

Efektivno vrijeme farmerskih vitla Tajfun pri privlačenju drva traktorom Steyr 8090a

Željko Zečić, Ante P. B. Krpan, Dario Marčetić

Nacrtač – Abstract

U radu su prikazani rezultati istraživanja eksploatacijskih značajki jednobubanjškoga radijski upravljana farmerskoga vitla Tajfun EGV 60A u pripremnom i dovršnom sijeku te prototipnoga radijski upravljana farmerskoga vitla Tajfun 2x50 kN u proredi. Vitla su montirana na adaptirani poljoprivredni traktor Steyr 8090a. Dob sastojina je 60, 90 i 110 godina. Privlačilo se pretežito bukovo tehničko i višemetarsko industrijsko drvo izrađeno sortimentnom metodom. Nagibi su terena u proredi od 33 % do 70 %, u pripremnom sijeku od 10 % do 70 % i u dovršnom sijeku do 30 %. Proveden je studij vremena povratnom metodom kronometrije te detaljna raščlamba utroška efektivnoga vremena traktora i vitla. Težište je dano na analizu rada farmerskih vitla, koja su prvi put ispitivana u hrvatskom šumarstvu. Utvrđena je efektivna uposlenost traktora i vitla pri privlačenju i privitlavanju drva, i to na vlaci, u sastojini i na pomoćnom stovarištu. Istražene su brzine izvlačenja užeta i privitlavanja tovara. Utrošak efektivnoga vremena vitla po komadu obloga drva prosječno u proredi iznosi 2,48 min/kom., u dovršnom sijeku 2,82 min/kom. i u pripremnom sijeku 3,20 min/kom. Utrošak efektivnoga vremena vitla po jedinici obujma je u proredi 13,08 min/m³, u pripremnom sijeku 11,27 min/m³ te u dovršnom sijeku 8,47 min/m³.

Ključne riječi: farmerska vitla, poljoprivredni traktor, efektivno vrijeme, prorede, oplodne sječe, bjelogorica, nagib

1. Uvod – Introduction

Pridobivanje se drva u Hrvatskoj odvija na teškim terenima. Uzimajući u obzir konfiguraciju terena te promjenu nosivosti šumskog tla s promjenama vremenskih prilika, za stručnjake koji se bave istraživanjem i primjenom strojeva pri privlačenju i izvoženju drva iz šume do pomoćnoga stovarišta postavljeno je mnogo zahtjeva. Izborom tehnologije rada te dugoročnim planiranjem na temelju potrajnosti i vrsta prihoda procjenjuje se koji strojevi i u kojim uvjetima mogu zadovoljiti ekonomske, ekološke i ostale kriterije koji vrijede u današnjem vremenu.

Pri pridobivanju drva se koristi mnogo ljudskoga rada, osobito kod traktora gdje je potreban čovjek. Vožnja traktora, izvlačenje užeta, vezanje i odvezivanje tovara zahtjevaju osposobljenost i fizičku spremnost radnika za obavljanje postavljenih zadataka. Odabir određene metode rada ovisi o sastojinskim

uvjetima te tehničko-tehnološkim značajkama strojeva za privlačenje drva.

Dobrim poznavanjem tehničko-proizvodnih značajki sredstava rada možemo skrbiti o posljedicama za okoliš. Osobitu pozornost treba posvetiti zaštiti dubecih stabala i eroziji tla. Privlačenje se drva treba odvijati sa što manje ljudskoga rada, s većim naglaskom na zaštitu sastojine i najmanjim troškovima odabrane metode rada.

2. Problematika istraživanja – Scope of research

Vitla pripadaju šumarskoj opremi, koja omogućava skupljanje drva izrađenoga u sječini i pripremu tovara za vuču traktorom. Na taj je način pri formiranju tovara omogućeno zadržavanje traktora na vlaci, čime se pridonosi smanjenju šteta u sastojini. Nezaobilazan nedostatak privitlavanja je da se drvo

Tablica 1. Sastojinske i tehničko-tehnološke značajke objekata istraživanja
Table 1 - Stand conditions and technical-technological characteristics of research objects

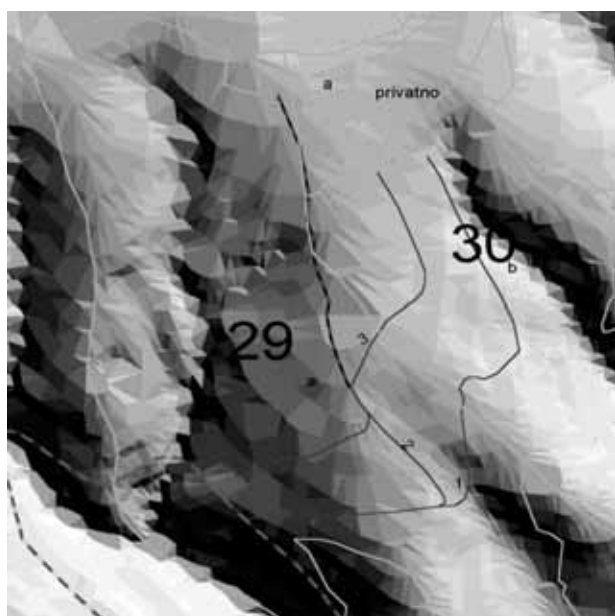
Radilište - Work place	Psunj (IP)	Babja gora (BG)	Papuk (P)
Sastojinske značajke - Stand characteristics			
Šumarija - Forest Office	Požega	Požega	Kamenska
Gospodarska jedinica - Management unit	Istočni Psunj	Sjeverna Babja gora	Zapadni Papuk I
Odjel, površina - Compartment, Area	30b; 14,64 ha	45d; 37,70 ha	66c; 5,28 ha
Dob sastojine, godina - Stand age, years	91	110	60
Nadmorska visina, m - Above sea level, m	650	230 - 400	720
Drvena zaliha, m ³ /ha - Growing stock, m ³ /ha	286	308	295
Prosječni obujam stabla, m ³ - Mean tree volume, m ³	0,91	0,95	0,56
Vrsta drva - Tree species	93 % bukva - Beech 7 % OTL - OHB	66 % bukva - Beech, 31 % kitnjak - Oak, 3 % OTL - OHB	66 % bukva - Beech, 32 % smreka - Spruce, 2 % OTL - OHB
Vrsta sječe - Type of cut	Pripremi - Preparatory cut	Dovršni - Final cut	Proreda - Thinning
Posječeno drvo, m ³ - Timber volume cut	991	1589	128
Tehničko : prostorno drvo - Technical : Long stackwood	0,43 : 0,57	0,60 : 0,40	0,56 : 0,44
Tlo - Soil	Duboko - Deep	Duboko - Deep	Srednje duboko - Medium deep
Stanje tla - Soil condition	Vlažno - Moist	Blatno - Muddy	Smrznuo - Frozen
Tehničko-tehnološke značajke - Technical-technological characteristics			
Traktor - Tractor	Steyr 8090a		
Dimenzije, mm - Dimension, mm	duljina - Length x širina - Width x visina - Height = 4115 x 2281 x 2560		
Snaga, kW - Power kW	53		
Vitlo - Winch	Jednobubanjsko, Tajfun EGV 60A - Single-drum	Dvobubanjsko, Tajfun 2 x 50 kN - Double drum	
Upravljanje - Control	Daljinsko - Remote	Daljinsko - Remote	Daljinsko - Remote
Duljina užeta, m - Cable length, m	60	60 (38)	2x100
Promjer užeta, mm - Cable diameter, mm	12	12	12
Srednja udaljenost privlačenja, m - Average skidding distance, m	530	240	200
Nagib vlake - Skid trail slope	Niz nagib (-5°) - Downhill	Niz nagib (-7°) - Downhill	Uz nagib (+9°) - Uphill
Srednja udaljenost privitavanja, m - Average winching distance, m	55	30	56
Nagib privitavanja - Winching slope	Uz nagib (+5° do 30°) - Up hill	Pretežito uz nagib (+0° do 15°) - Mostly up hill	Uz nagib (+20° do 30°) - Up hill

cijelom duljinom oslanja na tlo te su određene štete na tlu i stablima nužne.

Traktori s trajno montiranim vitlom isključivo su namijenjeni privlačenju drva. Njihova uporaba u druge je svrhe ograničena te se dovodi u pitanje iskorisćenost stroja i opreme. Pitanje ima posebnu dimenziju ako se radi o prilagođenim poljoprivrednim traktorima i njihovu višenamjenskom korištenju bez obzira jesu li u privatnom ili državnom vlasništvu. Svjesni potrebe da šumsko vitlo postane lako promjenjivi radni alat traktora, proizvođači odavno proizvode vitla za brzu montažu i demontažu. Folkema (1986) navodi da je pretežiti broj od 40 tipova vitala, koja su se u to doba rabila u šumarstvu, proizvedena

većinom u obrtničkim radionicama u manjim serijama. Smatra da su prednosti vitla u odnosu na prikolicu sadržane u ovome: ekonomičan rad za one koji već imaju traktor, manji nabavni troškovi, mogućnost rada na teškim terenima, mogućnost oslobađanja zapelih stabala ili traktora te smanjen gubitak proizvodne površine zbog većega razmaka vlaka. Kao osnovnu manu navodi manji tovar (1 do 2 m³), što posebno dolazi do izražaja pri udaljenostima privlačenja iznad 500 m, a uz to dolazi zaprljanost trupaca i potreba za većim stovarištem.

U Hrvatskoj su nove prilike, uzrokovane nuždom ekonomičnijega poslovanja, pridonijele razmišljanju o uvođenju farmerskih vitala pri pridobivanju drva,



Slika 1. 3D-model radilišta na Psunju (IP)
Figure 1 - 3D Model of work site Psunj (IP)

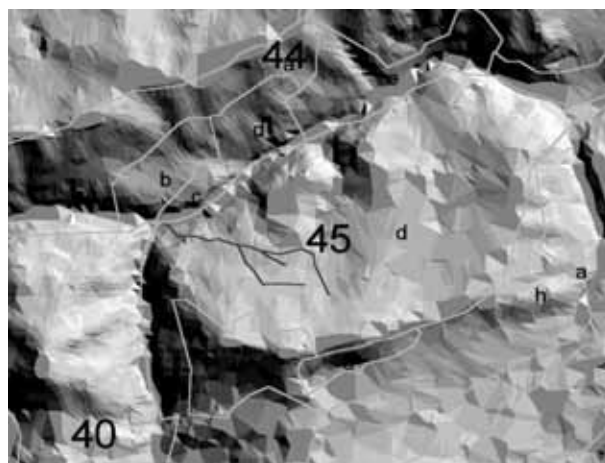
radi povećanja godišnje zaposlenosti adaptiranih poljoprivrednih traktora. Stoga su na probni rad i ispitivanje u realnim terenskim i sastojinskim uvjetima pribavljena dvobubanjska vitla Tajfun 2 x 50 kN i Tajfun 2 x 60 kN te jednobubanjsko vitlo Tajfun EGV 60A. Jednobubanjsko je vitlo u redovitoj proizvodnji, a dvobubanjska su vitla prototipovi izrađeni na zahtjev hrvatskih stručnjaka.

U ovom su radu prikazani rezultati istraživanja jednobubanjskoga vitla Tajfun EGV 60A na dvama radilištima i dvobubanjskoga vitla Tajfun 2 x 50 kN na jednom radilištu. Analiza je posvećena efektivnom vremenu privlačenja drva s osvrtom na neke rezultate privlačenja drva traktorima.

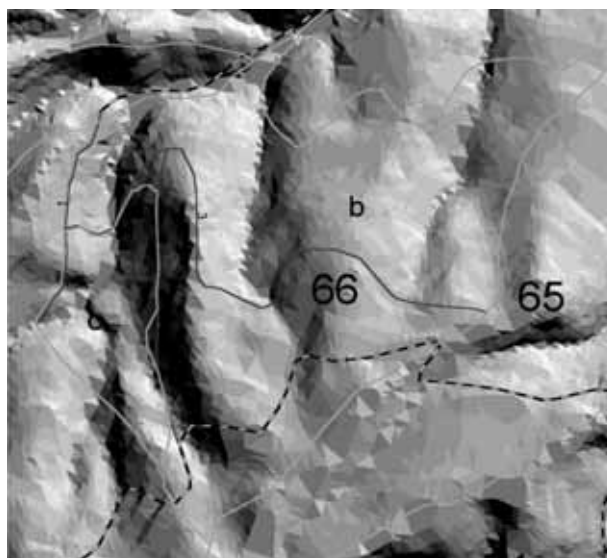
3. Opis objekata istraživanja – Description of research objects

Terenska su istraživanja obavljena na području Uprave šuma Požega u gospodarskoj jedinici »Istočni Psunj« u odsjeku 30b (Psunj) (slika 1), u gospodarskoj jedinici »Sjeverna Babja gora« u odsjeku 45d (Babja gora) (slika 2) i u gospodarskoj jedinici »Zapadni Papuk I« u odsjeku 66c (Papuk) (slika 3). Navedeno područje makroreljefno pripada središnjemu panonskomu gorju.

Na sva tri radilišta radio je traktor Steyr 8090a s istim vozačem. Na radilištima na Psunju i Babjoj gori traktor je opremljen daljinski upravljanim jednobubanjskim vitlom Tajfun EGV 60 A, s vučnim užetom



Slika 2. 3D-model radilišta na Babjoj gori (BG)
Figure 2 - 3D Model of work site Babja Gora (BG)



Slika 3. 3D-model radilišta na Papuku (P)
Figure 3 - 3D Model of work site Papuk (P)

duljine 60 m i promjera 12 mm. Za vezanje je trupaca upotrijebljeno šest lanaca duljine dva metra. Na radilištu na Papuku primijenjen je traktor Steyr 8090a, opremljen s prototipnim dvobubanjskim vitlom Tajfun 2 x 50 kN s daljinskim upravljanjem. Duljina je vučnoga užeta na svakom bubnju iznosila 100 m uz promjer užeta od 12 mm. Za vezanje trupaca je korišteno osam lanaca duljine dva metra. Podaci o sastojinskim i tehničko-tehnološkim značajkama objekata predočeni su u tablici 1.

Na radilištu na Psunju je izvršen pripremni sijek. Pri sječi i izradi primijenjena je sortimentna metoda s izradom višemetarskoga ogrjevnoga drva. Obaranje stabala nije bilo usmjereno, već su ona obarana u

najpovoljnijem smjeru s obzirom na nagib terena i debeća stabla.

Mješovita bukova sjemenjača dobre je kakvoće i potpunoga sklopa. Prostire se na zaravnima, uvalama i strmim padinama uz potok. Tlo je duboko do srednje duboko, mjestimično isprano, pokriveno obilnim listincem i prizemnim rašćem s nešto malo grmlja. Privlačenje se obavljalo pretežito niz nagib, a privitlavanje uz nagib. Traktor se kretao po traktorskom putu. Vozač je uže izvlačio i tovar vezao. Pri privitlavanju je služio daljinskim upravljačem. Pomoćno je stovarište uz šumsku cestu. Drvni su sortimenti razvrstani prema vrsti i kakvoći.

Na radilištu na Babjoj gori izveden je dovršni sijek. Pri sječi i izradi primijenjena je sortimentna metoda s izradom višemetarskoga prostornoga drva. Obaranje stabala nije bilo usmjereno. Mješovita je bukova sjemenjača osrednje kakvoće, potpunoga sklopa. Nalazi se na uvalama i padinama koje su ponegdje dosta strme. Teren je razveden. Tlo je srednje duboko do duboko, na strminama pliće. Pokrov je tla obilan sloj listinca i prizemnoga rašća s mjestimičnim grmljem.

Na radilištu na Babjoj gori rad se odvijao slično kao na radilištu na Psunju. Pri privitlavanju traktor je usidren na traktorskom putu ili vlaci i nije ulazio u sječinu. Od 64 turnusa u 13 turnusa je uže izvlačeno uz nagib, a kod 10 turnusa po slojnici. Privlačenje se odvijalo niz nagib. U odnosu na radilište na Psunju ovdje su traktorski putovi i pomoćno stovarište bili mokri do blatni, pa je i neopterećeni traktor češće proklizavao. Tehnička je oblovinna i višemetarsko prostorno drvo ravnomjerno raspoređeno po sječini. Drvo se na pomoćnom stovarištu razvrstavalo po vrsti sortimenata i razredima prema kakvoći.



Slika 4. Traktor Steyr s jednobubanijskim vitlom Tajfun EGV 60A
Figure 4 - Tractor Steyr with single drum Winch Tajfun EGV 60A

Na radilištu na Papuku je obavljena proredna sječa. Pri sječi i izradi primijenjena je sortimentna metoda s izradom višemetarskoga prostornoga drva. Mješovita je bukovo-smrekova sastojina dobre kakvoće, a sklop je potpun. Nalazi se na padinama koje su dosta strme. Mjestimično izbijaju veći koma-

Tablica 2. Podaci o tovaru

Table 2 - Load data

Radilište - Work site	Psunj (IP)	Babja gora (BG)	Papuk (P)
	* - x - **	* - x - **	* - x - **
Ukupno privučeni drv. obujam, m ³ - Total skidded timber volume, m ³	96,41	113,22	58,61
Ukupan broj komada - Total number of pieces	340	340	309
Ukupna duljina komada, m - Total length of pieces, m	1523	1431,1	1702,4
Ukupan broj turnusa - Total number of cycles	62	64	49
Srednji obujam tovara, m ³ - Mean load volume, m ³	0,84 - 1,56 - 2,48	1,01 - 1,77 - 3,03	0,67 - 1,196 - 3,11
Prosječni broj komada u tovaru - Average number of pieces in a load	3 - 5,5 - 8	3 - 5,3 - 7	2 - 6,31 - 9
Srednja duljina komada, m - Mean piece length, m	2 - 4,5 - 6,5	2 - 4,2 - 6,6	2 - 5,51 - 8
Srednji obujam komada, m ³ - Mean piece volume, m ³	0,080 - 0,284 - 0,920	0,10 - 0,33 - 1,08	0,05 - 0,190 - 1,37
Srednji promjer komada, cm - Mean piece diameter, cm	15,0 - 28,8 - 60,0	16 - 31,8 - 53	11,0 - 20,35 - 57,0

- x - ** (* - najmanja vrijednost, x - ukupno, sredina, ** - najveća vrijednost) - *Minimal value x Total or mean value ** Maximal value

di kamenja. Tlo je srednje duboko, a na strminama pliče.

Na radilištu na Papuku rad se odvijao slično kao na prethodnim objektima. Posječeni i izrađeni drvni sortimenti ravnomjerno su raspoređeni po sječini. Traktor Steyr 8090a opremljen je dvobubanjским vitlom Tajfun (prototip 2 x 50 kN) s daljinskim upravljanjem. Traktor se kretao po traktorskom putu. U sječini je ulazio koliko je dopuštao nagib terena i raspored dubelih stabala. Izvlačenje se užeta odvijalo niz nagib od 40 % do 70 %, a privitlavanje tovara uz nagib.

4. Analiza utroška vremena – *Analysis of time consumption*

Na radilištima na Psunju i Babjoj gori drvo je iz pripremnoga i dovršnoga sijeka privlačio traktor Steyr 8090a opremljen jednobubanjским radijski upravljanim vitlom Tajfun EGV 60 A, a iz prorede traktor Steyr 8090a s dvobubanjским, također daljinski upravljanim vitlom Tajfun 2 x 50 kN. Studij je vremena proveden povratnom metodom kronometrije cjelodnevnim snimanjem traktora. Obrada je fiksnih i varijabilnih vremena provedena standardnim matematičko-statističkim programskim PC paketima.

4.1. Efektivno vrijeme traktora i vitla – *Tractor and winch effective time*

Na temelju studija vremena utvrđen je utrošak efektivnoga vremena rada traktora i vitla. Efektivno vrijeme traktora i vitla prikazano je u tablici 3. Efektivno je vrijeme podijeljeno po skupinama operacija koje čine varijabilno i fiksno vrijeme, a posebno se promatra vrijeme traktora i vitla, samoga vitla i samoga traktora na sječini i na pomoćnom stovarištu.

Varijabilno vrijeme (vrijeme vožnje u koje je ovdje uključeno i vrijeme privitlavanja tijekom vuče) na istraživanim objektima zauzima vrijednost od 25,9 % (BG) do 40,4 % (IP), a fiksno, tj. rad na sječini i pomoćnom stovarištu, od 59,6 % (IP) do 74,1 % (BG) ukupno utrošenoga efektivnoga vremena. Varijabilno će vrijeme u promatranim slučajevima ovisiti u prvom redu o udaljenosti privlačenja.

Traktor i vitlo u sječini utroše od 40,5 % do 51,2 % ukupnoga efektivnoga vremena ili od 62,3 % do 70,7 % fiksnoga vremena. Na pomoćnom stovarištu (istovar) traktor i vitlo u odnosu na utovar utroše mnogo manje, i to od 19,1 % do 27,9 % efektivnoga vremena, odnosno od 29,3 % do 37,7 % fiksnoga vremena. Za sam traktor troši se na sječini između 13,6 % i 18,9 % ukupnoga efektivnoga vremena ili između 20,9 % i 26,1 % fiksnoga vremena traktora i vitla. Za istovar se utroši od 10,3 % do 15,0 % ukupnoga efektivnoga,

odnosno 14,2 % do 20,2 % fiksnoga vremena traktora i vitla. U odnosu na efektivno vrijeme rada samoga traktora pri utovaru se utroši između 50,8 % i 64,8 %, a pri istovaru između 35,2 % i 49,2 % (tablica 3).

4.2. Efektivno vrijeme vitla – *Effective time of winch*

Za rad samoga vitla na sječini utroši se od 26,9 % do 32,3 %, a na pomoćnom stovarištu od 7,7 % do 12,9 % ukupnoga efektivnoga vremena. U odnosu na fiksno vrijeme trošit će se u sječini između 41,5 % i 45,2 %, a na pomoćnom stovarištu prilikom istovara između 13,0 % i 17,4 %. Na vitlo u sastojini otpada 70,4 % do 77,7 %, a pri istovaru od 22,3 % do 29,6 % (tablica 3).

U tablici 4 je raščlanjen utrošak efektivnoga vremena vitla po operacijama i zahvatima. Obuhvaćen je rad vitla u sječini, na pomoćnom stovarištu i pri vuči. Pri vuči se događa da traktor s tovarom ne može svladati kritična mjesta na traktorskom putu (prepreke, proklizavanje), što pretpostavlja otpuštanje tereta, premještanje traktora, ponovno privitlavanje i nastavak vožnje. To se događalo na sva tri objekta s utroškom od 2,30 % (P) do 13,75 % (BG) efektivnoga vremena traktora i vitla.



Slika 5. Traktor Steyr s dvobubanjским vitlom Tajfun 2 x 50 kN
Figure 5 - Tractor Steyr with double drum Winch Tajfun 2 x 50 kN

Tablica 3. Analiza utroška efektivnoga vremena traktora i vitla
Table 3 - Analysis of tractor and winch effective time consumption

Efektivno vrijeme Effective time	Radilišta - Work site														
	IP	BG	P	IP	BG	P	IP	BG	P	IP	BG	P	IP	BG	P
	min			%			%			%			%		
Efektivno vrijeme Effective time	2703,61	2076,50	1687,19	100,0	100,0	100,0									
1.1. Varijabilno vrijeme Variable time	1092,52	538,69	465,62	40,4	25,9	27,6									
1.2. Fiksno vrijeme Fixed time	1611,09	1537,81	1221,57	59,6	74,1	72,4	100,0	100,0	100,0						
1.2.1. Traktor i vitlo u sječini Tractor and winch at felling site	1095,86	958,66	863,87	40,5	46,2	51,2	68,0	62,3	70,7						
1.2.2. Traktor i vitlo na pom. stovarištu Tractor and winch at landing	515,23	579,15	357,70	19,1	27,9	21,2	32,0	37,7	29,3						
1.2.3. Rad vitla Winch work	936,97	906,35	729,08	34,7	43,6	43,2	58,2	58,9	59,7	100,0	100,0	100,0			
1.2.3.1. Vitlo u sječini Winch at felling site	727,66	638,06	544,83	26,9	30,7	32,3	45,2	41,5	44,6	77,7	70,4	74,7			
1.2.3.2. Vitlo na pomoćnom stovarištu Winch at landing	209,31	268,29	184,25	7,7	12,9	10,9	13,0	17,4	15,1	22,3	29,6	25,3			
1.2.4. Rad traktora Tractor work	674,12	631,46	492,49	24,9	30,4	29,2	41,8	41,1	40,3				100,0	100,0	100,0
1.2.4.1. Traktor u sječini Tractor at felling site	368,20	320,60	319,04	13,6	15,4	18,9	22,9	20,8	26,1				54,6	50,8	64,8
1.2.4.2. Traktor na pom. stovarištu Tractor at landing	305,92	310,86	173,45	11,3	15,0	10,3	19,0	20,2	14,2				45,4	49,2	35,2

Ukupno vitlo potroši od 40,1 % (IP) do 57,4 % (BG) ukupnoga efektivnoga vremena. Guglhör i Plettenberg (1974) navode da na privlačenje vitlom otpada 40 % efektivnoga vremena, zbog čega je za privlačenje potrebno koristiti se traktorom manje snage. Krpan i dr. (1996) nalaze pri ispitivanju traktora u proredi (ravnicu) da na vitlo kod LPKT 40 i Ecotrac (zglobni traktori za prorede) otpada 47 % efektivnoga vremena. Kod poljoprivrednoga traktora Steyr zabilježen je iznos od 64,3 % efektivnoga vremena, a kod traktora Torpedo 56,4 %. Navedeni su traktori opremljeni dvobubanjnim čvrsto montiranim vitlima. U odnosu na fiksno vrijeme na navedena vitla otpada od 64,5 % do 79,2 %.

Promatra li se samo utrošak vremena vitla, vidljivo je da se na rad vitla pri privlačenju utroši od 4,95 % (P) do 13,8 % (IP), za rad na sječini od 66,5 % (BG) do 71,0 % (P) te za rad na pomoćnom stovarištu 19,3 % (IP) do 28,0 % (BG) efektivnoga vremena vitla. Za vezanje i odvezivanje tovara utroši se najveći dio vremena vitla, posebno pri dovršnoj sječi (BG), gdje te vrijednosti pri utovaru iznose 33,3 %, a pri istovaru 17,3 %.

Analiza vremena pojedinoga zahvata pokazuje da se za vezanje utroši od 27,5 % (P) do 50,1 % (BG) efektivnoga vremena rada vitla na sječini. Na odvezivanje se tovara utroši od 40,2 % (P) do 62,3 % (IP) efektivnoga vremena rada vitla na pomoćnom stovarištu. Za silaženje i penjanje vozača se troši od 4,6 % (IP,BG) do 8,1 % vremena vitla u sječini, odnosno od 10,6 % (IP) do 15,1 % (P) vremena vitla na pomoćnom stovarištu. Veći utrošak vremena za izvlačenje užeta i privlačenje tovara na objektima IP i P pripisuje se nagibu terena, koji je na tim objektima bio do 70 %.

4.3. Efektivno vrijeme vitla po komadu obloga drva i jedinici obujma – Winch effective time per piece of roundwood and unit of timber volume

Raščlamba utroška efektivnoga vremena po komadu i jedinici obujma drva provedena je na temelju podataka iz tablica 2 i 4 te prikazana u tablici 5. Posebno je grafički prikazana ukupna vrijednost po jedinici obujma na slici 6. Dalje se analiza usmjerava na fiksna vremena rada u sastojini i na pomoćnom stovarištu.

Rad vitla pri privlačenju, za traktor određenih tehničkih značajki, ovisit će o nosivosti traktorskoga puta, postojanju kritičnih točaka i veličini tovara te će varirati od slučaja do slučaja. Za razliku od cikličnih vremena ne događa se u svakom turnusu te ne pripada cikličnim vremenima vitla.

Ukupno se za rad vitla na sječini najviše vremena utroši na objektu IP (2,14 min/kom.). Na objektu BG utroši se za 0,26 min/kom. manje vremena. Slično je na objektu P na kojem se utroši za 0,36 min/kom. obloga drva manje u odnosu na objekt IP.

Utrošak vremena za izvlačenje užeta varira od 0,51 min/kom. za objekt BG do najviše 0,68 min/kom. za objekt IP. Za vezanje komada obloga drva u proredi utroši se 0,49 min. U dovršnoj sječi za vezanje će se utrošiti 0,94 min/kom., a u pripremnom sijeku 0,72 min/kom. Vrijeme privitlavanja je od 0,34 min/kom. (BG) do najviše 0,64 min/kom. (IP). U proredi (P) je

privitlavanje 0,50 min/kom. Ukupno se za rad vitla na sječini najviše vremena po komadu utroši na objektu IP (2,14 min/kom.). Na objektu BG utroši se manje za 0,26 min/kom., a na objektu P za 0,36 min/kom. obloga drva.

Efektivno vrijeme rada vitla na sječini po jedinici obujma najveće je u proredi (P), gdje iznosi 9,29 min/m³. U dovršnoj sječi (BG) ono je za 3,65 min/m³, a u pripremnom sijeku (IP) za 1,74 min/m³ manje.

Efektivno vrijeme vitla po komadu obloga drva na pomoćnom stovarištu iznosi od 0,62 min/kom. (IP) do 0,79 min/kom. (BG). Po jedinici obujma obloga drva utroši se od 2,17 min/m³ (IP) do 3,14 min/m³ (P). Vrijednosti za pojedine zahvate rada u sječini i na pomoćnom stovarištu nalaze se u tablici 5.

Cjelokupni utrošak efektivnoga vremena vitla po komadu obloga drva je u prorednoj sječini s 2,48

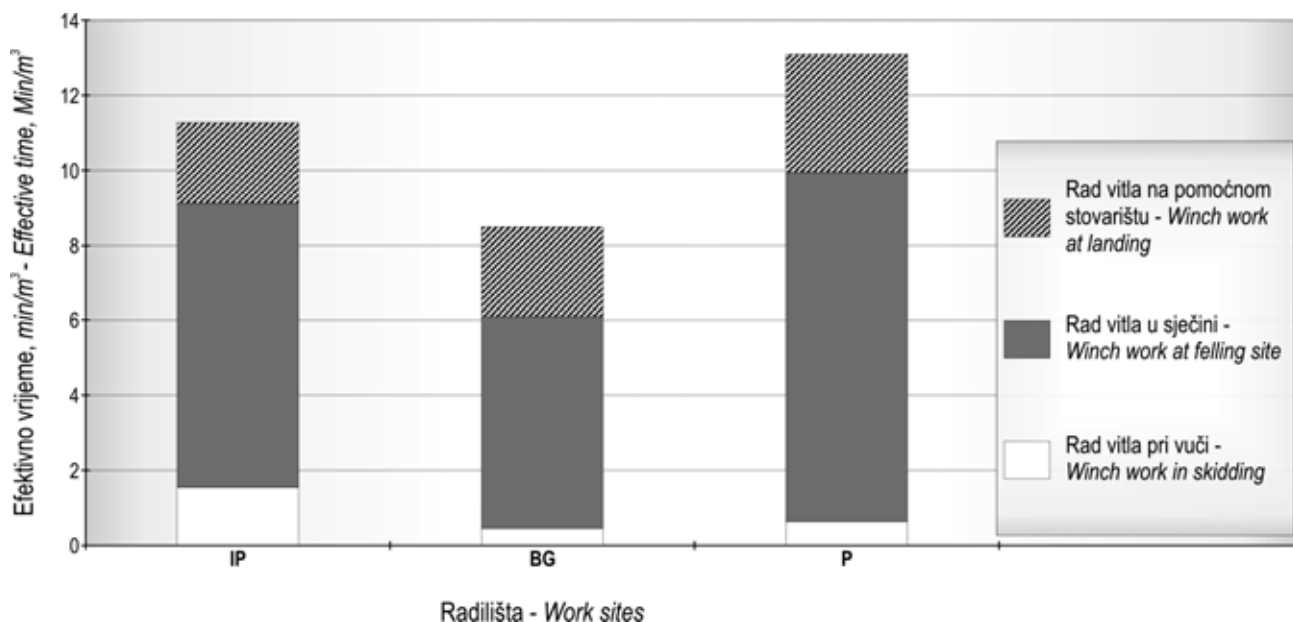
Tablica 4. Efektivno vrijeme vitla u efektivnom vremenu traktora te postotni udjeli operacija i zahvata vitla
Table 4 - Share of winch effective time in tractor effective time and percentage share of winch operations

Radne operacije vitla Winch working operations	Udio vremena vitla u efektivnom vremenu traktora Share of winch time in tractor effective time						Postotni udio vremena operacija vitla u vremenu rada vitla Percentage share of winch operations in winch work time			Postotni udio vremena zahvata u vremenu operacija vitla Percentage share of opera- tions in winch work time		
	IP	BG	P	IP	BG	P	IP	BG	P	IP	BG	P
	min						%					
1. Rad vitla pri vuči Winch work in skidding	149,82	52,42	37,95	5,5	2,5	2,3	13,8	5,5	4,9	100,0	100,0	100,0
2. Rad vitla u sječini Winch work at felling site	727,66	638,06	544,83	26,9	30,7	32,3	67,0	66,5	71,0	100,0	100,0	100,0
2.1. Izvlačenje užeta Pulling the choker	230,02	173,87	194,65	8,5	8,4	11,5	21,2	18,1	25,4	31,6	27,2	35,7
2.2. Vezanje tovara Choker setting	245,50	319,59	149,97	9,1	15,4	8,9	22,6	33,3	19,6	33,7	50,1	27,5
2.3. Privitlavanje Winching	218,75	115,08	155,89	8,1	5,5	9,2	20,1	12,0	20,3	30,1	18,0	28,6
2.4. Silaženje i penjanje Moving uphill and downhill	33,39	29,52	44,32	1,2	1,4	2,7	3,1	3,1	5,8	4,6	4,6	8,1
3. Rad vitla na pomoćnom stovarištu Winch work at landing	209,31	268,29	184,25	7,7	12,9	10,9	19,3	28,0	24,0	100,0	100,0	100,0
3.1. Premještanje traktora Tractor repositioning	23,78	28,94	-	0,9	1,4	-	2,2	3,0	-	11,4	10,8	-
3.2. Privitlavanje Winching	24,80	32,17	16,82	0,9	1,6	1,0	2,3	3,4	2,2	11,8	12,0	9,1
3.3. Odvezivanje tovara Unhooking the load	130,32	165,82	74,15	4,8	8,0	4,4	12,0	17,3	9,7	62,3	61,8	40,2
3.4. Izvlačenje užeta ispod tovara Pulling the choker under the load	8,25	9,95	65,45	0,3	0,5	3,8	0,8	1,0	8,5	3,9	3,7	35,5
3.5. Silaženje i penjanje Moving uphill and downhill	22,16	31,41	27,83	0,8	1,5	1,7	2,0	3,3	3,6	10,6	11,7	15,1
4. Ukupno (1+2+3) Total	1086,79	958,77	767,03	40,1	46,1	45,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tablica 5. Efektivno vrijeme vitla po komadu i jedinici obujma drva

Table 5 - Winch effective time per piece of roundwood and unit of timber volume

Radne operacije Work operations	Po komadu obloga drva Per piece of roundwood			Po jedinici obujma drva Per unit of timber volume		
	IP	BG	P	IP	BG	P
	min/kom. - min/piece			min/m ³		
1. Rad vitla pri vuči - Winch work in skidding	0,44	0,15	0,12	1,55	0,46	0,65
2. Rad vitla u sječini - Winch work at felling site	2,14	1,88	1,76	7,55	5,64	9,29
2.1. Izvlačenje užeta - Pulling the choker	0,68	0,51	0,63	2,39	1,54	3,32
2.2. Vežanje tovara - Choker setting	0,72	0,94	0,49	2,54	2,82	2,56
2.3. Privitavanje - Winching	0,64	0,34	0,50	2,27	1,02	2,65
2.4. Silaženje i penjanje - Moving uphill and downhill	0,10	0,09	0,14	0,35	0,26	0,76
3. Rad vitla na pomoćnom stovarištu - Winch work at landing	0,62	0,79	0,60	2,17	2,37	3,14
3.1. Premještanje traktora - Tractor repositioning	0,07	0,09	-	0,25	0,26	-
3.2. Privitavanje - Winching	0,07	0,09	0,06	0,26	0,28	0,29
3.3. Odvezivanje tovara - Unhooking the load	0,39	0,49	0,24	1,35	1,46	1,26
3.4. Izvlačenje užeta ispod tovara - Pulling the choker under the load	0,02	0,03	0,21	0,08	0,09	1,12
3.5. Silaženje i penjanje - Moving uphill and downhill	0,07	0,09	0,09	0,23	0,28	0,47
4. Ukupno (1+2+3) - Total	3,20	2,82	2,48	11,27	8,47	13,08



Slika 6. Efektivno vrijeme vitla po jedinici obujma drva

Figure 6 - Winch effective time per unit of timber volume

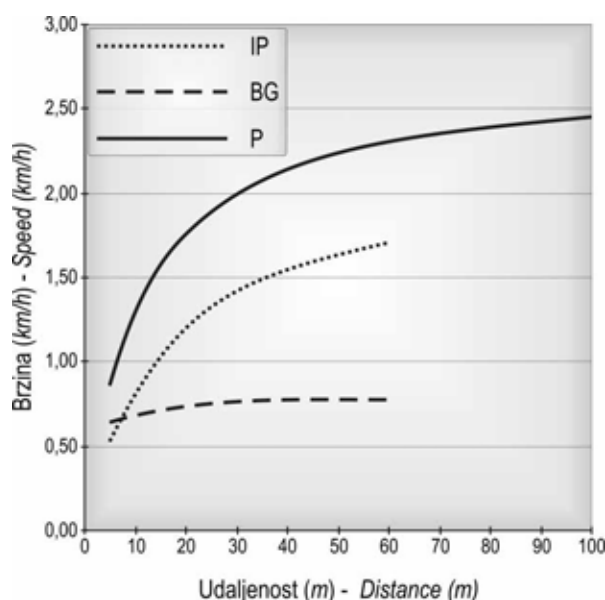
min/kom. najmanji, dok je na objektu IP pri pripremnom sijeku s 3,20 min/kom. najveći. Promatrajući utrošak vremena po jedinici obujma, efektivno je vrijeme vitla s 8,47 min/m³ najmanje pri dovršnoj sječi (BG). Najveći utrošak s 13,08 min/m³ zabilježen

je pri proredi (P). Efektivno vrijeme dvobubanjskih vitala po jedinici obujma u nizinskim proredama iznosilo je za zglobne traktore 4,87 min/m³ i 5,70 min/m³, a kod poljoprivrednih 6,66 min/m³ i 7,28 min/m³ (Krpan i dr. 1996).

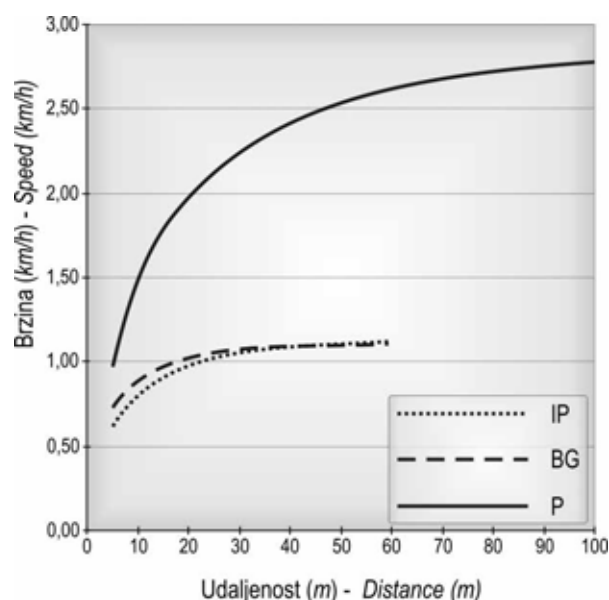
Tablica 6. Efektivna su vremena izvlačenja užeta i privitlavanja tovara izjednačena jednadžbama pravca:

Table 6 - Effective times required for pulling the choker and load winching have been regressed by direction equations:

	Radilište - Work site		
	IP	BG	P
Izvlačenje užeta <i>Pulling the choker</i>	$y = 0,4328 + 0,0280x,$ $r = 0,540$	$y = 0,0969 + 0,0763x,$ $r = 0,701$	$y = 0,2409 + 0,0221x,$ $r = 0,771$
Privitlavanje <i>Winching</i>	$y = 0,2024 + 0,0427x,$ $r = 0,769$	$y = 0,1319 + 0,0440x,$ $r = 0,841$	$y = 0,1832 + 0,0167x,$ $r = 0,739$



Slika 7. Brzina izvlačenja užeta
Figure 7 - Speed of pulling the choker



Slika 8. Brzina privitlavanja tovara
Figure 8 - Speed of load winching

4.4 Utrošak efektivnoga vremena i brzine izvlačenja užeta i privitlavanja tovara – Effective time consumption and speeds of pulling the choker and load winching

Brzine su izvedene iz izjednačenih vremena i odnosnih udaljenosti te su prikazane na slikama 7 i 8.

Bojanin (1982) pri ispitivanju skupljanja trupaca vitlom zaključuje da će na brzinu izvlačenja užeta znatnije od nagiba utjecati terenske zapreke, a na većoj udaljenosti težina užeta. Navodi da se brzine privitlavanja na terenu s terenskim zaprekama i bez njih odnose kao 1,00 : 2,67.

Užad je izvlačena do najvećih udaljenosti od 60 m kod jednobubanjskoga, odnosno 100 m kod dvobubanjskoga vitla. Pri izvlačenju užeta niz nagib krivulje brzine na radilištima IP i P strmo se uspinju do udaljenosti od 20 m (slike 7 i 8), dok je pri većim udaljenostima zabilježeno povećanje manjega intenziteta. Navedene su krivulje u usporedivu rasponu identičnoga tijeka. Krivulja brzine izvlačenja užeta na

objektu BG ne prati taj trend iz već navedenoga razloga te utjecaja izvlačenja uz nagib i po izohipsama.

Brzine privitlavanja tovara jednobubanjskoga vitla praktično su jednake na oba istraživana poligona. Rastu intenzivnije do kojih 15 m, a pri većim udaljenostima približavaju se pravcu. Kod dvobubanjskoga je vitla u proredi brzina privitlavanja izrazito veća na svim udaljenostima privitlavanja, što se može pripisati manjim pripadnim tovarima pojedinoga bubnja. Kod jednobubanjskoga vitla prosječni tovar privitlavanja jednak je prosječnomu tovaru traktora, tj. 1,56 m³ (IP), odnosno 1,77 m³ (BG), a kod dvobubanjskoga vitla prosječni je tovar traktora 1,20 m³ ili po bubnju 0,60 m³ (tablica 2).

5. Zaključci – Conclusions

Jednobubanjsko radijski upravljano farmersko vitlo Tajfun EGV 60A istraženo je pri privlačenju drva listača iz pripremnoga i dovršnoga sijeka. Prototipno

dvobubanjsko radijski upravljano vitlo Tajfun 2 x 50 kN istraženo je pri privlačenju drva iz proredne mješovite bukove sastojine. Oba su vitla montirana na prilagođeni poljoprivredni traktor Steyr 8090a.

Fiksna vremena traktora i vitla su u rasponu od 60 % do 74,1 % ukupnoga efektivnoga vremena. Najveći udio fiksnoga vremena zabilježen je u dovršnoj sječi.

Pri utovaru u sječini traktor i vitlo utroše od 40,5 % do 51,2 % (najviše u proredi), a pri istovaru 19,1 % do 27,9 % (najviše u dovršnoj sječi) ukupnoga efektivnoga vremena. Traktor i vitlo u sječini utroše između 62,3 % i 70,7 % (najviše u proredi, a najmanje u dovršnoj sječi), a pri istovaru između 29,3 % i 37,7 % (najviše u dovršnoj sječi, a najmanje u proredi) fiksnoga vremena traktora i vitla.

Vitlo u sječini utroši od 27 % do 32,3 % (najviše u proredi) ukupnoga efektivnoga vremena, od 41,5 % do 45,2 % (podjednako u pripremnjoj sječi i proredi) fiksnoga vremena traktora i vitla te od 70,4 % do 77,7 % (najviše u pripremnjoj sječi) ukupno utrošena efektivnoga vremena vitla. Pri istovaru na vitlo otpada između 7,7 % i 12,9 % (najviše u dovršnoj sječi) ukupnoga efektivnoga vremena, između 13,0 % i 17,4 % (najviše u dovršnoj sječi) fiksnih vremena te između 22,3 % i 29,6 % (najviše u dovršnoj sječi) ukupnoga vremena vitla.

Najveći se dio vremena vitla utroši za vezanje i odvezivanje tovara. Posebno pri dovršnoj sječi gdje te vrijednosti iznose 50,1 % vremena rada vitla na sječini, odnosno 62,3 % vremena rada vitla na pomoćnom stovarištu.

Efektivno je vrijeme vitla po komadu obloga drva između 2,48 min/kom. i 3,20 min/kom. te je najmanje u proredi, a najveće u pripremnom sijeku. Efektivno vrijeme vitla po jedinici obujma u istraživanim uvjetima je između 8,47 min/m³ (BG) i 13,08 min/m³ (P). U odnosu na pripremnju i dovršnu sijek vrijeme po jedinici u proredi je veće za 2,80 min/m³ odnosno za 4,61 min/m³.

Brzine privitlavanja tovara jednobubanjskoga vitla na oba objekta su gotovo jednake. Izrazito veće

brzine privitlavanja tovara zabilježene su kod dvobubanjskoga vitla u proredi, kod kojega je opterećenje na pojedinom bubnju prosječno bilo za 2,6 puta odnosno 2,95 puta manje u odnosu na jednobubanjska vitla u pripremnom i dovršnom sijeku.

6. Literatura – References

Backhaus, G., 1983: Datenerfassung bei Forstmaschinen. Forsttechnische Informationen, 35 (10): 85–88.

Bojanin, S., 1982: Das Vorrücken der Blöcke mittels am Radschlepper fest montierter Winde (Skupljanje trupaca vitlom). Mehanizacija šumarstva 7(11–12): 297–318.

Folkema, M. P., 1986: Logging Winches for Farm Tractors. FERIC, Woodlot technology, Technical Note TN-90, 1–12.

Guglhör, W., M. Plettenberg, 1976: Rücken von Schwachholz aus Durchforstungen mit funkgesteuerter Farmi-Winde und Klemmbanksschlepper. Forsttechnische Informationen, 5/76.

Krohn, B., 1979: Das System »Landwirtschaftlicher Schlepper – Anbauwinde«. Forsttechnische Informationen, 2/79.

Krpan, A. P. B., T. Poršinsky, 1996: Comparative analysis of skidder output in thinings (Poredbena analiza rada traktora u proredama). Zaštita šuma i pridobivanje drva, Knjiga 2, Šumarski fakultet Zagreb i Šumarski institut Jastrebarsko, 227–242.

Zečić, Ž., 1999: Teamwork in thinning stands of the Požega mountains with special reference to tractor skidding (Skupni rad pri proredama u sastojinama požeškoga gorja s posebnim osvrtom na privlačenje drva traktorima). Glasnik za šumarske pokuse, Zagreb 36: 13–101.

Zečić, Ž., 2001: Produktivnost i troškovi traktora u brdskim proredama (Productivity and costs of tractor in thinning on hilly terrain). Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, 507–523.

Zečić, Ž., A. P. B. Krpan, T. Poršinsky, M. Šušnjar, 2004: Djelotvornost traktora Steyr 8090 i 9078 u oplodnim sječama sastojina požeškoga gorja (Efficiency of tractors Steyr 8090 and 9078 in shelterwood fellings of stands in Požega mountains). Šumarski list, 128 (5–6): 245–254.

Abstract

Effective time of farmi-winch Tajfun in timber skidding by tractor Steyr 8090a

This paper shows the results of research of exploitation characteristics of single-drum radio-controlled farmi-winch Tajfun EGV 60A in preparatory and final cut, as well as prototype of radio-controlled farmi-winch Tajfun 2x50 kN in thinning operations. The winches were installed on an adapted farm tractor Steyr 8090a. The

stand age was 60, 90 and 110. Beech technical wood and industrial longwood, processed in accordance with cut-to-length method, were mainly skidded. Slopes ranged between 33 % and 70 % in thinning operations, between 10 % and 70 % in preparatory cut and they were up to 30 % in final cut. Time study was carried out by snap-back chronometry method, as well as a detailed analysis of tractor and winch effective time consumption. Interest was focused on the analysis of the work of farm winches, whose testing was made for the first time in the Croatian forestry. Effective time of tractors and winches was established in timber skidding and winching on a skid trail, in the stand and at a roadside landing. The speeds required for pulling the chocker and load winching were investigated. The consumption of winch effective time per piece of roundwood averages 2.48 min/pcs in thinnings, 2.82 min/pcs in final cut and 3.20 min/pcs in preparatory cut. The effective time consumption of winch per volume unit is 13.08 min/m³ in thinnings, 11.27 min/m³ in preparatory cut and 8.47 min/m³ in final cut.

Key words: farmi-winch, farm tractor, effective time, thinnings, regeneration fellings, broadleaves, slope

Adresa autora – Authors address:

Dr. sc. Željko Zečić
Prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan
Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za šumarske tehnike i tehnologije
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
HRVATSKA
e-mail: zecic@sumfak.hr
e-mail: krpan@sumfak.hr

Dario Marčetić, dipl. inž. šum.
»Hrvatske šume« d.o.o.
Uprava šuma Podružnica Požega
Milke Trnine 6
34000 Požega
HRVATSKA
e-mail: dario.marcetic@hrsume.hr