porabljenega časa za prevoz oz spravilo m ³ lesa v min/m ³	28
Preglednica 6: Izračun dnevnih učinkov v (m ³ /dan)	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Gozdarska prikolica Palms (vir: TPGozd, 2012)	7
Slika 2: Gozdarsko dvigalo (vir: TPGozd, 2012)	8
Slika 3: Sestavni deli dvigala (vir: Farma, 2012)	9
Slika 4: 14-tonska gozdarska prikolica Farma s pogonom (vir: Farma, 2012)	10
Slika 5: Pogon prikolice prek hidromotorja (vir: Kesla, 2011)	11
Slika 6: Montaža gosenic za boljši oprijem na spolzkih terenih, prikolica mora imeti pogon (vir: Kesla, 2011)	11
Slika 7: Gibljivo tandemsko podvozje za lažje premagovanje ovir (vir: Kesla, 2011)	12
Slika 8: Gibljiv priklopni drog (vir: TPGozd, 2012)	12
Slika 9: Dodatno montiran vitel za približevanje bolj oddaljenega lesa, vlečna sila 9 kN, lahko radijsko vodenje (vir: Kesla, 2011)	13
Slika 10: Osvetljava delovnega prostora (vir: Farma, 2012)	13
Slika 11: Traktor s polprikolico (foto: Ajoša Kimovec 2011)	15
Slika 12: Trajanje ciklusa v odvisnost od razdalje transporta.	24
Slika 13: Trajanje nakladanja in razkladanja v odvisnosti od velikosti bremena	26
Slika 14: Hitrost pri prazni vožnji	27
Slika 15: Hitrost pri polni vožnji.	27
Slika 16: Primerjava učinkov v minuti glede na velikost bremena.	30
Slika 17: Primerjava dnevnih učinkov glede na velikost bremena	31
Slika 18: Primerjava dnevnih učinkov glede na razdaljo prevoza oz. spravila.	31

KAZALO PRILOG

Priloga A: Kalkulacija – Gozdarski kamion	39
Priloga B: Kalkulacija –Traktor s polprikolico	40
Priloga C: Predstavitev polprikolic različnih proizvajalcev 1/2 (VIR:GOZDARSTVO 2011 priloga čzd kmečki glas d.o.o.).....	41
Priloga D: Predstavitev polprikolic različnih proizvajalcev 2/2 (Vir: Gozdarstvo 2011, priloga CŽD kmečki glas d.o.o.)	43

1 UVOD

Slovensko gospodarstvo je v zadnjih dvajsetih letih zelo napredovalo na vseh področjih. Postopki in tehnologija dela so se močno modernizirali. Doseženi so večji učinki v krajši časovni enoti, kar je posledica zaostrenih razmer na trgu. To je omogočil tehnološki razvoj, ki je dela poenostavil in jih človeku naredil prijaznejša, obenem pa je močno zmanjšal potrebe po fizičnem delu delavcev, kar je posledica vse dražje človeške delovne sile.

Tudi gozdarstvo je bilo deležno mnogih sprememb pri pridobivanju lesa, ki smo jih v večini primerov posneli v tujini. Razmere za pridobivanje lesa so v Sloveniji zelo pestre, saj imamo različno zahtevne terene za pridobivanje lesa, tako uporabljamo še vedno ročno spravilo in vse do najmodernejše strojne sečnje ter spravilo lesa do kamionske ceste z zgibnim polprikoličarjem (forwarderjem).

Vzporedno z razvojem zgibnih polprikoličarjev (forwarderjev) pa so razvili tudi traktorski priključek za prevoz lesa, gozdarsko polprikolico z lastnim dvigalom, ki je uporabna na primernih terenih tako za prevoz lesa do kamionske ceste kot tudi za prevoz lesa s kamionske ceste do končnih uporabnikov. Odlikujejo jo predvsem enostavnost uporabe, nizka nabavna cena, nizki stroški uporabe, vsestranska uporabnost itd.

2 CILJ DIPLOMSKEGA DELA

V diplomskem delu smo obravnavali prevoz lesa s traktorsko gozdarsko polprikolico do kamionske ceste in tudi do končnih uporabnikov. V zadnjem času so se v Sloveniji množično pojavile gozdarske polprikolice različnih proizvajalcev v različnih izvedbah, posledično so tudi nabavne cene nizke oz. pri zmogljivejših prikolicah dosežejo visoke vrednosti. Predstavili bomo osnovne značilnosti in lastnosti gozdarskih polprikolic in preverili učinke pri spravilu in prevozu lesa ter če so učinki spravila in prevoza ekonomsko opravičljivi.

3 HIPOTEZE

Hipoteza 1:

Gozdarske polprikolice so uporaben pripomoček za spravilo in prevoz lesa na krajših razdaljah.

Hipoteza 2:

Pri prevozu lesa na cesti na daljših razdaljah niso konkurenčne prevozu lesa s kamionom.

Hipoteza 3:

Zahtevajo ustrezne gozdne prometnice, vlake morajo ustrezati dovoljenemu vzdolžnemu in prečnemu naklonu do 35 odstotkov vzdolžnega ter 10 odstotkov prečnega naklona ter morajo biti dovolj široke in brez ostrih krivin.

4 DOSEDANJE OBJAVE

V literaturi najdemo nekaj objav na temo gozdarskih polprikolic, več v tujini, toda tudi v Sloveniji je v prilogi Kmečki glas z naslovom Gozdarstvo (2010) Štefan Kovač predstavil uporabno vrednost gozdarskih prikolic ter prednosti in slabosti, naredil kalkulacijo za traktor Valtra N121 (100 kw) ter gozdarsko prikolico Nokka 112 HD 4WD.

Prav tako so leta 2009 na Gozdarskem inštitutu Slovenije predstavili Katalog stroškov gozdarske mehanizacije, kjer so predstavljene gozdarske polprikolice s pogonom in brez pogona. Štefan Kovač je v svojem članku poudaril, da moramo pred nakupom dobro vedeti, v kakšen namen bomo gozdarsko prikolico uporabljali, ali bomo vozili debelejše sortimente ali bomo vozili le po gozdnih in drugih cestah ali jo bomo uporabljali za spravilo lesa. To so pomembna vprašanja, ki nas pripeljejo do nakupa nam ustrezne gozdarske polprikolice. Če pa izberemo gozdarsko polprikolico, ki ustreza vsem prej zastavljenim vprašanjem, pa nabavna cena hitro preseže 50.000 €. Pri spravilu z gozdarsko prikolico je poudaril, da je delo varnejše in fizično manj naporno, na sestoji so manjše poškodbe, spravljen les je čist.

Najpomembnejša točka za odločitev investiranja je gospodarnost. Kovač je navedel za primer traktor z nabavno vrednostjo 82.000 € ter gozdarsko polprikolico vrednosti 44.100 € (pričakovana raba strojev je 1.500 del. ur/leto), upoštevajoč dejstvo, da je cena delavca (voznika) 8 €/uro, tako je prišel do sklepa, da je vrednost obratovalne ure 47 € (izračun velja za kmeta, lastnika gozda). Če uspemo v enem dnevu ob povprečni spravljeni razdalji spraviti 35 m³ lesa (7 voženj po 5 m³), nas spravilo stane cca 10,80 €/m³. Pomembno je, da nabavljeno opremo čim več uporabljamo, tako stroške nižamo na čim več prevoženih m³ lesa (Kovač, 2010).

V prilogi Kmečki glas (2011) Štefan Kovač in Kristjan Hrastar opisujeta gozdarsko prikolico kot po konstrukciji zasnovano dvoosno prikolico, saj nima krmilnih koles oziroma krmilne osi. Obe osi sta zadaj v tako imenovanem tandemu. Ker pa je prikolica zasnovana za gibanje po delovišču, je zaradi lažjega premagovanja ovir (kamnov, panjev,

debel) tandem postavljen v nihalo. Konstrukcijo prikolice predstavlja močan enojni kvadratni cevni profil ali pa je iz kvadratnih cevnih profilov oblikovan okvir. V obeh različicah so na to osnovo nameščene ročice (pri nakupu je treba biti pozoren na njihovo število - navadno so trije pari, kar je včasih premalo), na sprednjem koncu pa se gozdarka konča v gibljivo oje (rudo). Ker lahko s pomočjo hidravličnih cilindrov oje premikamo, nam to omogoča veliko okretnost prikolice, izogibanje oviram in mali obračalni krog. Na konstrukcijo je nameščena še zaščitna mreža (v žargonu imenovana »nabijalna mreža«), do katere se nalagajo kosi lesa s čelom naprej. Pred zaščitno mrežo je nameščeno hidravlično dvigalo (možno tudi na traktor), ki ga upravljaavec upravlja stoječe na ojesu ali sedeč na vrhu dvigala ali sedeč v kabini, odvisno od razpoložljivega sistema krmiljenja (Kovač s sod., 2011).

V publikaciji Kalkulacije stroškov gozdarske mehanizacije 2009 so bile predstavljene gozdarske prikolice s pogonom nosilnosti od 10 do 14 t. Predstavljene so bile zmogljivejše prikolice, namenjene profesionalni uporabi z namenom obvestiti mogoče uporabnike pred razpisom sklada za sofinanciranje vlaganj v gozdarsko mehanizacijo. Predstavljene so bile naslednje znamke prikolic: Palms, RM international, Patrunna, Steindel-Palfinger, Zaccaria Farmi. Kalkulacije stroškov posameznih strojev dopolnjujejo grafični prikazi gibanja stroškov glede na izkoriščenost stroja, predstavljene so osnovne tehnične značilnosti in opis strojev, vhodni podatki za izračune in podatki o proizvajalcu (Klun s sod., 2009).

5 GOZDARSKE POLPRIKOLICE, OPIS IN LASTNOSTI

Gozdarske polprikolice so se v Sloveniji pojavile v zadnjih desetih letih, večinoma med neprofesionalnimi uporabniki, to so predvsem kmetje, ki opravljajo dopolnilno dejavnost na kmetiji na področju gozdarstva. Gozdarske prikolice so cenovno dostopne, prav tako pa vsestransko uporabne, kmetje jih uporabljajo npr. še za prevoz silažnih bal, metrskih cepanic, zelo pa je uporabno močno gozdarsko dvigalo. Kovač je zgoraj izračunal gospodarnost profesionalne gozdarske prikolice vrednosti 50.000 €, kot uporabnika je predstavil kmeta ter opredelil izkoriščenost polprikolice 1.500 ur letno, kar pa je za kmeta, neprofesionalnega uporabnika, nedosegljivo. Kmetje oz lastniki gozdov najpogosteje posegajo po prikolicah v vrednosti od 15.000 do 30.000 €, prikolice te vrednosti so prav tako vsestransko uporabne in izpolnjujejo zahteve neprofesionalnega uporabnika in so ob manjši letni izkoriščenosti še vedno gospodarne.

Poznamo več tipov gozdarskih polprikolic, ki se razlikujejo predvsem po namenu uporabe. Prvi velik razlikovalni znak je proizvajalec, ki ponuja različno tehnično izpopolnjene polprikolice.

Gozdarska polprikolica je traktorski priklopnik z lastnim dvigalom, čigar hidravlična črpalka je ponavadi gnana prek kardanskega prenosa traktorja, lahko pa je dvigalo priklopljeno tudi na traktorsko hidravlično črpalko, vendar mora črpalka zagotavljati dovolj velik pretok za nemoteno delovanje. Polprikolice imajo večinoma tandemski par koles, ki imajo lahko samostojen pogon prek hidromotorja, na katere lahko odvisno od zahtevnosti terena namestimo gosenice oz. verige. Pnevmatike imajo značilen profil, prav tako pa morajo biti sestavljene iz več plasti, kar zagotavlja odpornost proti raztrganju. Platišča so klasična kovinska. Zavore so večinoma hidravlične, lahko na vsa štiri kolesa, vendar večina proizvajalcev vgradi zavore na prvi par koles. Okvir prikolice je zasnovan tako, da ima težišče čim nižje. Ločimo enogreden nastavljiv okvir, pri katerem je možno tandemski par koles premikati vzdolžno naprej in nazaj po okvirju prikolice, s tem dosežemo različen moment na priklopno točko traktorja posledično bolj ali manj obremenimo zadnjo os traktorja, tako pri prevozu dolgega lesa os premaknemo

maksimalno nazaj, s tem preprečimo dvigovanje zadnje osi traktorja in povečamo oprijem koles traktorja. Robustnejše prikolicice pa imajo dvojni fiksni okvir, ki pa je primeren za vse dolžine hlodovine tja do 8 m. Zahtevnejše gozdarske polprikolicice imajo gibljiv priklopni drog, ki ga premikamo s pomočjo dveh pomožnih hidravličnih cilindrov, kar nam omogoča, da se izognemo oviram, prikolica pa popolnoma sledi traktorju v ostrih ovinkih. Nekatere prikolicice npr. proizvajalca Igland imajo zagotovljeno krmiljenje zadnjih dveh osi prek hidravličnih cilindrov. Ročice polprikolicice so oblikovane tako, da polprikolico primerno obremenimo in ohranimo nizko težišče, so iz kakovostnega železa in jih je mogoče podaljšati. V primeru, da polprikolico uporabljamo v cestnem prometu, so opremljene s svetlobnimi telesi, katere na terenu zaščitimo z mrežo ali pa jih zložimo v šasijo. Dvigalo se upravlja prek komandnih ročic na prikolicici, ima dva lastna stabilizatorja, ki služita za stabilnost prikolicice pri nakladanju. Doseg in nosilnost dvigala kot tudi polprikolicice pa sta odvisna predvsem od zahtevnosti uporabnika.

Podrobneje bomo predstavili posamezne prikolicice proizvajalcev, ki jih je možno kupiti na slovenskem trgu. Ena vodilnih znamk je Palms, ki jo zastopa podjetje iz Kranja. Gozdarske polprikolicice in gozdarska dvigala PALMS proizvaja estonsko podjetje Palmse Mehaanikakoda LLC, ki je bilo ustanovljeno leta 1992. Drugo večje podjetje je podjetje Farma, prav tako iz Estonije. Velika znana kakovostna podjetja gozdarske opreme so tudi Igland iz Norveške, avstrijsko podjetje Binderberger, finsko podjetje Kesla. Znamk gozdarskih prikolic je še več. Imamo tudi slovensko podjetje, ki se ukvarja z izdelavo gozdarskih prikolic, to je podjetje RM International iz Ribnice, ki prav tako dosega visoke standarde pri izdelavi prikolic.

5.1 PREDSTAVITEV POLPRIKOLIC RAZLIČNIH PROIZVAJALCEV

Več o predstavitvah polprikolic različnih proizvajalcev v prilogah C in D.

a) PALMS:

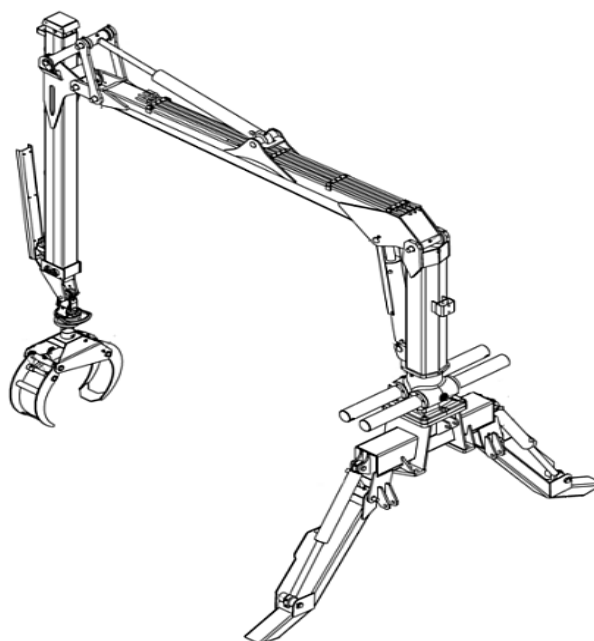
Gozdarske prikolice z nosilnostjo od 8 do 14 t.



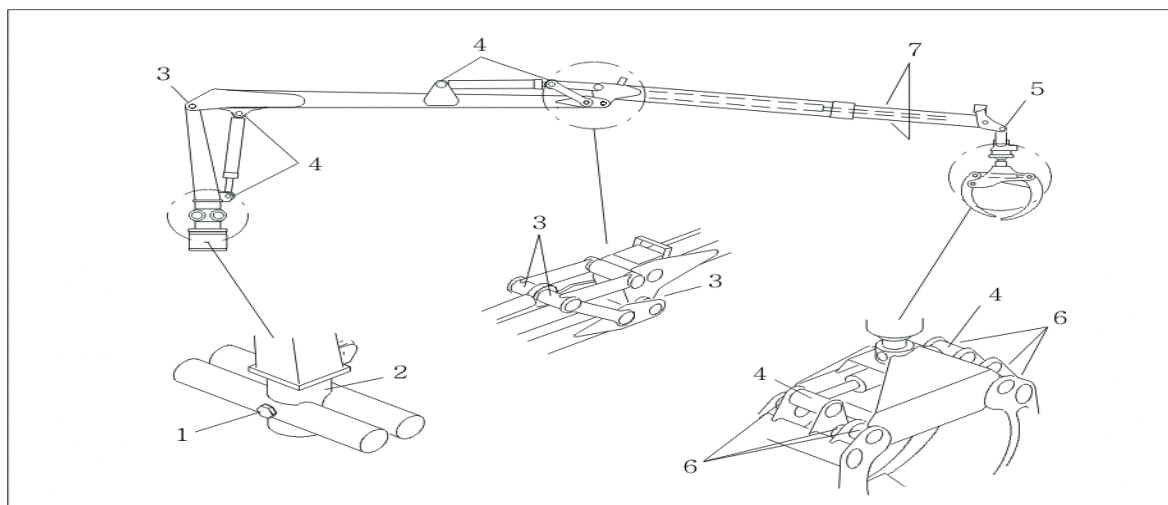
Slika 1: Gozdarska prikolica Palms (vir: TPGozd, 2012)

Preglednica 1: Gozdarska Dvigala Palms (vir: TPGozd, 2012)

TEHNIČNI PODATKI DVIGALA	PALMS 410	PALMS 470	PALMS 525	PALMS 610	PALMS 665	PALMS 680	PALMS 700	PALMS 840
Maks. doseg (m)	4	4,7	5,1	6,1	6,5	6,8	7	8,4
Maks. bruto dvižni moment (kNm)	27	31	40	31	40	47	62	62
Dvižna moč na 4m* (kg)	510	580	840	560	740	870	1150	1100
Dvižna moč na maks. dosegu* (kg)	510	470	640	400	440	550	660	470
Obračalni moment (kNm)	5	6,5	10	6,5	10	10	15	15
Obračalni kot (°)	370	360	360	360	360	370	370	370
Število obračalnih cilindrov	2	2	4	2	4	4	4	4
Maks. obremenitev rotatorja (kN)	30	30	30	30	30	45	45	45
Velikost klešč (m ²)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,21	0,21	0,21
Tip stabilizatorjev serijsko	A	A	A	A	A	flap down	flap down	flap down
Možnost širših stabilizatorjev	Ne	ne	da	Ne	da	serijsko	serijsko	serijsko
Priporočen pretok črpalke (l/min)	20-35	25-40	30-50	25-40	30-50	40-60	50-80	50-80
Delovni pritisk (bar)	180	180	180	180	180	180	180	180
Tritočkovni priklop	serijsko	serijsko	serijsko	serijsko	serijsko	serijsko	serijsko	serijsko
Teža dvigala (kg)		780	900	820	970	1130	1522	1660



Slika 2: Gozdarsko dvigalo (vir: TPGozd, 2012)



Slika 3: Sestavni deli dvigala (vir: Farma, 2012)

Slika dvigala prikazuje:

št. 1,2: vrtljiv del dvigala

št. 3: vpetje

št. 4 : glavni dvižni cilinder

št 5: klešče z rotatorjem

št. 7: teleskop (podaljšanje roke).

Gozdarska dvigala Palms imajo doseg dvižne roke od 4 do 8,4 m. Gozdarsko dvigalo je fiksirano na vlečnem drogu gozdarske prikolice med traktorjem in nakladalno površino polprikolice. Dvigalo ima stabilizatorje, ki so lahko klasični A oziroma širši W stabilizatorji, ki zagotavljajo večjo stabilnost med nakladanjem in razkladanjem. Dvigalo je sestavljeno iz obračalne naprave, kjer sta dve zobati letvi in omogočata rotacijo. Sledi vertikalni del dvigala, od pregibnega dela dalje je teleskop, vmes pa je močan glavni hidravlični cilinder. Teleskop je pri manjših dvigalih enojni, pri večjih pa dvojni, kar omogoča daljši doseg, prav tako ima v smeri natezne sile po teleskopu dvigalo konstantno moč, s pomočjo katere si lažje približamo bolj oddaljene sortimente. Po dvigalu potekajo še hidravlične cevi do hidravličnih cilindrov in naprej do neskončnega rotatorja in končnih gozdarskih klešč, ki se razlikujejo po velikosti in širini grabeža. Ločimo dve vrsti dvigal, ki

pa se tudi močno razlikujejo po uporabnosti, uporabljamo zložljiva dvigala, ki se zložijo skupaj za prikolico, in nezložljiva, katera med transportom zložimo na okvir prikolice.

Z zgornjih preglednic je razvidno, da pri podjetju Palms kupec izbere velikost prikolice in prikolici ter namenu primerno velikost dvigala. Upoštevati moramo še priporočeno moč traktorja, ki pa v specifikaciji ni navedena.

b) FARMA:

Polprikolice Farma so v prodajalčevi ponudbi že opremljene s primernim dvigalom.

Prikolice imajo nosilnost od 6 do 14 t in doseg dvigal od 3,8 do 6,5 m.



Slika 4: 14-tonska gozdarska prikolica Farma s pogonom (vir: Farma, 2012)

5.2 OPREMA POLPRIKOLIC



Slika 5: Pogon prikolice prek hidromotorja (vir: Kesla, 2011)



Slika 6: Montaža gosenic za boljši oprijem na spolzkih terenih, prikolica mora imeti pogon (vir: Kesla, 2011)

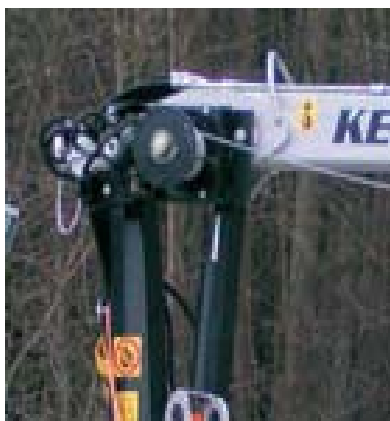


Slika 7: Gibljivo tandemsko podvozje za lažje premaganje ovir (vir: Kesla, 2011)



Slika 8: Gibljiv priklonni drog (vir: TPGozd, 2012)

5.3 OPREMA GOZDARSKIH DVIGAL



Slika 9: Dodatno montiran vitel za približevanje bolj oddaljenega lesa, vlečna sila 9 kN, lahko radijsko vodenje (vir: Kesla, 2011)



Slika 10: Osvetljava delovnega prostora (vir: Farma, 2012)

Gozdarska dvigala lahko upravljamo na različne načine s pomočjo komandnih ročic, ki jih namestimo na prikolico, ali pa komande uporabljamo v kabini traktorja. Tu razlikujemo dva sistema; hidravlični servo sistem ter električni proporcionalni sistem. Pri prvem sistemu dvigalo upravljamo prek nizkotlačnih cevi, pri drugem pa je med prikolico in traktorjem kontakt vzpostavljen preko električnega kabla ter le ene hidravlične cevi, priključene na traktor. V obeh primerih za upravljanje uporabljamo dva joystick-a. Lahko pa imamo namesto joystickov radijsko vodene električne proporcionalne komande (Farma, 2011).

6 OBJEKT IN METODE RAZISKOVANJA

Za upravljanje gozdarske polprikolice potrebujemo traktor ustrezne moči in posledično dovolj velike mase ter primerne opremljenosti traktorja za priklop polprikolice, pomembno je, da ima predvsem dovolj hidravličnih izhodov v primeru, da prikolica nima lastne črpalke za upravljanje dvigala in je gnana prek kardanske gredi traktorja. Polprikolico uporabljamo tudi na zahtevnejših terenih, strmih in spolzkih, kjer lahko pride do zdrsa, zato je tam potrebno traktor opremiti s kolesnimi verigami, da je delo učinkovitejše in bolj varno.

6.1 OPIS STROJEV

V našem primeru smo za snemanje delovnih procesov uporabili traktor Valtra N 92 v kombinaciji s traktorsko polprikolico Farma, nosilnosti 12 ton z dvigalom C6-5D.



Slika 11: Traktor s polprikolico (foto: Aljoša Kimovec, 2011)

Traktor je v osnovi namenjen kmetijski rabi brez dodatnih prilagoditev za delo v gozdu, razen spredaj nameščenih dodatnih uteži, obenem pa je dodatno povezan prednji in zadnji del traktorja s kovinsko ojačitvijo. Lastnik po potrebi namesti kolesne verige na zadnja kolesa.

6.1.1 Tehnične lastnosti traktorja

Na spletni strani proizvajalca Valtra so za traktor objavljene sledeče tehnične lastnosti (Valtra, 2012):

Motor:

Prostornina: 4,4l

Moč: 74 kW/101km pri 2270 rpm

Valji: 4

Transmisija: 36+36

Šasija:

Dolžina: 4315 mm

Širina: 2270 mm

Višina: 2760 mm

Zavore: mokre, v olju

Teža: 4650 kg

Pogon: 4-kolesni, z možnostjo izključitve

Max hitrost: 40 km/h

Kolesa: spredaj 24 col, zadaj 34 col.

6.1.2 Gozdarska prikolica Farma - tehnični podatki

Preglednica 2: Tehnični podatki prikolice (vir: Farma, 2012)

Kapaciteta (kg)	12000
Nakladalna površina (m ²)	2,8
Nakladalna dolžina	3,35 - 3,82
Celotna širina (m)	2.3
Celotna dolžina (m)	5,4 - 5,9
Višina od tal (mm)	490
Dimenzije koles	500/50x17
Teža prikolice z osnovno opremo (kg)	2144
Kot krmiljenja s krmilnim ogrodjem (stopinje)	48

DVIGALO C6-5D:

Preglednica 3: Tehnični podatki dvigala (vir: Farma, 2012)

Kapaciteta dviga neto (kNm)	44
Vrtilni navor (kNm)	12
Vrtilni kot (stopinje)	360
Doseg (m)	6,5
Dolžina teleskopa (m)	1,1
Priporočeni pretok (l/min)	45-60
Delovni tlak (bar)	175
Klešca 0.22*/ <i>Teža dvigala</i>	903/770
Moč dviga (kg) polni izteg (brez klešč/rotatorja)	625

6.2 METODE RAZISKOVANJA

Gozdarsko polprikolico uporabljamo za spravilo lesa do kamionske ceste, prav tako pa za prevoz lesa od kamionske ceste do končnega porabnika. Velika prednost gozdarskih prikolic je združitev teh dveh delovnih faz, saj dosežemo večji učinek v krajši časovni enoti, ki je najbolj očiten na terenih, dostopnih za gozdarsko polprikolico, in dolgih pravilnih razdaljah, ter kratkih razdaljah od kamionske ceste do končnega porabnika.

V našem primeru smo združili spravilo lesa ter prevoz do končnega porabnika, delovni proces je sestavljen iz spodaj navedenih delovnih operacij.

6.2.1 Opis posameznih delovnih operacij

Prazna vožnja: je vožnja po javni cesti, gozdni cesti in vlaki, vožnja brez bremena do mesta nakladanja v sestoji, konča se takrat, ko z namenom nakladanja lesa strojnik ustavi stroj.

Nakladanje: čas, ko strojnik s pomočjo dvigala naloži sortimente na mestu nakladanja, ter obsega še pripravljanje in pospravljanje dvigala.

Premik po vlaki: je premik med posameznimi mesti nakladanja, dokler ni kapaciteta prikolice zapolnjena oz. končano spravilo, ponavadi se je potrebno po vlaki večkrat premakniti, da zberemo dovolj sortimentov, čas se začne s premikom traktorja in konča z ustavitvijo z namenom nakladanja.

Polna vožnja: se deli na polno vožnjo po vlaki, kasneje po gozdni cesti, in v primeru, da sortimente dostavimo končnemu porabniku, do katerega moramo po javni cesti, čas delimo tudi na polno vožnjo po javni cesti. Čas merimo od premika stroja z namenom spravila, ko

je kapaciteta zapolnjena oz. spravilo končano in konča med posameznimi prehodi kategorizacije cest.

Razkladanje: čas, v katerem strojnik pripravi dvigalo, razloži sortimente in dvigalo pospravi.

Premik med razkladanjem: v primeru, da sortimente razvrščamo po kakovosti oziroma dolžini, se mora strojnik med posameznimi mesti razkladanja večkrat premakniti. To je čas, ki ga merimo od premika stroja do mesta ustavitve, kjer se strojnik ustavi z namenom ponovnega razkladanja lesa.

Delovni čas pa je sestavljen iz produktivnega časa in neproduktivnega časa. Produktivni čas naprej delimo na glavni produktivni čas in pomožni produktivni čas. Glavni produktivni čas je polna in prazna vožnja. Pomožni produktivni čas pa predstavlja priprava dvigala, pospravljanje dvigala, nakladanje, razkladanje ter premik med posameznimi mesti nakladanja in razkladanja.

Neproduktivni čas sestavlja čas, ki preteče zaradi delavčeve neaktivnosti, to so odmori, fiziološke potrebe ter čas, ki preteče zaradi okvar ter zastoja zaradi meritev.

6.3 METODE TERENSKIH SNEMANJ

Meritve spravila in prevoza lesa smo izvajali v GE Kamnik, za izvajanje meritev smo se dogovorili pri lokalnem kmetu Francu Šimencu iz Stranj, ki opravlja gozdarske usluge na lokalnem področju. Meritve smo izvajali v letu 2011, meritve si sledijo preko celega leta, ker izvajalec opravlja vsa dela v gozdu; prikolico uporablja, kadar je potreben prevoz do končnega porabnika oz. kadar spravilne razmere dopuščajo spravilo z gozdarsko prikolico. Zaradi nerednega dela neredne uporabe polprikolice smo posneli 10 ciklov.

Meritve smo izvedli tako pri spravilu lesa po vlaki kot tudi pri prevozu lesa po lokalni cesti do končnega porabnika.

Metoda časovne študije:

Za merjenje časov smo uporabili ničelno metodo, tako smo ob končanju vsakega cikla posebej zapisali čas trajanja tega določenega cikla. Ker za vsak čas posebej ustavimo merilni instrument in napake merilca, pride do napak pri meritvah, zato moramo posebej na drugem merilnem instrumentu meriti čas trajanja celotnega cikla. Na koncu seštejemo čase, ki smo jih izmerili po ničelni metodi ter jih primerjamo s trajanjem časa celotnega cikla. Če primerljivi časi odstopajo za več kot 3%, meritve ciklusa niso ustrezne, zato jih je potrebno izločiti.

Snemalni list:

Za spravilo in prevoz lesa z gozdarsko polprikolico smo uporabili snemalni list, ki je prilagojen spravilu lesa s forwarderjem, saj gre za podobne postopke. V snemalni list smo vpisovali zaporedno številko snemanja, datum snemanja, izmerjene čase posameznih ciklov, sortimentno sestavo bremena, količino bremena ter podatke o razdaljah oziroma značilnostih terena.

Pripomočki pri snemanju:

Za izvedbo terenskih snemanj smo potrebovali dva merilnika časa. Uporabili smo dva mobilna telefona znamke Nokia. Za meritve dolžine sortimentov smo uporabili gozdarski meter znamke Spencer, dolžine sortimentov smo merili na 10 cm natančno. Za merjenje premerov smo uporabili premerko Nestle, premere smo merili na 1 cm natančno, odšteli smo debelino skorje. Pri prevozu goli tanjših sortimentov smo količino bremena v kubičnih metrih določili z izmero bremena na gozdarski prikolici in z ustreznim faktorjem 0,65 pretvorili v kubične metre lesa (bremena). Za prevozne razdalje smo uporabili v traktor vgrajen merilnik, ki nam izmeri opravljeno pot na 10 m natančno, tako smo za vsako fazo posebej merilnik števec vračali na začetni položaj.

Obdelava podatkov:

Po zaključku terenskih snemanj smo izmerjene podatke iz snemalnih listov prenesli v računalniški program Excel, kjer smo nadaljevali s podrobnejšo analizo podatkov, kjer smo rezultate tudi grafično prikazali.

7 REZULTATI

Pri izvedbi terenskih snemanj smo posneli 10 ciklov prevoza oz. spravila lesa. Lastnik traktorsko polprikolico uporablja naključno, tu ne gre za delavnik, ki naj bi trajal 480 min. dnevno, kjer bi lahko posneli več ciklov v krajšem časovnem razmiku. Prav tako nismo izmerili pripravljalnega zaključnega časa ter dodatnega časa, ki nastane kot posledica neproduktivnega časa zaradi delavca (odmori, oddihi, fiziološke potrebe), neproduktivnega časa zaradi organizacije (objektivni zastoji, zastoji zaradi meritev) in neproduktivnega časa zaradi delovnih sredstev (okvare, popravila, vzdrževanje ...). Za izračun faktorja dodatnega časa primerjamo dodatni čas s produktivnim časom. Ker nismo izmerili dodatnega časa, smo na podlagi podobnih meritev pri podobnih operacijah spravila in prevoza lesa predpostavili faktor dodatnega časa 1,3. To pomeni, da je dnevno 30% od celotnega delovnega časa zastojev, ki so posledica dodatnega časa. Če pa faktorju dodatnega časa prištejemo še pripravljalnega zaključnega časa ter čas trajanja glavnega odmora, kar nismo izmerili, vendar pa predpostavimo, da pripravljalnega zaključnega časa traja 30 min/delavnik, prav tako pa glavni odmor 30 min/delavnik, kar skupno traja 60 min/delavnik, ter to primerjamo z produktivnim časom, dobimo koeficient neproduktivnega časa, ki ga potrebujemo za izračun normativov.

$$F_d=1,30$$

$$F_n=1,42$$

7.1 ANALIZA ČASOVNIH IN KOLIČINSKIH VREDNOSTI PREVOZA IN SPRAVILA LESA

Terenska snemanja smo izvajali v letu 2011, večinoma je šlo za sveže posekan les predvsem goli za drva. Les smo vedno dostavili do končnega porabnika. To nam je omogočilo, da smo meritve prikolice izvedli na vseh različno kategoriziranih poteh do končnega porabnika. Najprej spravilo po vlaki in nato prevoz po gozdni cesti ter javni

cesti. Skupno smo prepeljali $83,34 \text{ m}^3$ oz $8,34 \text{ m}^3$ povprečno na cikel. Ker smo večinoma prevažali bukove goli za drva, lahko m^3 preračunamo v maso bremena, kar predstavlja $9,17 \text{ t}$ težak povprečen tovor. Povprečno je tovor 3 t lažji od nosilnosti prikolice, kar pa je posledica tanjših krivih sortimentov, ki volumensko zasedejo nakladalni prostor na prikolici, po masi pa ne dosežejo njene nosilnosti.

Traktorist je opozoril, da v primeru kombiniranega spravila ter vožnje do končnega porabnika, če je vlaka z večjim naklonom, ne obremeni prikolice do njene nosilnosti zaradi morebitnega zdrsa oz. nezmožnosti premagovanja protivzpona, ker prikolica ni opremljena s pogonom. Če pa gre le za prevoz po javni cesti, prikolico lahko obremenimo do njene maksimalne nosilnosti.

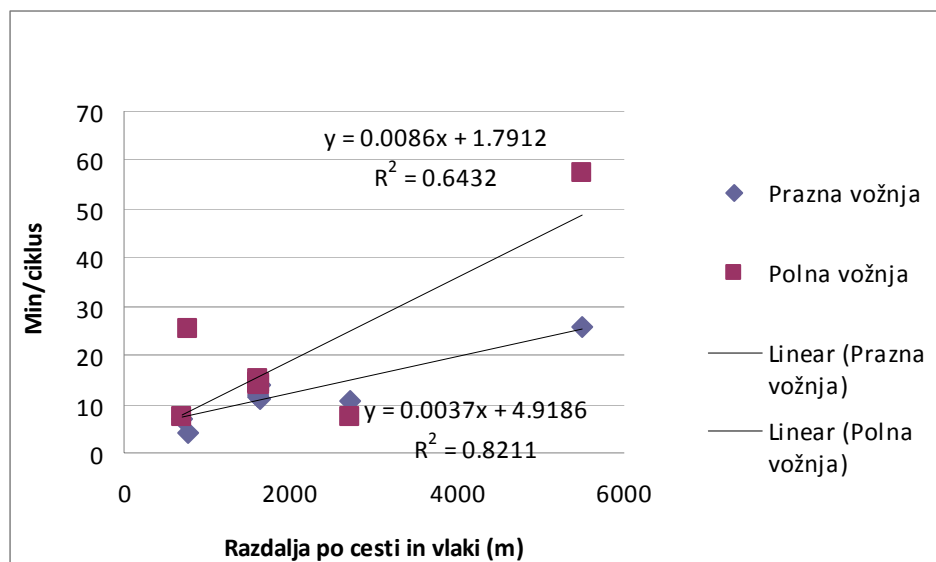
Preglednica 4: Prikaz prepeljanega tovora.

Podatki o bremenu	Količina(m^3)
Hlodovina igl. in list.	11,55
Celulozni les	1,27
Goli za drva (bukev)	70,62
Skupaj prepeljano	83,34
Povprečen tovor	8,34

Skupno smo s prikolico prevozili 45 km , od tega $19,3 \text{ km}$ prazne vožnje in $25,7 \text{ km}$ polne vožnje. Spravilo je potekalo v seštevku polna vožnja $1,40 \text{ km}$ le pri 3 ciklih, v enem izmed ciklov je bil izmerjen premik po vlaki v razdalji 450 m , v treh ciklih spravila pa smo opravili $1,85 \text{ km}$ prazne vožnje po vlaki. Največ transporta polne vožnje smo opravili po javni cesti $13,5 \text{ km}$, po gozdni cesti pa smo opravili $11,7 \text{ km}$.

7.1.1 Analiza glavnega produktivnega časa

Glavni produktivni čas predstavlja polno in prazno vožnjo. Polna vožnja je vožnja z bremenom od zadnjega premika med nakladanjem do mesta razkladanja. Prazna vožnja pa je vožnja od skladišča oz. mesta razkladanja brez bremena do mesta nakladanja. Glavni produktivni čas je odvisen predvsem od razdalje transporta lesa, reliefnih značilnosti, mase tovora, ki ga prevažamo, tehničnih karakteristik tako vlečnega kot priklopnega stroja, razmer, ki so v času vožnje na cesti oz vlaki.

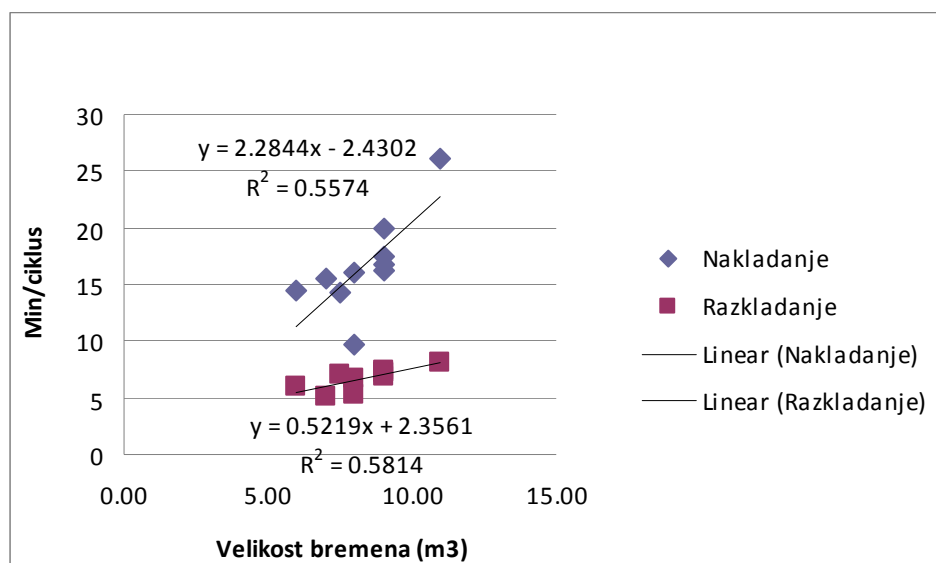


Slika 12: Trajanje ciklusa v odvisnost od razdalje transporta.

Z večanjem razdalje ter z obremenitvijo se poveča trajanje ciklusa. Večja odstopanja na grafu so razlog kraja izvedbe ciklusa, saj smo meritve ciklusov opravili na različnih terenih z različnimi značilnostmi.

7.1.2 Analiza pomožnega produktivnega časa

Pomožni produktivni čas predstavlja nakladanje in razkladanje bremena. Na čas nakladanja vpliva veliko dejavnikov. Najpomembnejši dejavnik pri nakladanju je najprej človek. Gre predvsem za njegovo izurjenost in izkušnje. Dvigalo, s katerim je opremljena gozdarska polprikolica, je zelo pomembno, gre predvsem za doseg dvigala in njegovo dvižno sposobnost, ki je največkrat premajhna pri maksimalno iztegnjenem dvigalu. Razlike pa so tudi v načinu upravljanja dvigala. Lahko imamo povsem mehansko krmiljene ventile do povsem elektronsko krmiljenih razvodnih ventilov. Tovor oz. njegova pripravljenost pri kamionski cesti oz. vlaki, če je bilo opravljeno predspravilo, lahko zelo vpliva na čas nakladanja. Najprej bi izpostavili drevesno vrsto, tu gre predvsem za ravnost sortimentov, ki je pri iglavcih večja in lažje sortimente nakladamo na nakladalni prostor, v nasprotnem primeru imajo listavci večkrat napako krivosti, kar pa nam otežuje zlaganje na nakladalni prostor, posamezne sortimente je potrebno večkrat prilagajati skupku tovara. Do izraza pa tu pride tudi zakon o kosovnem volumnu, tako pri tanjših sortimentih porabimo več časa oz. porabimo več časa na m³ kot pa pri debelejših sortimentih. V gozdu pa je prisotnih tudi več ovir, ki nas omejujejo pri delu z dvigalom, gre predvsem za obstoječa drevesa oz. veje. Velik problem pa je lahko tudi naklon na mestu nakladanja, kar nam preprečuje zasuk obremenjenega dvigala. Koncentracija tovara na enem mestu nam pogojuje, kolikokrat v enem ciklu moramo narediti premik med nakladanjem. Posledično moramo pospraviti dvigalo in ga ponovno pripraviti za delo. Lega sortimentov (npr. način rampanja) in posledično možna sortimentacija nam prav tako lahko podaljša čas nakladanja, pri nakladanju pa moramo tudi paziti na dolžine sortimentov, vedno lahko nekaj daljših sortimentov naložimo na dno polprikolice in nato več krajših zgoraj, da preprečimo dvižni moment, ki nastane na priklopnem drogu. Če je moment prevelik, nam dviguje zadnjo os traktorja, kar pa lahko povzroči zdrs oz. zmanjšano vlečno silo (prepreči oprijem s podlago) traktorja.

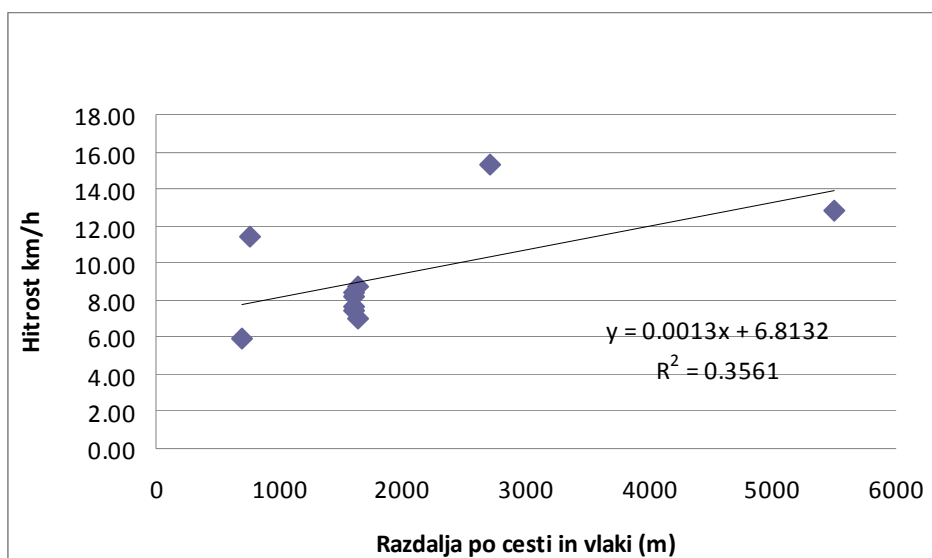


Slika 13: Trajanje nakladanja in razkladanja v odvisnosti od velikosti bremena

Pri razkladanju so odstopanja manjša. Tovor imamo zbran na enem mestu, tako lažje razkladamo po več sortimentov naenkrat, če gre za tanjše sortimente. Čas nam lahko podaljša sortiranje tovara. Pri nakladanju pa je vidno, da se s količino bolj poveča tudi čas nakladanja, to je v našem primeru izrazitejše, saj smo nakladali tanjše sortimente predvsem goli listavcev, čas nakladanja pa nam je podaljšal še kakšen kratek premik med nakladanjem.

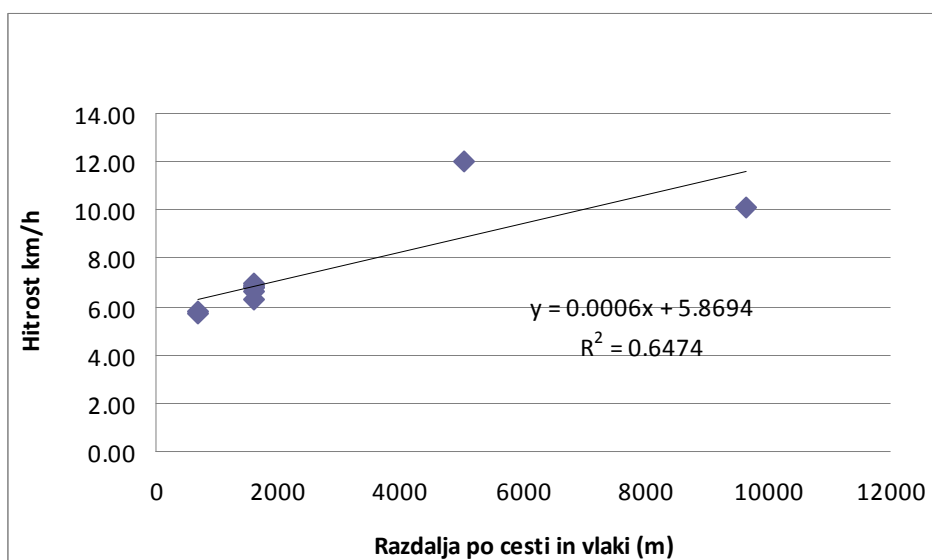
7.1.3 Analiza voznih hitrosti

Vozne hitrosti so zelo različne v različnih razmerah, odvisne so od kategorije prometnic, lastnosti traktorja, mase tovara ... Tudi če gre za prazno vožnjo in se vzpenjamo po javni oz. gozdni cesti, dosegamo sorazmerno nizke hitrosti, vožnja po vlaki pa je počasnejša zaradi neravnin, skalovitosti, razmočenosti. Pri polni vožnji moramo biti posebej pozorni pri vožnji navzdol, saj je nosilnost prikolice z maso prikolice trikratnik mase traktorja, zato moramo primerno zavirati in voziti v nižji prestavi.



Slika 14: Hitrost pri prazni vožnji

Iz Slike 14 so razvidne različne lokacije prazne vožnje, povprečna hitrost je na javni cesti 13 km/h v povprečju za 50 % višja kot na gozdi cesti, najnižja pa je na vlaki, ki se vzpenja 5,96 km/h.



Slika 15: Hitrost pri polni vožnji

Največje povprečne hitrosti smo dosegli pri prevozu po javni cesti 12 km/h. Gre za raven teren brez vzponov. Hitrost na kamionski cesti, ki se vzpenja, je nižja in v povprečju znaša

6,7 km/h. Če primerjamo hitrost prazne in polne vožnje na javni cesti, je prazna vožnja višja za 1 km/h. Če pa primerjamo doseženo hitrost na gozdni cesti, je prazna vožnja navzdol v povprečju višja za 1,2 km/h (prazna navzdol 7,9 km/h, polna navzgor 6,7 km/h).

7.1.4 Analiza učinkov prevoza in spravila lesa

Predstavili bomo, kakšne učinke lahko dosežemo s polprikolico pri prevozu oz. spravilu lesa. Na podlagi izmerjenih vrednosti in upoštevanju predpostavljenega koeficienta neproduktivnega časa smo izračunali normativ za prevoz oz. spravilo lesa. V preglednici št. 5 smo prikazali trajanje za prevoz .oz spravilo 1 m³ lesa, podrobneje smo predstavili, kako količina lesa, ki ga prepeljemo v enem ciklu, in dolžina transportne poti vpliva na čas, ki ga porabimo na enoto.

V preglednici št. 6 smo na podlagi normativa izračunali dnevne učinke; upoštevali smo celoten delavnik, ki traja 480 min. Dobljene rezultate smo grafično predstavili.

Predstavljene rezultate v tabelah smo pridobili tako, da smo s pomočjo enačbe $T = (2,8063 \text{ BRE}(\text{m}^3) + 0,00123 \text{ VLA}(\text{m}) + 6,6357) * 1,3$ pridobili čas trajanja enega ciklusa. Dobljeni čas pa smo razdelili na učinke (m³) in tako pridobili normativ, ki je predstavljen v spodnjih tabelah. Koeficiente ki nastopajo v enačbah pa smo pridobili iz večih enačb, ki se nanašajo na opravljene meritve (polna, prazna vožnja, čas nakladanja, čas razkladanja...). Spremenljivka z oznako BRE pomeni breme izraženo v m³, kratica VLA pa pomeni razdaljo prevoza izraženo v m.

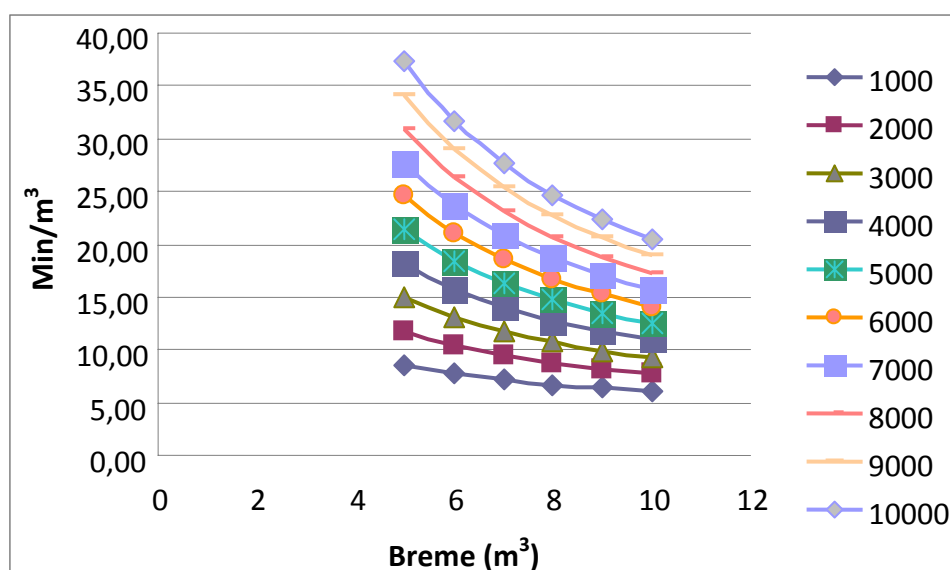
Preglednica 5: Izračun porabljenega časa za prevoz in spravilo m³ lesa v min/m³

Normativ (min/m ³)	Breme (m ³)						
	5	6	7	8	9	10	12
1000	8,57	7,75	7,16	6,73	6,38	6,11	5,70
2000	11,77	10,42	9,45	8,72	8,16	7,71	7,03
3000	14,97	13,08	11,73	10,72	9,94	9,31	8,36
4000	18,17	15,75	14,02	12,72	11,71	10,91	9,70
5000	21,36	18,41	16,30	14,72	13,49	12,51	11,03
6000	24,56	21,08	18,59	16,72	15,27	14,10	12,36

7000	27,76	23,74	20,87	18,72	17,04	15,70	13,69
8000	30,96	26,41	23,15	20,72	18,82	17,30	15,03
9000	34,16	29,07	25,44	22,72	20,60	18,90	16,36
10000	37,35	31,74	27,72	24,71	22,37	20,50	17,69

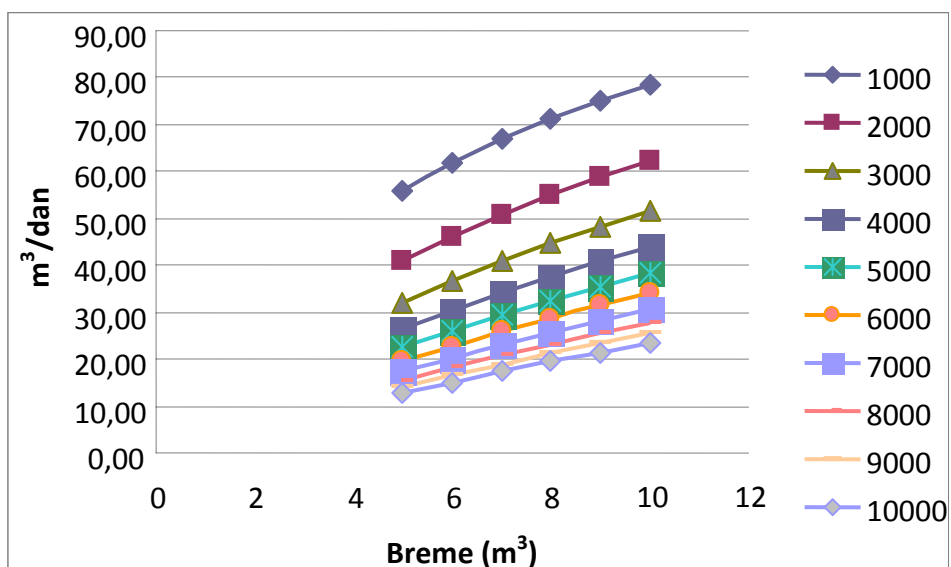
Preglednica 6: Izračun dnevnih učinkov v m³/dan

Učinek (m ³)/dan	Breme (m ³)							
	Razdalja m	5	6	7	8	9	10	12
1000		56,00	61,93	66,99	71,37	75,20	78,56	84,22
2000		40,78	46,08	50,80	55,02	58,82	62,27	68,26
3000		32,07	36,69	40,91	44,76	48,31	51,57	57,38
4000		26,42	30,48	34,24	37,73	40,98	44,01	49,50
5000		22,47	26,07	29,44	32,61	35,58	38,38	43,52
6000		19,54	22,77	25,83	28,71	31,44	34,03	38,83
7000		17,29	20,22	23,00	25,64	28,16	30,57	35,05
8000		15,51	18,18	20,73	23,17	25,50	27,74	31,94
9000		14,05	16,51	18,87	21,13	23,30	25,39	29,34
10000		12,85	15,12	17,31	19,42	21,45	23,41	27,13

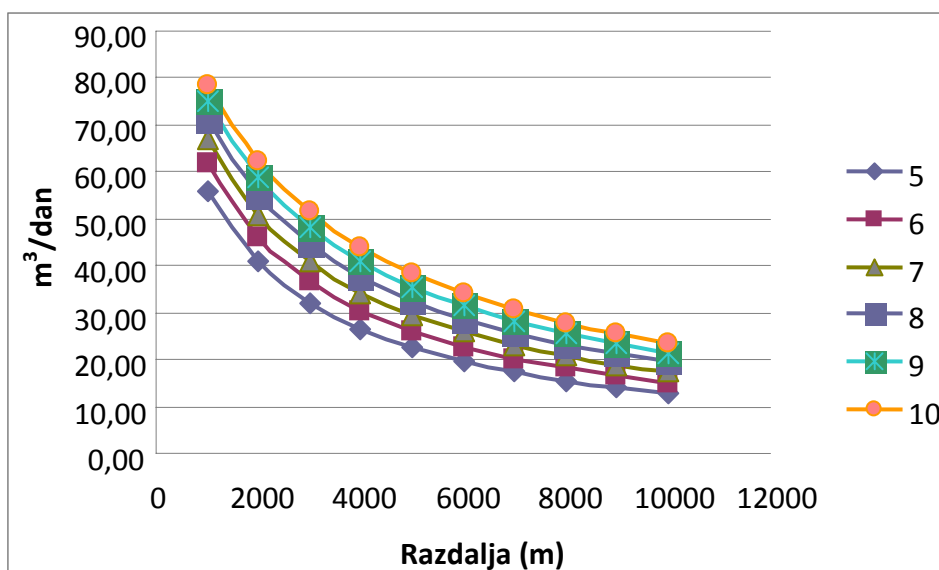


Slika 16: Primerjava učinkov glede na velikost bremena in spravilno/prevozno razdaljo.

Slika 16 predstavlja, koliko časa je potrebna za prevoz 1 m³ lesa glede na velikost bremena s polno obremenitvijo prikolice, tako dosežemo največji učinek, na najkrajši razdalji prevoza in porabimo najmanj časa za prevoz oz. spravilo 1 m³ lesa.



Slika 17: Primerjava dnevnih učinkov glede na velikost bremena in spravilno/prevozno razdaljo.



Slika 18: Primerjava dnevnih učinkov glede na razdaljo prevoza /spravila in velikost tovora.

Iz Slike 18 je dobro razvidno, kako so dnevni učinki gozdarske prikolice večji na krajše razdalje, če prikolico čim bolj obremenimo.

7.2 IZRAČUN GOSPODARNOSTI

Za primer traktorja in polprikolice, ki smo ju uporabili pri opravljenih ciklih in izvedli meritve, smo naredili kalkulacijo, tako smo dobili okvirno ceno stroja za opravljeno obratovalno uro. Kalkulacijo smo prilagodili dejanskim vrednostim, s katerimi razpolagamo na trgu. Nabavna vrednost traktorja je 45.000 € brez DDV, prikolice pa 18.250 €. Upoštevali smo, da s strojem upravlja lastnik sam, v našem primeru kmet, ki opravlja dodatno dejavnost, tako delavec stane 8 €/uro. Upoštevali smo tudi manjšo izkoriščenost prikolice, ki naj bi letno znašala 50 dni. Tako ob upoštevanju zgoraj navedenih podatkov pridemo do cene traktorja s polprikolico, ki ga upravlja kmet (lastnik gozda), kar znaša cca 47 €/obratovalno uro.

Če upoštevamo naše meritve, ki so kombinacija spravila, vožnje po kamionski cesti in vožnji do končnega porabnika po javni cesti, uspemo dnevno v enem delavniku, ki traja 8 ur, na 10 km dolgi relaciji ob predpostavki, da prikolico polno obremenimo (masa 1 m³ lesa cca 1t), prepeljati cca 27 m³ lesa. Na podlagi spravila in prevoza pridemo do podatka, da porabimo za 1 m³ lesa cca 18 min. Če upoštevamo, da nas dnevno traktor + polprikolica in delavec stanejo cca 376 €, nam stroški spravila in prevoza lesa do končnega porabnika znašajo 13,9 €/ m³.

Vrednost, do katere pridemo, je konkurenčna, vendar moramo upoštevati, da smo do vrednosti prišli pri upoštevanju optimalnih pogojev, da je prikolica že na začetku polno obremenjena, kar pa v realnih razmerah težko dosežemo, sploh če gre za kombinacijo s spravilom. Če bi prikolico uporabljali pogosteje več dni v letu, bi se vrednost na prepeljan m³ lesa še znižala, vendar v našem primeru gre za dejavnost, ki jo kmet opravlja poleg osnovne dejavnosti kmetijstva, tako se stroški traktorja razbremenijo še na drugih področjih uporabe, nabavna vrednost prikolice pa je sorazmerno nizka, tako prikolica že v osnovi ni namenjena profesionalni uporabi.

Za primerjavo smo naredili še kalkulacijo prevoza lesa s kamionom enake nosilnosti, upoštevali smo tudi enake stroške delavca. Prav tako pa smo upoštevali enako letno izkoriščenost ter prevoz na enaki razdalji in nakladalno napravo enake zmogljivosti.

Ob upoštevanju predpostavk smo prišli do št. ciklov, ki jih kamion opravi dnevno 8,8. Tako dnevno prevozi cca 105 m³ lesa (ob predpostavki, da je 1 m³ cca 1t). Tako nas prevoz stane cca 819 € dnevno, kar pomeni, da prepeljemo 1 m³ lesa na razdalji 10 km za cca 7,8 €.

Če kalkulaciji primerjamo, se močno razlikujeta. S kamionom dosežemo mnogo večje učinke, ki pa se z daljšanjem prevozne razdalje povečujejo zaradi doseganja višjih povprečnih hitrosti. Moramo pa še opozoriti, da s kamionom navadno prepeljemo večje količine lesa, ter je letna izkoriščenost kamiona mnogo večja (cca. 200 dni), vendar smo vhodne podatke prilagodili za lažjo primerjavo.

Nabavne vrednosti strojev se tudi močno razlikujejo, prav tako stroški vzdrževanja in registracij. Velika prednost polprikolic je ta, da jih ni potrebno registrirati. Opremljene morajo biti le s potrebnimi svetlobnimi telesi.

8 RAZPRAVA

Če se vrnemo na začetek in preberemo zastavljene hipoteze, lahko na podlagi ugotovitev in dobljenih rezultatov potrdimo, da so gozdarske polprikolice uporaben pripomoček tako za spravilo kot za prevoz lesa na krajših razdaljah. Hipotezo potrdimo predvsem v primerih, če gre za daljše vlake, ki omogočajo prevoz ter les usmerjeno podiramo oz. opravimo krajše predspravilo. Delo opravimo v krajšem času, les na skladišču pa ni poškodovan od spravila, prav tako so manjše sestojne poškodbe in ni blaten, lahko pa les od poseka in spravila peljemo do končnega kupca, kar pa opravičuje le krajša razdalja po javni cesti, to pa smo ugotovili pri gospodarnosti, da je v nasprotju s prikolico kamion pri daljših razdaljah bolj ekonomičen in polprikolica lahko konkurira le pri krajših prevoznih razdaljah. Tudi po dnevni učinkih je kamion učinkovitejši, saj prepeljemo 105 m³ lesa, s prikolico pa 27 m³ v kombinaciji s spravilom do 10 km oddaljenega kupca, masa bremena pa znaša cca 12 t (polprikolica, polno obremenjena, le optimalne razmere). Polprikolica je za naše razmere uporaben pripomoček za večje lastnike gozdov ter predvsem kmete, ki se ukvarjajo z dodatnimi dejavnostmi na kmetiji, npr. posekom in spravilom lesa, žagarstvom, z biomaso itd. Tako imajo lastniki polprikolic lasten prevoz, kar jim omogoča lažjo organizacijo dela, ter na določenih terenih, ki omogočajo spravilo, kakovostnejše in hitrejše opravljeno spravilo lesa. Prav tako je prikolica uporabna za več namenov, npr. za prevoz bal, za prevoz statičnega sekalnika, obstajajo pa tudi gozdarske polprikolice z ravnim nakladalnim prostorom, ki je povezan z kiper-hidravličnim cilindrom, na katerega namestimo ročice za les ali stranice in na tak način lahko prevažamo razsuti tovor (proizvajalec Oehler). Če gozdarsko polprikolico ne uporabljamo profesionalno, bomo izbrali polprikolico nižjega ali srednjega razreda tja do 30.000 €, vsekakor pa bomo težko upravičili polprikolice za profesionalno uporabo s pogonom in močnejšim dvigalom z večjim dosegom, katerih nabavna vrednost presega 50.000 €.

Gozdarske polprikolice pa zahtevajo ustrezne gozdne prometnice. Delo v gozdu nam olajša gibljiva »ruda«, kar nam omogoča, da se izognemo oviram ter enostavnejše gibanje na delovišču in hitrejše obračanje.

Če ima gozdarska polprikolica lasten pogon, jo lahko uporabimo na suhem terenu do 35-odstotnega vzdolžnega naklona in do 6-odstotnega prečnega naklona (Kovač, 2010).

9 POVZETEK

Zaradi množičnega pojava gozdarskih polprikolic na slovenskem tržišču in povečanju uporabnikov prikolic smo predstavili različne proizvajalce polprikolic in opisali lastnosti. Opravili smo tudi terensko delo, posneli smo 10 ciklov, spremljali smo spravilo ter prevoz po gozdni in javni cesti. Ker smo meritve opravili pri kmetu, ki opravlja dodatno dejavnost, je št. ciklov manjše, saj opravlja spravilo in prevoz neredno v manjšem obsegu. Tako smo na podlagi izmerjenih vrednosti izračunali dnevne učinke ter stroške, ki nastanejo ob uporabi, ter dobljene vrednosti primerjali z kamionskim prevozom. Izmerili smo učinke traktorja Valtra N 92 v kombinaciji s polprikolico Farma nosilnosti 12 t in dvigalom C6-5D.

Ugotovili smo, da je polprikolica uporaben pripomoček za spravilo in prevoz lesa, prav tako je uporabna na več področjih. Na daljših razdaljah je prevoz s kamionom bolj ekonomičen in učinkovitejši. Dnevno uspemo na 10 km dolgi poti (predvsem gozdna in javna cesta) spraviti in prepeljati 27 m³ lesa, s kamionom pa cca 105 m³ lesa (1 m³ je cca. 1t). Obratovalna ura traktorja in polprikolice z delavcem (kmet z dejavnostjo) je cca. 47 €. Tako uspemo v kombinaciji s spravilom in prevozom do 10 km oddaljenega kupca les dostaviti za cca 13,9 €/ m³, s kamionom pa na enaki razdalji od kamionske ceste prepeljati za cca 7,8 €/ m³. Moramo pa upoštevati, da prevoza s spravilom ne moremo primerjati, saj je pri spravilu potrebno upoštevati več dejavnikov, ki lahko zelo podaljšajo trajanje enega cikla (dolžina vlake, terenske značilnosti, koncentracija lesa ...). Če pa je les zbran na kamionski cesti, pa lahko natančneje določimo trajanje ciklov in posledično dnevne učinke.

Z naraščanjem prevozne razdalje pri prevozu do končnega porabnika se dnevni učinki močno znižujejo, zaradi doseganja nizkih hitrosti te dosežajo povprečno cca 12 km/h po javni cesti pri polni vožnji. Glavni produktivni čas je odvisen predvsem od razdalje

transporta lesa, reliefnih značilnosti, mase tovora, ki ga prevažamo, tehničnih karakteristik tako vlečnega kot priklopnega stroja, razmer, ki so v času vožnje na cesti oz. vlaki.

Na pomožni produktivni čas pa vplivajo tehnične karakteristike dvigala, človek (izurjenost, izkušnje), lastnosti bremena (krivost, debelina sortimentov), razmere na mestu nakladanja (prečni naklon, fizične ovire), urejenost sortimentov, koncentracija bremena. Gozdarsko polprikolico z lastnim pogonom lahko uporabimo na suhem terenu do 35-odstotnega vzdolžnega naklona in do 6-odstotnega prečnega naklona.

Nabavna cena gozdarskih polprikolic se glede na opremo močno razlikuje; prikolice za profesionalno uporabo z močnejšim dvigalom ter lastnim pogonom, večjo nosilnostjo dosežejo ceno preko 50.000 €. Povprečne polprikolice za občasno uporabo dosegajo vrednost od 15.000 do 30.000 €.

VIRI

Farma. 2012

<http://www.forsmw.com> (06. 01. 2012)

Kesla. 2012.

<http://www.kesla.fi/>. (18. 12. 2011)

Klun J., Sinjur I., Medved M. 2009. Katalog stroškov gozdarske mehanizacije.

http://193.2.23.2/fileadmin/user_upload/katalog_kalkulacij2009/kalkulacije_uvodna%20poglavja.pdf, (07. 12. 2011)

Kovač Š. 2010. Gozdarska prikolica. Kmečki glas, 67, Priloga gozdarstvo: 24-26

Kovač Š., Hrastar K. 2011. Gozdarska prikolica. Kmečki glas, Priloga gozdarstvo: 4-11

TPGozd. 2012.

<http://www.tpgozd.si> (07. 01. 2012)

Valtra. 2011.

<http://www.valtra.de/products/tractors/115.asp> (18. 12. 2011)

ZAHVALA

**OB ZAKLJUČKU DIPLOMSKEGA DELA BI SE RAD ZAHVALIL MENTORJU
PROF. DR. BOŠTJANU KOŠIRJU IN RECENZENTU PROF. DR. JANEZU KRČU ZA
VSE NAPOTKE IN POMOČ PRI NASTAJANJU DIPLOMSKEGA DELA.**

PRILOGE

Priloga A: Kalkulacija – Gozdarski kamion

Kombi					Datum:	4. 3. 12		
<u>Kalkulacija: kamion</u>								
PREVOZNA								
RAZDALJA:	10	[km]						
NOSILNOST:	12	[t]						
POVPREČNA HITROST								
VOŽNJE:	50	[km/uro]						
ČAS PREKLADANJA [min/t]:	2,54	[min/t]						
LETNO DELOVNIH								
DNI:	50							
TRAJANJE KAMIONA:	10	LET	500000	[km]				
TRAJANJE NAKLADALNE								
NAPRAVE:	15	LET	4000	[del. ur]				
Čas prekladanja:	30,48	[min/ciklus]						
Čas vožnje:	24	[min/ciklus]						
Št. ciklusov dnevno:	8,8							
Št. ciklusov letno:	441							
Dnevno prevoženo:	176	[km]						
Letno prevoženo:	8810,6	[km]						
Letno prevoženo lesa:	5286,3	[t]						
Letno polna vožnja:	52863	[tkm]						
Dejansko trajanje kamiona:	56,75	[let]						
Dejansko trajanje nakladalne naprave:	17,87	[let]						
					€/leto	%LC		
<u>1. GORIVO IN MAZIVO</u>								
Gorivo, kamion	1,3	€/l	42	l / 100 km	4811	11,6%		
Gorivo, nakladalna n.	0,35		1	/ t	2405	5,8%		
Mazivo, kamion	20		%	cene goriva	962	2,3%		
Mazivo, nakladalna n.	20		%	cene goriva	481	1,2%		
<u>2. NADOMESTNI DELI</u>								
Gume, cena	429	EUR	75000	km	14	število	105	0,3%
<u>3. AMORTIZACIJA</u>								
Nabavna vrednost KAMION:	128000	€				12800	30,9%	

»Se nadaljuje«

»nadaljevanje«								
Nabavna vrednost NAKL.								
N.:	25000	€			1667	4,0%		
	%		% nakl.					
Likvidacijska vrednost:	20	kamion	25	n.	-2977	-7,2%		
4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE								
	Kamion	10	[%]*A		1280	3,1%		
	Nakl. n.	10	[%]*A		167	0,4%		
5. OBRESTI NA KAPITAL								
				Kamion	3777	9,1%		
Obrestna mera	5	[%]		Nakl. n.	742	1,8%		
6. ZAVAROVANJE, TAKSE								
	Kamion	6,565	[%]*A*t		8403	20,3%		
	Nakl. n.	6,565	[%]*A*t		1641	4,0%		
7. STROŠKI DELAVCA								
BPL delavec	8	€	K1 = 1,1		3520	8,5%		
8. SPLOŠNI STROŠKI								
BPL *K2			K2 = ,5		1600	3,9%		
1-8 LASTNA CENA					0,78	€/tkm	41384	100,0%

Priloga B: Kalkulacija –Traktor z polprikolico

GOZDARSKI TRAKTOR					Datum:	4. 3. 12
<u>Kalkulacija: traktor s polprikolico</u>					EUR	%LC
					/du	
1. GORIVO IN MAZIVO						
Gorivo	1,302	EUR /l	9	l/du	11,72	25%
Mazivo	3	EUR l	,034	l/du	0,10	0%
2. NADOMESTNI DELI						
Gume/podv.	4980	EUR /grt	3000	du	0,42	1%
Verige	0	EUR /grt	1000	du	0,00	0%
Vrvi		EUR /m	80	m 400 du	0,00	0%
Zanke		EUR /kos	30	kos 55 du	0,00	0%
Drsniki		EUR kos	60	kos 400 du	0,00	0%
3. AMORTIZACIJA						
Nabavna vrednost:	75900	EUR	10	let 50 dni/leto	18,98	40%

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Likvidacijska vrednost:	20 %		-3,80	-8%
4. POPRAVILA IN VZDRŽEVANJE	2 [%]*A		0,38	1%
5. OBRESTI	5 [%]		5,60	12%
6. ZAVAROVANJE	,5 t	* A *	0,95	2%
1-6 NEPOSREDNI MATERIALNI STROŠKI			34,34	73%
7. STROŠKI DELAVCEV				
BPL traktorist	8 EUR			
BPL pomočnik	EUR	K1 = 1,1	8,80	19%
1-7 PRIMERJALNA CENA			43,14	92%
8. SPLOŠNI STROŠKI				
BPL *K2		K2 = ,5	4,00	8%
1-8 LASTNA CENA			47,14	100%

Priloga C: Predstavitev polprikolic različnih proizvajalcev 1/2 (VIR: GOZDARSTVO 2011
 priloga čzd kmečki glas d.o.o.)

Znamka/ model	Največja nosilnost (kg)	Dimenzije osi (mm)	Dimenzije okvirja	Nakladalno površina (m2)	Skupna dolžina (mm)	Skupna širina (mm)	Zavore Hidravlične (H) ali zračne Z na eni (1) na dveh (2) oseh
PALMS 70	7000	60*60-6	140*140*8	1.6	4400	1800	H1
PALMS 81	8000	60*60-6	160*160*8	1.8	5330	1920	H1
PALMS 101	11000	70*70-6	200*200*8	2.3	5960	2180	H1
PALMS 112	11000	70*70-6	200*100*8	2.4	6040	2180	H1
PALMS 122	12000	80*80-8	2*(200*100*8)	2.7	6040	2260	H1
PALMS 142	14000	80*80-8	2*(250*150*8)	2.9	6250	2360	H1
Kesla 71	7000	-	-	1.5	4227	2070	Bobnaste ali diskaste
Kesla 9HD	9000	-	-	1.8	5480	2180	Hidravlične ali zračne
kesla 10T	10000	-	-	2.4	6050	2260	
Kesla 10 H	10000	-	-	2.4	6050	2260	
Kesla 10 HD	10000	-	-	2.4	6050	2260	
Kesla 10 ND	10000	-	-	2.4	6050	2445	
Kesla 12 T	12000	-	-	3.15	6050	2550	
Kesla 12HD	12000	-	-	3.15	6050	2500	

»Se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Kesla 12ND	12000	-	-	3.15	6050	2500	
Nadaljevanje ...							
Kesla 12MD	12000	-	-	3.15	6210	2250	
Kesla 12 MDH	12000	-	-	3.15	6210	2250	
Kesla 15T	15000	-	-	4	7500	2250	
Kesla 15ND	15000	-	-	4	7500	2250	
FARMA 6	6000	-	-	1.4	4400	1800	H (1)
FARMA 7	7000	-	-	1.95	5400	1900	H (1)
FARMA 7	7000	-	-	1.95	5400	1900	H (1)
FARMA 8	8000	-	-	1.95	5400	2100	H (1)
FARMA 9	9000	-	-	2.1	5400	2100	H (1)
FARMA 9	9000	-	-	2.1	5400	2100	H (1)
FARMA 10	10000	-	-	2.6	5400- 6300	2300	H (1)
FARMA 12	12000	-	-	2.8	5400- 5900	2300	H (1)
FARMA 14	14000	-	-	2.8	5600- 6100	2300	H (1)
Patruuna +7	7000		150*150*6	2	556	2160	brez/H1/H2
Patruuna +9	9000		160*160*8	2	556	2160	H1/H2/Z1/Z2
Patruuna +10/+10 4WD	10000		200*200*10	2.3	628	2250/2450	H2/Z2
Patruuna +12/+12 4WD	12000		200*200*11	2.5	628	2250/2450	H2/Z2
R.M. International RW 7	5500	65*65	140*140-6	1.7	545	186	-
R.M. International RW 10	7500	70*70-6	160*160*8	1.95	570	215	-
R.M. International RW 14	10500	70*70-6	200*100*6	2.25	570	234	-
R.M. International RW 16	12500	90*90-8	250*250*10	2.6	605	236	-

Priloga D: Predstavitev polprikolic različnih proizvajalcev 2/2 (Vir: Gozdarstvo 2011, priloga ČŽD kmečki glas d.o.o.)

Znamka/ model	Kolesa standardno	št. cilindrov priklopnega droga	obračalni kot priklopnega droga	Masa prikolice (kg)	pogon prikolice 2wd	Pogon prikolice 4WD	Min. oddaljenost od tal (mm)
PALMS 70	11,5/80-15,3	-	-	-	NE	NE	-
PALMS 81	11,5/80-15,3	1	±40	950	NE	NE	-
PALMS 101	400/60-15,5	2	±40	1200	NE	NE	-
PALMS 112	400/60-15,5	2	±40	1500	NE	NE	-
PALMS 122	500/50-17	2	±40	1550	NE	NE	-
PALMS 142	500/55_17	2	±40	1900	Dodatno	Opcija	-
Kesla 71	11,5/80-15,3	2		900	-	-	-
Kesla 9HD	400/60- 15,5	3	38	1130	-	-	-
kesla 10T	400/60- 15,5	3	40	1490	-	-	550
Kesla 10 H	500/55-17	3	40	2030	opcija	opcija	550
Kesla 10 HD	500/55-17,400/55-22,5	3	40	2180	4km/h	opcija	530-560
Kesla 10 ND	400/55-22,5	3	40	2250	4km/h	2,5km/h	560
Kesla 12 T	550/45x22.5	4	40	2244	-	-	560
Kesla 12HD	550/45x22.5	4	40	2934	4km/h	-	560
Kesla 12ND	550/45x22.5	4	40	3004	4km/h	2,5km/h	560
Kesla 12MD	400/55x22.5; 550/45x22.5; 600/50x22.5	4	40	3220	15km/h	-	550-580
Kesla 12 MDH	400/55x22.5; 550/45x22.5; 600/50x22.5	4	40	3700	5km/h	-	550-580
Kesla 15T	560/60x22.5	4	35	5100	-	-	400
Kesla 15ND	560/60x22.6	4	35	5950	5km/h	-	500
FARMA 6	11,5/80-15,3	-	-	900	-	NE	400
FARMA 7	400/60-15,5	-	±40	1400	-	NE	510
FARMA 7	11,5/80-15,3	-	±40	1400	-	NE	510
FARMA 8	400/60-15,5	-	±40	1500	-	NE	530
FARMA 9	400/60-15,5	-	±48	1800	-	NE	530
FARMA 9	400/60-15,5	-	±48	1800	-	NE	530
FARMA 10	500/50-17	-	±48	2000	-	NE	530
FARMA 12	500/50-17	-	±48	2100	-	NE	530
FARMA 14	500/55-17	-	±48	2500	-	DA	530
Patruuna +7	11,5/80-15,3	1	±40	950	-	NE	-

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Patruuna +9	400/60-15,5 ELS	2	±40	1200		NE	-
Patruuna +10/+10 4WD	500/60-15,5 ELS	2	±40	1800/2100		NE/DA	-
Patruuna +12/+12 4WD	500/60-22,5 ELS	2	±40	2300/2700		NE/DA	-
R.M. International RW 7	10/75-15,3	-	-	980		NE	-
R.M. International RW 10	11,5/80-15,3	1	±40	1520		NE/DA	-
R.M. International RW 14	400/60-15,5/14PR	2	±20	2140		NE/DA	-
R.M. International RW 16	500/60-22,5	2	±38	3130		NE/DA	-