

OŠTEĆIVANJE PONIKA I POMLATKA PRI PRIVITLAVANJU I PRIVLAČENJU OBLOVINE TRAKTOROM LKT 81 T IZ DOVRŠNE SJEČINE HRASTA LUŽNJAKA¹

DAMAGES ON THE YOUNG PLANTS DURING THE TIMBER EXTRACTION
BY CABLE SKIDDER LKT 81 T FROM THE FINAL CUT OF PEDUNCULATE OAK

Stjepan PETREŠ*

SAŽETAK: Ovim se radom nastojalo utvrditi i objasniti odnose i procese koji utječu na oštećivanje mladoga naraštaja tijekom obaranja stabala, te privitlavanja i privlačenja obloga drva zglobnim traktorom u dovršnim sječinama hrasta lužnjaka.

Pokusna je ploha bila postavljena u Ia odjelu g. j. "Žabarski bok", koji predstavlja uvjete pridobivanja drva iz glavnoga prihoda nizinskih lužnjakovih šuma, a radovi privlačenja obloga drva obavljani su zglobnim traktorom LKT 81 T, opremljenim dvobubanjnim vitlom. Na pokusnoj je plohi veličine 1 ha prije početka radova prebrojano 29 371 biljaka hrasta lužnjaka do pet godina starosti, od čega se na traktorskoj vlaci nalazilo 3,5 % biljaka. Radovima pridobivanja drva na pokusnoj su plohi sveukupno oštećene ili uništene 1 982 biljke hrasta lužnjaka, odnosno 6,75 % od ukupnoga broja biljaka.

Najveća su oštećenja, kako po broju oštećenih biljaka tako i prema težini ozljeda, nastala pri privitlavanju obloga drva do zadnje daske traktora te privlačenja obloga drva po traktorskoj vlaci. Analizom uzroka i vrste oštećenja utvrđeno je da su biljke tijekom privitlavanja do stražnje daske traktora najvećim dijelom oštećivane čelom privitlavanjih trupaca (82,49 %). Višekratnim prolascima traktora po traktorskoj vlaci uništene su sve biljke koje su se na njoj nalazile (3,5 % od ukupnoga broja biljaka prije početka radova).

Utvrdeno je da su srednja duljina i srednji promjer obloga drva koje je uzrokovalo oštećenja značajno veći od prosječnih vrijednosti za trupce koji nisu uzrokovali oštećenja mladoga naraštaja hrasta lužnjaka. Broj oštećenih biljaka raste s povećanjem promjera privitlavanjih trupaca i njihove udaljenosti od stražnje daske traktora pri privitlavanju.

Temeljem dobivenih rezultata, a u svrhu svodenja oštećivanja mladoga naraštaja na najmanju moguću mjeru tijekom privlačenja obloga drva zglobnim traktorima iz dovršnih sječina hrasta lužnjaka, preporučuje se: ograničavanje kretanja zglobnika na traktorske vlake međusobnoga razmaka 100 m, usmjerenje obaranja stabala prema traktorskoj vlaci i deblovna metoda izradbe, odnosno poludeblovna u slučajevima graničnih tovara.

Ključne riječi: hrast lužnjak, dovršna sječa, zglobni traktor, oštećivanje ponika i pomlatka.

¹ Članak se temelji na rezultatima koji su detaljno obrađeni u autorovom magistarskom radu Privlačenje oblovine zglobnim traktorima LKT 81 T i Timberjack 225 A iz dovršne sječine hrasta lužnjaka s osvrtom na oštećivanje mladog naraštaja. Magisterij obranjen javno na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pred povjerenstvom u sastavu: prof. dr. sc. Ante P. B. Krpan, mentor, doc. dr. sc. Dragutin Pičman, doc. dr. sc. Igor Anić, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i doc. dr. sc. Boštjan Košir, Biotehniška fakulteta Ljubljana.

* Mr. sc. Stjepan Petreš, dipl. ing. šum., Hrvatske šume, d.o.o., UŠP Zagreb, Nazorova 7, 10 000 Zagreb.

1. UVOD I PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Introduction and problem of the research

Osnovni je cilj gospodarenja šumama osiguranje potrajnosti ekosustava. Glavni šumski proizvod koji se dobiva iz šuma je drvo. Njegovim se pridobivanjem stvaraju uvjeti za ostvarenje postavljenoga cilja gospodarenja u gospodarskim šumama, odnosno omogućava obnova sastojina koja opet stvara uvjete za sječu. Do sredine 20. stoljeća primjenjivanim metodama i tehnikama eksploatacije šuma nisu u tolikoj mjeri kao današnjim oštećivane sastojine i šumska staništa. Od tada, kako u svijetu, tako i kod nas, dolazi do većih oštećenja uslijed zamjene ručnoga rada i životinjske snage mehaničkim sredstvima rada. Uvođenjem specijalnih šumskih traktora pokreću se sve veći obujmi drva, što može u nepovoljnim okolnostima dovesti do većeg oštećenja šumskog staništa, sastojine i pomlatka, odnosno uzrokovati destrukciju šumskoga tla i degradaciju (mlade) sastojine. Pojavio se novi problem (nerazriješen do današnjih dana) očuvanja šumske sredine te svođenja šteta na podnošljivu mjeru. To znači primijeniti djelotvorne tehnologije, ali s povećanom ekološkom dobrotom.

Oštećivanje sastojine, staništa i zagađivanje vode najznačajnije su negativne posljedice eksploatacije šuma. Pri eksploataciji šuma događaju se manja i (ili)

veća oštećenja koja su posljedica obaranja stabala, izvoženja ili iznošenja drva (privitlavanje drva i izvlačenja po sječini i traktorskom putu ili traktorskoj vlaci te po pomoćnom stovarištu). Značajna su oštećivanja i pri izgradnji traktorskih putova.

Pod oštećivanjem podrazumijevamo mehanička oštećenja na stablima, poniku i pomlatku i šumskom tlu te zagađivanje vode pri radovima u šumi, a posljedice kojih se pokazuju u smanjenju općekorisnih funkcija šuma.

Bez obzira na tehnologije, metode i tehnike rada, pri izvođenju radova pridobivanja drva uvijek dolazi do oštećivanja sastojine, pomlatka i šumskoga tla. Može se reći da su oštećenja neizbježna. Stoga uspješnost pojedinog načina rada ne smijemo ocjenjivati isključivo na osnovi proizvodnosti i ekonomičnosti, već moramo uvažavati i štete koje pritom nastaju.

Mnogi su autori, u svijetu i kod nas, istraživali posljedice eksploatacije šuma, kao na primjer Bojanin i Krpan (1997), Butora i Schwager (1986), Doležal (1984), Gajdek (1989), Horvat (1995), Ivanek (1976), Ivanek i Krivec (1974), Košir (1985, 1998, 2000), Krpan i dr. (1993), Krznar i dr. (1993), Kulaš (1979), Martinić (1991), Martinić i dr.



Slika 1. U dovršnim se sječinama nalaze dvije sastojine
Figure 1. There are two stands during the final cut

(1999), Meng (1978), Pestal (1970), Petreš (1986, 1989, 1996, 2004), Poršinsky (2005), Sabo (2003), Seeling i Becker (1990), Sever i Horvat (1990), Štefančić (1989), Tomanić i dr. (1989), Vranković i Pernar (1993), Wästerlund (1989, 2002), itd. Potrebno je naglasiti da se velika većina objavljenih radova odnosi na oštećenja dubećih stabala, zagađenje otpadnim tekućinama i destrukciju tla višekratnim prolascima vozila prilikom pridobivanja drva. Oštećivanju pomlatka privlačenjem drva u razdoblju obnove sastojina u nas je do sada posvećivano nedovoljno pozornosti.

U šumama Hrvatske, ovisno o načinu gospodarenja, provode se specifične vrste sječa, od kojih svaka zahtijeva ekološki prihvatljivu tehnologiju, odnosno metodu i način rada. U sječinama glavnoga prihoda, posebno dovršnih, pozornost treba dati zaštiti mlade sastojine koja ovdje ostaje do trenutka svoje obnove (slika 1). Jednako tako treba se zaštititi i šumsko tlo.

Najznačajnija obilježja starih sastojina hrasta lužnjaka u dovršnoj sječi su manji broj stabala s velikim volumenima drva i prisutnost mlade sastojine s većom ili manjom gustoćom mladoga naraštaja po jedinici površine. Manji broj stabala u odnosu na proredne sastojine čini sječju jednostavnijom, jer se pri obaranju stabala rijetko javlja zapinjanje stabla. Sjekač nastoji oboriti stablo bez zaustavljanja i najčešće tome podređuje smjer obaranja stabla, pri čemu vrlo rijetko vodi računa i o smjeru privlačenja drva.

U Hrvatskoj se privlačenje drva najčešće obavlja traktorima, zatim slijede forvarderi, a vrlo rijetko konji i žičare. Hrvatska šumarska praksa još uvijek daje prednost privlačenju drva traktorima, pa i tamo gdje je njihova primjena, posebice s gledišta zaštite šuma, izrazito nepovoljna.

Od vlastitih je mehaniziranih sredstava u Upravi šuma Podružnica Zagreb (dalje u tekstu: UŠP Zagreb) 2002. godine na radovima pridobivanja drva bilo angažirano: 50,0 % srednjih zglobnih traktora LKT 81 T, 7,7 % teških zglobnih traktora Timberjack 240 C, 19,2 % malih zglobnih traktora Ecotrac V, a 15,4 % su prilagođeni poljoprivredni traktori Zetor 120 i Steyr 9078a. Dva forvardera, Timberjack 1210 B i 1710 sudjeluju sa 7,7 % u ukupnom broju sredstava za privlačenje. Na slici 2 prikazana je struktura svih mehaniziranih sredstava (vlastitih i privatnih) s kojima je u UŠP Zagreb 2002. godine privučeno drvo. Dakle, u Podružnici Zagreb još uvijek je



Slika 2. Pregled sredstava s kojima je u UŠP Zagreb 2002. godini privučeno drvo

Figure 2 Overview of the harvesting systems used by "UŠP Zagreb" for timber logging in 2002.

dominantno privlačenje drva po tlu zglobnim traktorima, što uzrokuje veći trošak privlačenja po jedinici obujma (m^3), u pravilu veće štete u sastojini i na vučenom oblom drvu u odnosu na izvršenje forvarderima.

Privlačenje drva s tehnološkog i organizacijskog gledišta predstavlja jedan od najsloženijih radova eksploatacije šuma. Poslije prijevoza drva, privlačenje je najskuplja faza transporta drva. Težnja za izvršavanjem godišnjeg fizičkog obujma proizvodnje i manje razvijena svijest o značenju ekološke osnove iskorištavanja šuma negativno su utjecala i na kakvoću radova, što je rezultiralo povećanjem oštećivanja različitih dijelova šumskoga ekosustava.

Kod privlačenja drvnih sortimenata zglobnikom, uzrok oštećenja može biti vitlom vučeni sortiment i/ili stablo (čelo i oplošje trupca, te krošnja), vučna užad, ovješeni teret, zapinjanje sredstva rada prednjom i odzivnom daskom i gumama (bočna vanjska strana gume) i oštećenja od naliježuće ploštine gume.

Pri radovima pridobivanja drva iz dovršnih sječina ne smije se odstupati od nastojanja za što manjim oštećenjima, jer ona povećavaju trošak podizanja sastojine i umanjuju očekivani prirast.

2. MJESTO I METODE ISTRAŽIVANJA – Research area and methods

2.1. Mjesto istraživanja – Research area

Istraživanja su provedena na tadašnjem području UŠP Zagreb, Šumarije Jasenovac, u g.j. "Žabarski bok", u odjelu 1a koji predstavlja uvjete pridobivanja drva iz

glavnog prihoda nizinskih lužnjakovih šuma Gornje Posavine (slika 3).



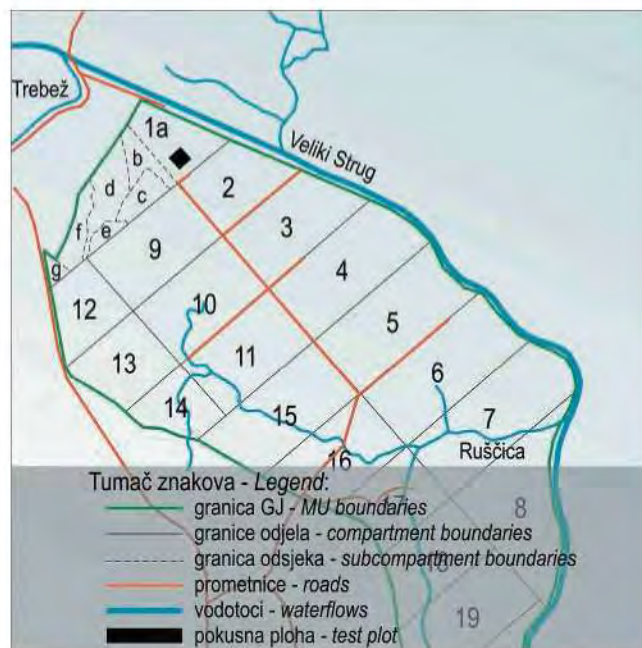
Slika 3. Zemljopisni položaj GJ "Žabarski bok"
Figure 3 Geographical location of MU "Žabarski bok"

Ploština je gospodarske jedinice 861,83 ha, drvena zaliha 235 384 m³. Desetgodišnji je prirast 50 610 m³, etat glavnog prihoda 16 620 m³, a etat prethodnoga 23 360 m³. Etatom se sječe 79 % prirasta gospodarske jedinice. Hrast lužnjak je najzastupljenija vrsta drveća (65,23 %), a slijede poljski jasen (28,76 %), ostala tvrda bjelogorica (5,18 %) i ostala meka bjelogorica (0,83 %). Šume ove gospodarske jedinice, u pravilu se prirodno pomlađuju. Otvorenost primarnim prometnicama je 9,38 m/ha. Šumskih je cesta 8,18 m/ha, a javnih 1,10 m/ha. Klima područja pripada umjereno toploj kišnoj klimi, koja ima oznaku Cfbwx^{*}.

Područje šuma gospodarske jedinice "Žabarski bok" u pedološkom smislu obilježava izmjena glejnih i pseudoglejnih tala čije se granice ne mogu precizno postaviti. Ovisno o mikoreljevskim značajkama, karbonatnosti i teksturi izmjenjuju se, u pravilu, euglejevi hipoglejni (oglejavanje se obavlja pod utjecajem podzemne vode) i amfiglejni (rijede i epiglejni), pseudoglej-glejevi i pseudoglejevi.

Krpan (1984) prema Škoriću (1977) piše da su tla ovoga područja težeg mehaničkog sastava, a s povećanjem udjela glinene frakcije raste zbijenost, ljepljivost, plastičnost i kontrakcija. Svojstva tala su značajna za radove eksploatacije šuma, jer određuju njegovu nosivost, odnosno utječu na kretanje radnih strojeva.

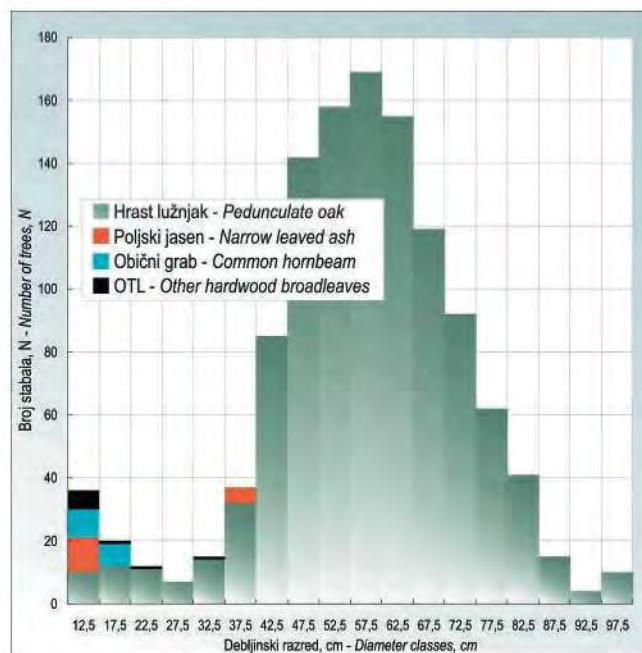
Za potrebe istraživanja izabrana je sastojina karakteristična za nizinske šume Posavine – zrela sastojina hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938) u kojoj se izvodila dovršna sječa, a koja je najzastupljenija u gospodarskoj jedinici "Žabarski bok" i širem području Lonjskoga



Slika 4. Položaj pokusne plohe u odsjeku 1a GJ "Žabarski bok"
Figure 4 Test plot position within the subcompartment 1a of MU "Žabarski bok"

polja. Sastojina pripada uređajnom razredu hrasta lužnjaka (gospodarenje uz ophodnju od 140 godina), odnosno ekološko-gospodarskom tipu II–G–20. Cilj gospodarenja je proizvodnja tehnički vrijedne oblovine. Uspijevanje ove šume ovisno je o mikoreljevu te procesu vlaženja tla poplavnom i podzemnom vodom.

Površina odsjeka (1a – slika 4) u kojemu je bila smještena pokusna ploha je 15,50 ha, a starost sastoji-



Slika 5. Debljinska raspodjela doznačenih stabala u 1a odsjeku GJ "Žabarski bok"

Figure 5 BHD distribution of marked trees in section 1a of "Žabarski bok" MU

ne 145 godina. Drvna je zaliha u odsjeku $358 \text{ m}^3/\text{ha}$, a temeljnica $20,70 \text{ m}^2/\text{ha}$ uz 76 stabala po hektaru. Obrast je 0,7. Srednji prsni promjer hrasta lužnjaka u sastojini je 58 cm, a srednja visina 33 metra. U omjeru smjese prednjači hrast lužnjak s 99 % drvnog obujma (srednje kubno stablo od $5,06 \text{ m}^3$), a ostatak otpada na ostale vrste tvrde bjelogorice.

2.2. Metode istraživanja – *Research methods*

Za potrebe istraživanja utjecaja privlačenja oblovine zglobnikom LKT 81 T na proces obnove sastojine sa središnjom pozornošću na oštećivanje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka, izlučena je i trajno obilježena pokusna ploha u dovršnoj sječini 1/a odjela (slika 4). Pokusna ploha dimenzija je 100×100 metara i obilježena vidljivim graničnim oznakama na svakih pet metara.

U pokusnoj su plohi prije radova eksploatacije šuma za vrijeme vegetacijskoga razdoblja prebrojane biljke hrasta lužnjaka, zasebno na unaprijed obilježenoj glavnoj traktorskoj vlaci i u sječini. Također su utvrđeni podaci o količini posječenoga i izrađenoga drva. Zbog točnog utvrđivanja broja oštećenih biljaka, u pluhu je uključeno i sve oblo drvo koje je samo jednim svojim dijelom ležalo u njoj. Prije početka izvođenja radova pridobivanja drva na tlu pokusne plohe nije bilo vidljivih vlakana. Traktor se tijekom istraživanja kretao po unaprijed obilježenoj traktorskoj vlaci s koje je i privitlavao trupce. Po završetku radova nastala je traktorska vlakna koja je izmjerena mjernom vrpcom i busolom. Širina je traktorske vlake bila 3,0 metra, a duljina 101,5 metara (slika 7).

Oblo je drvo privučeno šumskim zglobnim kotačnim traktorom LKT 81 T opremljenim dvobubanjnim vitlom. Položaj istraživanoga vozila u obitelji zglobnih traktora određen je na temelju morfološke raščlambe. Ispitivani traktor LKT 81 T pripada podobitelji zglobnih traktora s povoljnim odnosom mase traktora i snage motora (Sever i Horvat 1992, Horvat 1998). Kako mu je visina veća od širine, LKT 81 T nalazi se u području presjeka srednjih zglobnih traktora i zglobnih traktora namijenjenih za rad u dovršnim sječinama.

Na slici 5 prikazana je struktura doznake po broju stabala za hrast lužnjak i ostale pojedinačno primješane vrste drveća. Po broju je stabala najzastupljeniji debljinski razred 57,5 cm. Stabla hrasta lužnjaka jače su razvijena krošnja sa značajnijim udjelom debljih grana.

U svakom su traktorskom turnusu promjerkom i mjernom vrpcom izmjereni srednji promjer i dužina trupaca u tovaru. Srednji je promjer mjereno s točnošću očitavanja od jedan centimetar, a dužina s točnošću mjerenja na decimetar. Udaljenost drvnih sortimenata od traktorske vlake i udaljenost privitlavanja drva mjerena je mjernom vrpcom dužine 50 metara, s točnošću mjerenja od 10 centimetara.

Oštećenja na biljkama hrasta lužnjaka evidentirana su neposredno nakon nastanka, zasebno za sljedeće radne operacije:

- obaranje stabala,
- zauzimanje položaja traktora na traktorskoj vlaci,
- privitlavanje i
- privlačenje tovara po vlaci.

Za svaku je oštećenu biljku bilježeno:

- a) uzrok oštećenja koji je razvrstan na: čelo i oplošje trupca, vučno uže, prednju i stražnju dasku traktora, kotače traktora;
- b) vrsta oštećenja: polegnuta ili nagnječena biljka, oguljena kora, oštećeno drvo, oštećen korijenov sustav, potpuno uništena biljka i
- c) starost biljke.

Nakon završetka snimanja, unosom podataka iz snimanih listova u računalo oformljena je baza podataka, na temelju koje je napravljena statistička obrada. Pri tome su korištene metode deskriptivne statistike, regresijska analiza, Studentov t-test i multipla regresijska analiza. Podaci su obrađeni računalnim programima Microsoft Excel i StatSoft Statistica 6.

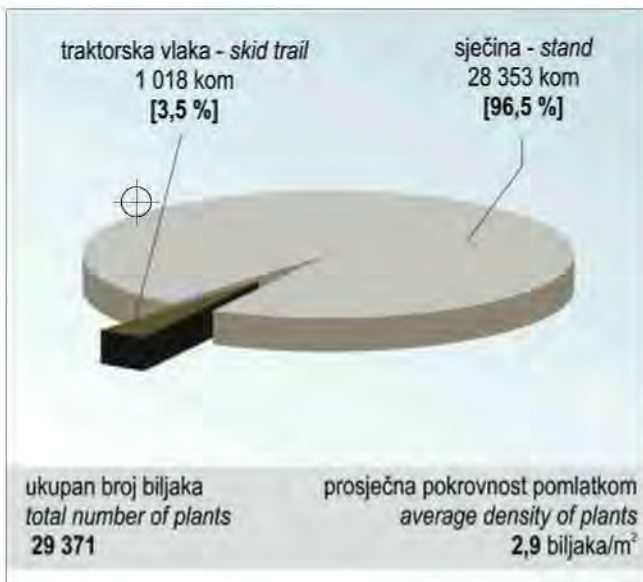
3. REZULTATI S RASPRAVOM – Results with discussion

3.1. Brojnost biljaka hrasta lužnjaka i značajke privučenoga oblog drva *The number of young plants and characteristics of skidded roundwood*

Neposredno prije sječe stabala stare sastojine snimljeno je brojno stanje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka na cijeloj površini pokusne plohe. Ukupno je prebrojana 29 371 biljka hrasta lužnjaka u dobi do pet godina, od čega se 1 018 biljaka (3,5 %) nalazi na traktorskoj vlaci, a 28 353 biljaka (96,5 %) u sječini (slika 6). Prosječna pokrivenost pokusne plohe ponikom i pomlatkom hrasta lužnjaka iznosi $2,9 \text{ biljaka/m}^2$.

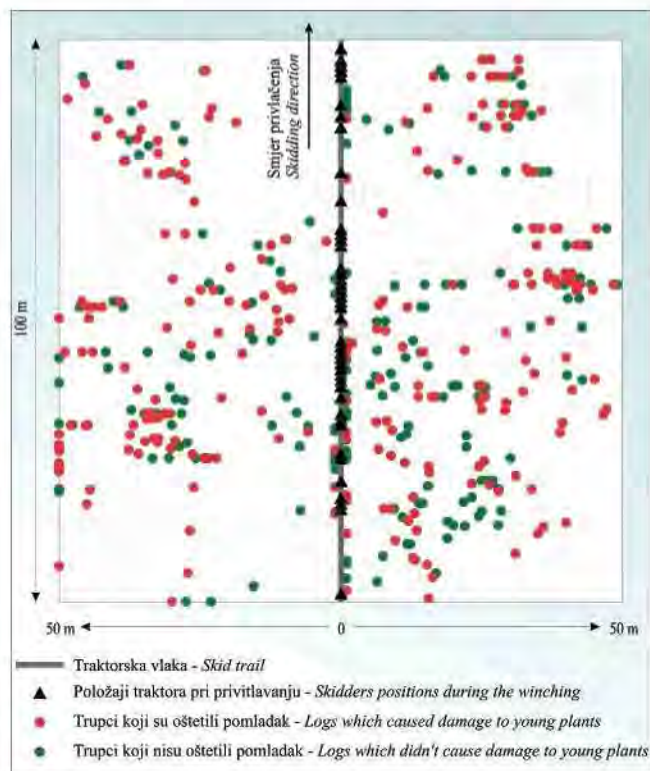
Zglobni traktor LKT 81 T tijekom istraživanja na pomoćno stovarište uz srednju udaljenost privlačenja od 175 m privukao je $274,51 \text{ m}^3$, odnosno ukupno 456 komada obloga drva uz ostvareni dnevni učinak od $95,81 \text{ m}^3/\text{dan}$ i uz trošak $19,40 \text{ kn/m}^3$. Parametri statističke obrade obujma tovara, broja komada u tovaru te dimenzija privučenih komada obloga drva nalaze se u tablici 1. Položaj komada obloga drva na pokusnoj

plohi, s obzirom na oštećivanje mladoga naraštaja, prikazan je na slici 7. Od 456 privučenih komada obloga drva kod 53,95 % (246 komada) evidentirano je oštećivanje mladih biljaka hrasta lužnjaka tijekom nekog od radnih zahvata.



Slika 6. Brojnost ponika i pomlatka hrasta lužnjaka na pokusnoj plohi

Figure 6 The number of young pedunculate oak plants in the test plot



Slika 7. Položaj komada obloga drva na pokusnoj plohi
Figure 7 The position of individual roundwood pieces in the test plot

Tablica 1. Parametri statističke obrade značajki tovara i komada obloga drva

Table 1 Statistical analysis parameters of load characteristics and individual roundwood pieces

Statističke veličine <i>Statistical parameters</i>	Obujam tovara, m ³ <i>Load volume, m³</i>	Broj komada u tovaru, n <i>Number of logs per load, n</i>	Dimenzije oblovine u tovaru <i>Dimensions of the roundwood in the load</i>		
			promjer, cm <i>diameter, cm</i>	duljina, m <i>length, m</i>	obujam, m ³ <i>volume, m³</i>
Veličina uzorka, n <i>Sample, n</i>	84	84	456	456	456
Suma opažanja <i>Observations sum</i>	274,51	456,0	19481,0	1631,7	274,51
Medijana <i>Median</i>	3,12	6,0	40,0	3,3	0,42
Aritmetička sredina <i>Arithmetic mean</i>	3,27	5,4	42,7	3,6	0,60
Minimum <i>Minimum</i>	1,44	2,0	20,0	2,0	0,05
Maksimum <i>Maximum</i>	7,03	6,0	77,0	9,0	3,90
Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	1,22	0,8	12,4	1,3	0,55
Standardna pogreška <i>Standard error</i>	0,13	0,1	0,6	0,1	0,03

3.2. Oštećenost biljaka radovima pridobivanja drva *Damaging of the plants by timber logging operation*

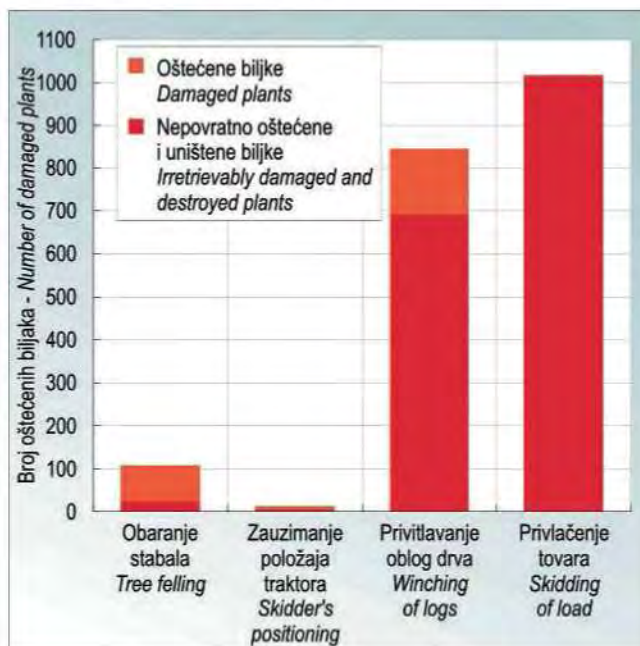
Radovima pridobivanja drva na pokusnoj je plohi ukupno oštećeno ili uništeno 1 982 biljke hrasta lužnjaka, odnosno 6,75 % od ukupnoga broja biljaka. Broj oštećenih biljaka prema osnovnim radnim zahvatima i stupnju oštećenja prikazan je na slici 8.

Biljke su prema vrsti ozljeda razvrstane na: polegnute, nagnječene, oguljene kore, oštećenoga drva, oštećenog korijenova sustava ili potpuno uništene. Polegnutost i nagnječenost, prema našoj procjeni, predstavljaju neznatna oštećenja za razliku od ozljeda oguljene kore, drva ili korijenovog sustava koje spadaju u teška oštećenja i vode k propadanju biljaka.

Od 1 982 oštećene biljke, njih su 1 741 (87,84 %) uništene ili nepovratno oštećene, dok je 241 biljka lakše oštećena – polegnuta ili nagnječena.

Oplošje obloga drva pri obaranju stabala na pomladnu površinu uzrok je oštećenja kod 107 biljaka, što čini 5,40 % ukupnog broja oštećenih biljaka, no niti 1 % (0,36 %) od ukupnoga broja biljaka hrasta lužnjaka na pokusnoj plohi. Većina je biljaka ozlijeđenih oplošjem obloga drva pri obaranju svrstano u razred lakše oštećenih biljaka (76,64 %). Traktorskim je gumama prilikom zauzimanja položaja vozila na traktorskoj vlaci oštećeno daljnjih 12 biljaka (5 nepovratno i 7 lakše).

Najveća su oštećenja, kako po broju oštećenih biljaka, tako i prema težini ozljeda, nastala pri privitlavanju

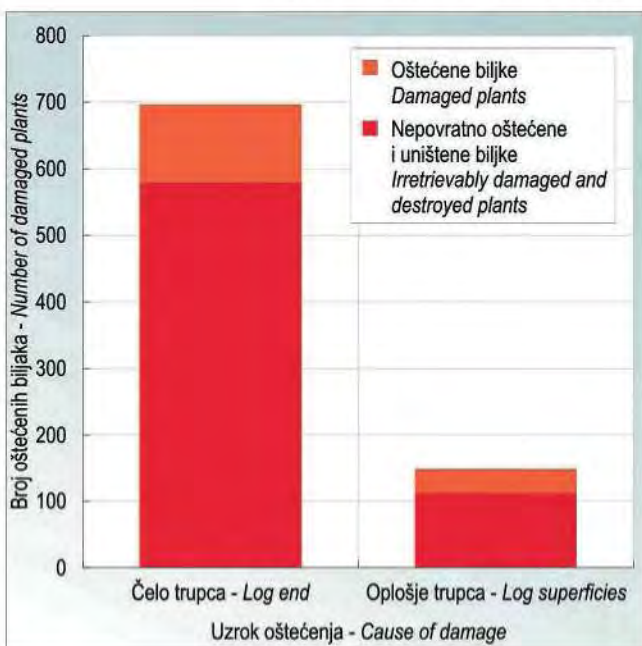


Slika 8. Broj oštećenih biljaka prema radnim zahvatima i stupnju oštećenja

Figure 8 The number of damaged young plants based on work stage and the severity of damage

nju obloga drva do zadnje daske traktora te privlačenja obloga drva po traktorskoj vlaci (93,99 % od svih oštećenih i uništenih biljaka).

3.3. Vrsta i uzrok oštećivanja biljaka pri privitlavanju *The form and the cause of plant damages during the winching*



Broj biljaka hrasta lužnjaka oštećenih pri privitlavanju oblova do stražnje daske traktora prikazan je na slici 9. Oštećene su biljke razvrstane prema uzroku i obliku oštećenja.

Pri privitlavanju obloga drva do stražnje daske traktora biljke se oštećuju čelima i oplošjem trupaca. Analizom uzroka i vrste oštećenja utvrđeno je da su biljke najvećim dijelom oštećivane čelom privitlavanog trupca (82,49 %), a oplošje se kao uzrok oštećivanja pojavljuje u 17,51 %. Od 693 nepovratno oštećene i uništene biljke njih je 580 (83,69 %) oštećeno čelom privitlavanoga komada oblog drva.

Slika 9. Broj oštećenih biljaka pri privitlavanju oblova prema uzroku i obliku oštećenja

Figure 9 The number of damaged young plants during the winching, based on the cause and the form of damage

3.4. Vrsta i uzrok oštećivanja biljaka pri privlačenju po traktorskoj vlaci

The form and the cause of plant damages during the skidding along the skid trail

Oštećenja biljaka nastala kretanjem neopterećenoga i opterećenoga traktora po traktorskoj vlaci bilo je nemoguće zabilježiti u trenutku nastanka, pa je analiza načinjena na temelju broja biljaka hrasta lužnjaka na ploštini glavne vlake utvrđeno prije početka i nakon završetka radova pridobivanja drva.

Prilikom privlačenja po traktorskoj vlaci uzroci oštećenja su:

- tovar,
- traktorski kotači,
- stražnja daska traktora, te
- čelo i oplošje tovara pri privitlavanju.

Na traktorskoj su vlaci uništene sve biljke koje su se na njoj nalazile prije privlačenja (slika 10) što čini 51,36 % od ukupnoga broja oštećenih biljaka, odnosno 3,5 % od svih biljaka hrasta lužnjaka na pokusnoj plohi.



Slika 10. Oštećivanje tla i mladog naraštaja pri vuči tovara po traktorskoj vlaci

Figure 10 Damages on the ground and young plants during the skidding along the skid trail

3.5. Utjecaj morfoloških značajki privitlanih komada obloga drva i udaljenosti od stražnje daske traktora na oštećivanje biljaka

Influence of morphological characteristics of roundwood and its winching distance on damaging of the young plants

Budući su se pojavila dva uzorka trupaca, tzv. 'izazivači ozljeda' i oni koji nisu izazvali oštećenja, posta-

vilo se pitanje u kojoj se mjeri određene značajke uzoraka međusobno razlikuju. Testirane su srednje duljine

Tablica 2. Rezultati t-testa morfoloških značajki trupaca i udaljenosti privitlavanja za skupove trupaca koji su oštetili i koji nisu oštetili biljke hrasta lužnjaka

Table 2 Results of the t-test on the morphological characteristics of the logs and winching distances for the group of logs which did or didn't cause damage to the pedunculate oak plants

Hipoteze i rezultati istraživanja <i>Hypothesis and test results</i>			Komadi koji su oštetili biljke hrasta lužnjaka <i>Logs that caused damage to pedunculate oak plants</i>			Komadi koji nisu oštetili biljke hrasta lužnjaka <i>Logs that didn't cause damage to pedunculate oak plants</i>		
Hipoteza $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$ <i>Hypothesis $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$</i>			Duljina komada, m – <i>Log length, m</i>					
t_{STAT}	t_{CRIT}	signifikantnost <i>significance</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>
3,501	1,966	postoji <i>exists</i>	2,0	3,8	9,1	2,0	3,4	8,8
Hipoteza $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$ <i>Hypothesis $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$</i>			Promjer komada, cm – <i>Log diameter, cm</i>					
t_{STAT}	t_{CRIT}	signifikantnost <i>significance</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>
2,990	1,966	postoji <i>exists</i>	20,0	45,2	77,0	20,0	41,8	77,0
Hipoteza $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$ <i>Hypothesis $H_0: L_{ošt} = L_{neošt} \Rightarrow L_{ošt} - L_{neošt} = 0$</i>			Udaljenost komada od stražnje daske traktora, m <i>Winching distance, m</i>					
t_{STAT}	t_{CRIT}	signifikantnost <i>significance</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>	najmanja <i>min</i>	srednja <i>average</i>	najveća <i>max</i>
5,094	1,966	postoji <i>exists</i>	5,4	29,7	53,0	1,8	23,7	53,3

i srednji promjeri uzorka trupaca koji su izazvali oštećenja uzorka trupaca koji nisu izazvali oštećenja. Također su testirane i srednje udaljenosti privitlavanja. Testiranje je provedeno t – testom (tablica 2).

Utvrđeno je da je srednji promjer komada obloga drva koje je uzrokovao oštećenja (45,2 cm) statistički značajno veći od promjera komada koji prilikom privitlavanja nisu oštećivali biljke (41,8 cm). Srednja duljina komada koji su oštetili biljke iznosila je 3,8 m i značajno je veća od duljine komada koji nisu oštetili biljke (3,4 m). Značajna je razlika utvrđena i u udaljenostima privitlavanja, gdje je srednja udaljenost privitlavanja

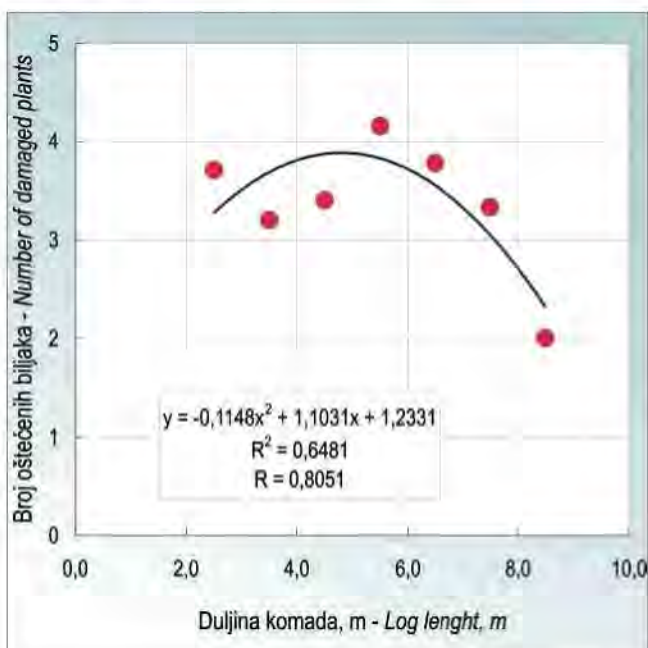
komada koji su oštetili biljke (29,7 m) značajno veća od udaljenosti privitlavanja komada koji nisu uzrokovali oštećenja (23,7 m).

Ovisnost broja oštećenih biljaka o promjeru, duljini i udaljenosti trupca od stražnje daske traktora dalje je istražena regresijskom analizom. U tu su svrhu komadi obloga drva koji su uzrokovali oštećenja razvrstani u odgovarajuće razrede duljine, promjera i udaljenosti od stražnje daske traktora te je za svaki razred izračunat prosječni broj oštećenih biljaka po komadu obloga drva (tablica 3).

Tablica 3. Broj oštećenih biljaka prema duljini, promjeru i udaljenosti od stražnje daske traktora privitlanih komada obloga drva

Table 3. Number of damaged plants in relation to log length and diameter, and winching distance

Duljina komada <i>Log length</i>		Promjer komada <i>Log diameter</i>		Udaljenost komada od stražnje daske traktora <i>Distance from the log to the rear board of the tractor</i>	
Razred <i>Class</i>	Srednji broj oštećenih biljaka po komadu obloga drva <i>Average number of damaged plants per individual roundwood log</i>	Razred <i>Class</i>	Srednji broj oštećenih biljaka po komadu obloga drva <i>Average number of damaged plants per individual roundwood log</i>	Razred <i>Class</i>	Srednji broj oštećenih biljaka po komadu obloga drva <i>Average number of damaged plants per individual roundwood log</i>
m	kom	cm	kom	m	kom
2,0-2,9	3,71	10-19	-	0-9	1,69
3,0-3,9	3,20	20-29	2,90	10-19	2,19
4,0-4,9	3,40	30-39	2,82	20-29	3,19
5,0-5,9	4,16	40-49	3,63	30-39	3,54
6,0-6,9	3,78	50-59	4,28	40-49	4,76
7,0-7,9	3,33	60-69	3,64	50-59	6,25
8,0-8,9	2,00	70-79	3,89		
9,0-9,9	1,50				



Odnos broja oštećenih biljaka i duljine komada izjednačen je jednadžbom parabole, a ovisnost broja oštećenih biljaka o promjeru komada obloga drva jednadžbom opće potencije. Za izjednačenje odnosa broja oštećenih biljaka o udaljenosti komada od stražnje daske traktora izabrana je jednadžba pravca. Indeksi i koeficijent korelacije, prema Roemer-Orphal-ovoj raspodjeli pokazuju vrlo jaku čvrstoću veze između mjerenih i izjednačenih podataka.

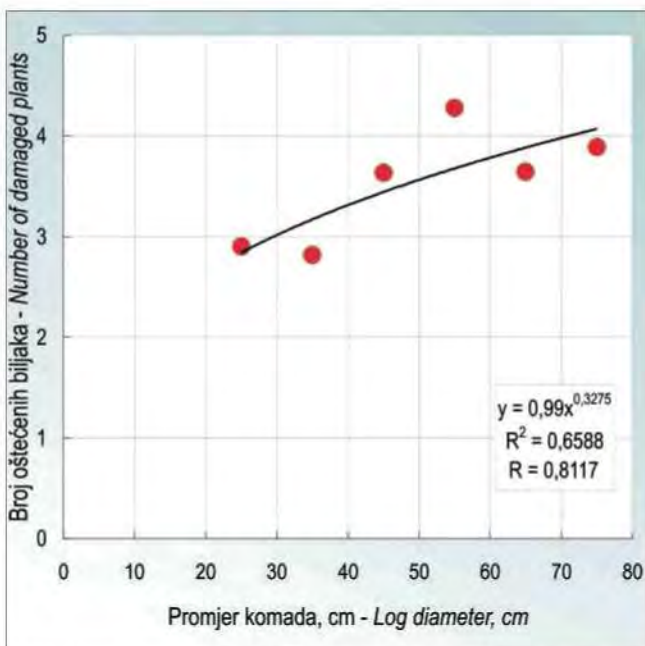
Istraživanjem se utvrdila kritična duljina trupaca od 4,8 m. Do te duljine raste broj oštećenih biljaka, a nakon te veličine pada s daljnjim povećanjem duljine komada (slika 11). Istraživanjem je potvrđeno da čelo

Slika 11. Regresijska analiza ovisnosti broja oštećenih biljaka o duljini komada obloga drva

Figure 11 Regression analysis on interdependence between the number of damaged plants and the length of individual roundwood pieces

trupca izaziva oštećenja veća od onih od oplošja trupca. Važan je i položaj trupca prema pravcu privitlavanja, zakrivljenost duljih komada, utjecaj mikrodepresija i drugo.

Već spomenuti učin čela trupca na obujam oštećivanja biljaka potvrđen je regresijskom analizom odnosa broja oštećenih biljaka i srednjega promjera trupca (slika 12). Što je veći srednji, promjer to su veći promjeri na debljem ili tanjem kraju obloga drva, odnosno veća mogućnost zahvatanja i ozljeđivanja mladoga naraštaja. Trupac promjera od 25 cm prosječno oštećuje 2,9, a trupac promjera od 75 cm 4,1 biljku. Također će

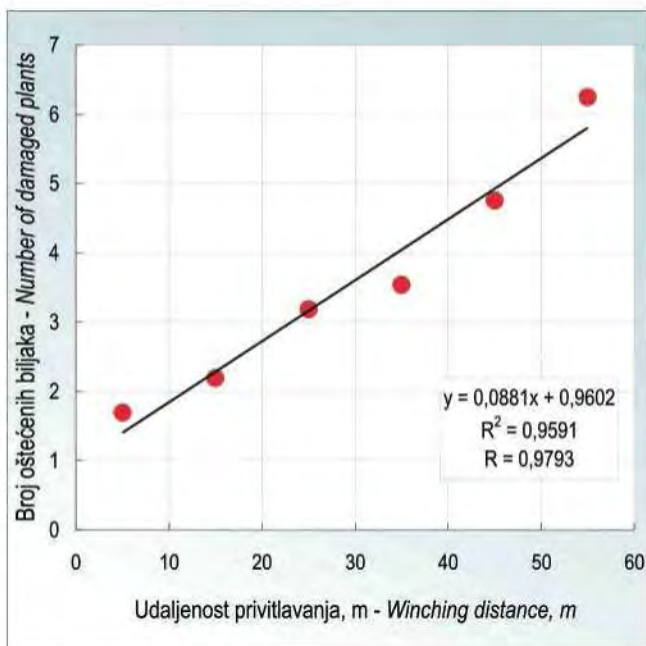


Slika 12. Regresijska analiza ovisnosti broja oštećenih biljaka o promjeru komada obloga drva

Figure 12 Regression analysis on interdependence between the number of damaged plants and the diameter of individual roundwood pieces

s porastom srednjega promjera oblovine za određenu duljinu rasti obujam, masa i površina oplošja. Sve navedeno povećava ugrozu ponika i pomlatka.

Prema Roemer-Orphal-ovoj raspodjeli koeficijent korelacije (0,9793) pokazuje potpunu vezu mjernih i izjednačenih podataka kada se radi o utjecaju udaljenosti privitlavanja komada obloga drva od stražnje daske traktora na broj oštećenih biljaka (slika 13). U rasponu udaljenosti privitlavanja od 5 do 55 m linija izjednačenja raste poprimajući granične vrijednosti od prosječno 1,4 do 5,8 oštećenih biljaka.



Slika 13. Regresijska analiza ovisnosti broja oštećenih biljaka o udaljenosti komada obloga drva od stražnje daske traktora

Figure 13 Regression analysis on interdependence between the number of damaged plants and the winching distance of individual roundwood pieces

3.6. Oštećivanje biljaka pri privitlavanju tovara Damaging of the young plants during the skidding of load along the skid trail

Osim duljine, promjera i udaljenosti privitlavanja pojedinih komada obloga drva koje je uzrokovalo oštećenja, istražen je i obujam oštećivanja ponika i pomlatka hrasta lužnjaka uzrokovan privitlavanjem tovarom. Pri ovoj je analizi primijenjena multipla linearna regresija s utjecajnim varijablama: udaljenost privitlavanja tovara, broj komada u tovaru i obujam tovara.

Pri svakom od ukupno 84 privitlana tovara došlo je do oštećivanja biljaka. Prosječni obujam tovara iznosi $q = 3,21 \text{ m}^3$, srednja je udaljenost privitlavanja $l = 31,53$ metara, a prosječni broj komada u tovaru pri privitlavanju dvobubanjskim vitlom $n = 5,4$. Prosječno

je pri privitlavanju tovara oštećeno 10 biljaka po teretu, najmanje jedna, a najviše 32.

Parametri su regresijske jednadžbe i ostali pokazatelji prikazani u tablici 4. Masnije otisnuto označeni su signifikantni parametri regresijske funkcije. Koeficijent multiple korelacije je $R = 0,70784546$ i prema Roemer-Orphal-ovoj raspodjeli (0,75 do 0,90) pokazuje jaku korelaciju. Proizlazi da na broj oštećenih biljaka pri privitlavanju tovara značajno utječe samo udaljenost privitlavanja.

Tablica 4. Pokazatelji regresije i parametri regresijske jednadžbe broja oštećenih biljaka pri privitlavanju tovara
 Table 4 Regression coefficients and regression equation parameters of damaged plants number during the winching of the load

Nezavisni član <i>Intercept</i>	R=0,70784546; R ² = 0,50104520; Adjusted R ² = 0,48233439 F (3,80) = 26,778; p < 0,00000; Std. Error of estimate: 5,3904					
	Beta	Std. Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(80)	p-level
Broj komada u tovaru, n <i>Number of pieces in the load n</i>	0,138829	0,093157	1,2598	0,845379	1,49026	0,140087
Udaljenost privitlavanja tovara, l (m) <i>Load winching distance, l (m)</i>	0,695248	0,080154	0,4232	0,048791	8,67388	0,000000
Obujam tovara, q (m ³) <i>Load volume, q (m³)</i>	0,108890	0,093459	0,6680	0,573373	1,16511	0,247435

Opis tablice: R - koeficijent multiple korelacije, R² – koeficijent determinacije, Adjusted R² – dotjerani koeficijent determinacije, F – vrijednost F-testa, t – vrijednost t-testa, p – vjerojatnost, Std. Error of estimate – standardna pogreška izjednačenja, B – izjednačena vrijednost funkcije koeficijenta korelacije vezano uz početnu vrijednost (nezavisni član) ili pojedinu varijablu.

Dobiveni matematički oblik izračuna broja oštećenih biljaka hrasta lužnjaka prilikom privitlavanja tovara glasi:

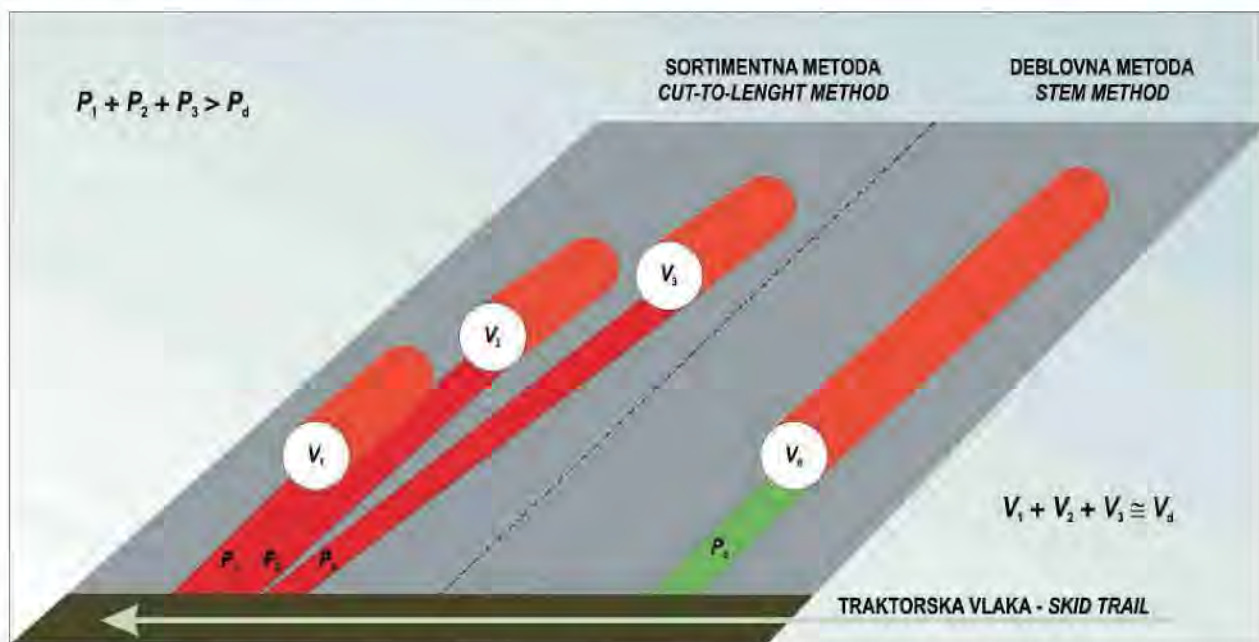
$$y = -12,2650 + 1,2598 n + 0,4232 l + 0,6680 q$$

gdje su:

- y – broj oštećenih biljaka,
- n – broj komada u tovaru,
- l – udaljenost privitlavanja,
- q – obujam tovara.

Iz do sada prikazanih rezultata dokazano je da broj oštećenih biljaka prilikom privitlavanja signifikantno ovisi o srednjem promjeru komada i udaljenosti privit-

lavanja komada, odnosno udaljenosti privitlavanja tovara. Ozljeđivanje biljaka pri privitlavanju oblovine ovisit će i o broju privitlanih komada u tovaru, jer se pomladak u najvećoj mjeri oštećuje čelima oblovine. Kod sortimentne metode potrebno je za isti drveni obujam privući veći broj komada obloga drva u odnosu na deblovnu metodu. Time se povećava broj čelâ trupaca koji mogu ugroziti pomladak, a povećava se i zahvaćena površina sastojine. Primjenom deblovne metode pri privitlavanju tovara smanjuje se broj čelâ, put privitlavanja oblovine i ugrožena ploština, uz uvjet da se stabla obaraju usmjereno (slika 14).



Slika 14. Razlika u veličini ploštine na kojoj je ugrožen mladi naraštaj hrasta lužnjaka kod sortimentne i deblovne metode pridobivanja drva

Figure 14 Differences in size of the area with endangered young plants of pedunculate oak while using stem length or half-stem length harvesting methods

6. ZAKLJUČCI – Conclusions

Na temelju rezultata provedenoga istraživanja, a u svrhu svodenja oštećivanja mladoga naraštaja na najmanju moguću mjeru tijekom privlačenja obloga drva zglobnim traktorima iz dovršnih sječina hrasta lužnjaka, preporučuje se:

- *primijeniti međusobni razmak vlaka 100 m*; kako na traktorskim vlakama dolazi do potpunoga uništavanja svih biljaka, ograničavanjem kretanja traktora na točno određene i što manje površine i smjerove privitlavanja te privlačenja drva smanjuje se mogućnost oštećivanja šumskoga tla, sastojine i pomlatka.
- *usmjereno obarati stabla prema traktorskoj vlaci*; usmjerenim se obaranjem stabala smanjuje udaljenost privitlavanja trupaca za koju je ovim radom utvrđeno da predstavlja jedan od najznačajnijih čim-

benika koji utječu na uništavanje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka.

- *primijeniti deblovnu metodu izradbe ili poludeblovnu u slučajevima graničnih tovara*; primjenom deblovne (poludeblovne) metode u odnosu na sortimentnu metodu, smanjuje se broj komada obloga drva koje treba privitlati, čime se umanjuje negativni učinak čelâ trupaca na pomladak. Osim toga, deblovnom se metodom smanjuje udaljenost privitlavanja (uz pretpostavku usmjerenoga obaranja stabala) i ploština na kojoj su ugrožene mlade biljke. Također se ne smije zaboraviti da deblovna metoda izradbe ima za posljedicu veću proizvodnost zglobnika te manji trošak po jedinici obujma u odnosu na sortimentnu metodu.

5. LITERATURA – References

- Bojanin, S., A. P. B. Krpan, 1997: Prilagodba tehnologije rada privlačenja drva zaštiti šuma. Šumarski list 121 (5–6), 243–252.
- Butora, A., G. Schwager, 1986: Holzerneschaden in Durchforstungsbeständen. Berichte 288, 1–51.
- Doležal, B., 1984: Štete u šumi izazvane mehanizacijom. Jugoslavenski poljoprivredni šumarski centar, Beograd, 1–47.
- Gajdek, D., 1989: Vrijednost šteta nastalih pri sječi i izvlačenju konjskom spregom. Šumarski institut Jastrebarsko, Radovi 80., 95–116.
- Horvat, D., 1995: Prirodni oporavak šumskog tla 10 godina nakon izvoženja drva forvarderom (Usporedna mjerenja penetrometrom). Mehanizacija šumarstva, Godište 20, Broj 3, 129–135.
- Horvat, D., 1998: Tractive Parameters of Four Skidders Used for Wood transportation in Mountain Forest Thinning. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, 17–22 June 1996, Sinnaia, Romania, FAO Rome, 377–381.
- Ivanek, F., 1976: Vrednotenje poškodb pri spravilu lesa v gozdovih na Pohorju. Disertacija, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti u Ljubljani, Ljubljana, 1–195.
- Ivanek, F., A. Krivec, 1974: Poškodbe v gozdu pri sečnji in spravilu lesa. Gozdarski vestnik 10, 1–60.
- Južnič, B., 1984: Poškodbe pri sečnji in spravilu lesa v bukovih drogovnjakih. Diplomsko delo, Biotehniška fakulteta v Ljubljani, 1–75.
- Košir, B., 1985: Poškodbe sestojev pri sečnji in spravilu lesa. Zbornik študijskih dni, BF, Ljubljana, 93–199.
- Košir, B., 1998: Poškodbe gorskih smrekovih sestojev zaradi pridobivanja lesa. Gorski gozd. XIX. Gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, March 1998, Ljubljana, 95–107.
- Košir, B., 2000: Primerjava rezultatov modela poškodb drevja v sestoji zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovni. Zbornik gozdarstva in lesarstva 62, 53–86.
- Krpan, A. P. B., Ž. Ivanović, S. Petreš, 1993: Fizičke štete na tlu pri privlačenju drva. Šumarski list 1–2, (23), 23–32.
- Krpan, A. P. B., S. Petreš, Ž. Ivanović, 1993: Neke fizičke štete u sastojini, posljedice i zaštita. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4, Zagreb, 271–279.
- Krznar, A., L. Szivoczka, S. Dolenc, D. Vuletić, 1993: Utjecaj ozljeda stabala na neke njihove fenotipske osobitosti. Šumarski institut Jastrebarsko, Radovi, 28, 193–206.
- Kulaš, J., 1979: Štete na pomlatku kod izvlačenja debala clam bunk skiderom Ősa 260. Mehanizacija šumarstva 3, 219–222.
- Martinić, I., 1991: Oštećenje sastojine pri obaranju stabala, izradi i privlačenju drva, Šumarski list 1–2, 33–48.
- Martinić, I., Jurišić, M., Hengl, T., 1999: Neke ekološke posljedice uporabe strojeva u šumarstvu. Strojarstvo 41 (3–4), 123–129.
- Meng, W., 1978: Eine Methode zur Erfassung von Ruckenschaden. Forsttechnische Informationen 12.
- Papac, B., 1992: Prostorska in časovna predstavitev nastanka poškodb pri sečnji in spravilu lesa s traktorjem. Diplomsko delo, Univerza v Ljub-

- Ijani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 1–79.
- Pestal, B., 1970: Gozdne škode, kojih pozročajo zglobni traktorji in njihovo preprečanje. Gozdarski vestnik 7–8.
- Petreš, S., 1986: Štete kod privlačenja drva traktorom kod oplodne sječe. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–58.
- Petreš, S., 1989: Neke štete pri eksploataciji šuma na stablima hrasta lužnjaka kod oplodne sječe. Stručna radnja. Rukopis, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–48.
- Petreš, S., 1996: Oštećenja prizemnih dijelova stabala privlačenjem drva iz prorjedne sastojine šumskim zglobnim kotačnim traktorima LKT 80 i LKT 81 Turbo u približno jednakim radnim uvjetima prigorjskih šuma. Rukopis, Seminarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–302.
- Petreš, S., 2004: Privlačenje oblovine zglobnim traktorima LKT 81 T i Timberjack 225 A iz dovršne sječine hrasta lužnjaka s osvrtnom na oštećivanje mladog naraštaja. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–222.
- Poršinsky, T., 2005: Djelotvornost i ekološka pogodnost forvardera Timberjack 1710 pri izvoženju oblovine iz nizinskih šuma Hrvatske. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1–170.
- Sabo, A., 2003: Oštećivanje stabala pri privlačenju drva zglobnim traktorom Timberjack 240 C u prebornim sastojinama. Šumarski list (7–8), 335–346.
- Seeling, U., G. Becker, 1990: Oleintrag in Waldboden durch Forstmaschineneinsatz. Forsttechnische Informationen, Godište 42, broj 11, 78–80.
- Serec, T., (1997): Poškodbe v sestoji pri zimski sečnji in spravi lesa z zglobnim traktorjem GT–WOODY. Višješolska diplomatska naloga, Ljubljana, 1–36.
- Sever, S., D. Horvat, 1990 A: Sabijanje tla pri izvoženju i vuči drva teškim traktorima. Glasnik za šumske pokuse, Vol. 26., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 519–546.
- Sever, S., D. Horvat, 1992: Skidders and forwarders database as source and help in determining morphological relationships. Proceedings of workshop "Computer supported planning of roads and harvesting", IUFRO Division 3, RGs: 3.05 & 3.06, 26 – 28 August 1992, Feldafing, Germany, 196–200.
- Sever, S., J. Vranković, 1989: FAO/ECE/ILO Seminar o utjecanju mehaniziranja šumskih radova na tlo. Mehanizacija šumarstva 14 (11–12), 218–222.
- Štefančić, A., 1989: Komparativno istraživanje proizvodnosti rada, troškova proizvodnje i oštećivanja stabala primjenom deblovene i sortimentne metode rada u prorednim sastojinama. Mehanizacija šumarstva 14 (5–6), 93–102.
- Tomanić, S., V. Vondra, I. Martinić, 1989: Oštećivanje sastojina pri šumskim radovima. Mehanizacija šumarstva 14 (3–4), 65–72.
- Vranković, A., N. Pernar, 1993: Oštećenja šumskog tla izvlačenjem drva i njegova regeneracija. Glasnik za šumske pokuse, 4, 281–287.
- Wästerlund, I., 1989: Effect of damages on the newly thinned stand due to mechanized forest operations. Economic commission for Europe food and agriculture organization, 1–11.
- Wästerlund, I., 2002: Soil disturbance in forestry: Problems and perspectives. Proceedings of the International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations, September 29 – October 5, 2002, Tokyo, Japan, The Japan Forest Engineering Society & IUFRO WG 3.04/3.06/3.07, 312–315.

SUMMARY: The aim of this paper was to determine and explain the relations and processes that cause damaging of the young plants during the extraction of timber by cable skidders from the final cut of pedunculate oak forests.

Test plot was set in subcompartment 1a of "Žabarski bok" management unit, which represents the conditions for timber logging from lowland pedunculate oak forests. Skidding of roundwood was performed by the LKT 81 T cable skidder equipped with two-drum winch. Before the works started there was a total of 29 371 plants (up to 5 years old) on the 1 hectare large test plot, of which 3.5 % grew on the skid trail. During the logging, 1 982 pedunculate

oak plants were partially or completely damaged, which is equal to 6.75 % of the total number of plants. The majority of damages, based on the number of damaged plants as well as the severity of their damages, were inflicted during the winching of roundwood and skidding of load along the skid trail. Analysis based on the cause and type of damage has shown that during the winching of roundwood, majority of plants was damaged by the front end of the log (82.49 %). All the plants that grew on the skid trail (3.5 % of total number of plants counted before the logging started) were destroyed by numerous passes of the skidder.

It was also determined that the lengths and diameters of the roundwood which caused damages were significantly larger than the average values for logs that didn't cause any damage to young pedunculate oak plants. Number of damaged plants grows with the increase in diameters of the winched logs, and with their winching distance.

Based on the obtained results, and with the purpose of reducing the damaging of young plants during the skidding of roundwood from final fellings in pedunculate oak forests by using the cable skidders to the least possible amount, the following is recommended: limitation of skidders' movement to skid trails 100 meters apart from each other, directed felling of trees towards the skid trail and stem length harvesting method (half-stem length harvesting method in cases of borderline loads).

Key words: pedunculate oak, final cut, skidder, damages on the young plants