

Štete na dubećim stablima nakon naplodnog sijeka tvrdih listača primjenom šumske kamionske žičare

Žugaj, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:501279>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-06**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**

ŠUMARSKI ODSJEK

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

IVA ŽUGAJ

**ŠTETE NA DUBEĆIM STABLIMA NAKON
NAPLODNOG SIJEKA TVRDIH LISTAČA PRIMJENOM
ŠUMSKE KAMIONSKE ŽIČARE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, SRPANJ, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK**

**ŠTETE NA DUBEĆIM STABLIMA NAKON
NAPLODNOG SIJEKA TVRDIH LISTAČA PRIMJENOM
ŠUMSKE KAMIONSKE ŽIČARE**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Šumarstvo, smjer uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim
gospodarenjem

Predmet: Šumske tehnike i tehnologije

Ispitno povjerenstvo:

1. prof. dr. sc. Željko Zečić
2. izv. prof. dr. sc. Dinko Vusić
3. izv. prof. dr. sc. Andreja Đuka

Student: Iva Žugaj

JMBAG: 0068229322

Broj indeksa: 1199/20

Datum odobrenja teme: 05. 05. 2023.

Datum predaje rada: 04. 07. 2023.

Datum obrane rada: 14. 07. 2023.

Zagreb, srpanj, 2023.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Štete na dubećim stablima nakon naplodnog sijeka tvrdih listača primjenom šumske kamionske žičare
Title	Demage to residual trees in establishment cut of broadleaf stand by cable yarder
Autor	Iva Žugaj
Adresa autora	Hrvatskog sokola 18, 44400 Glina
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	prof. dr. sc. Željko Zečić
Izradu rada pomogao	Branko Ursić, mag. ing. silv.
Godina objave	2023.
Obujam	31 stranica + 5 tablica + 28 slika + 32 navoda citirane literature
Ključne riječi	Šumska žičara, oštećenja kore i stabla
Keywords	Cable yarder, bark demage and trees
Sažetak	<p>Cilj je istraživanja bio utvrditi intenzitet i strukturu oštećenja preostalih dubećih stabala nakon pridobivanja drva stupnom kamionskom žičarom u naplodnom sijeku obične bukve. Istraživanje je provedeno na području UŠP Nova Gradiška, šumarije Novska u gospodarskoj jedinici Novsko Brdo u odsjeku 59c prilikom provedbe naplodnog sijeka. Površina odsjeka iznosi 16,71 ha, a uređajni razred čini gospodarska sjemenjača hrasta kitnjaka starosti 170 godina na III bonitetu. Na temelju terenske izmjere stabala na četiri trase žične linije, intenzitet štete iskazan je odnosom oštećenih i neoštećenih stabala, uz detaljnu analizu oštećenja kore. Rezultati istraživanja upućuju na najveću zastupljenost dubećih stabala u obliku oguljene kore. Najveća oštećenja u vidu oguljene kore zabilježena su na položajima debla, pridanka i žilišta, a najmanja se pojavljuju na korijenu. Najviše ozljeda utvrđeno je na stablima koja se nalaze uz trasu žične linije.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 04. 07.2023.

Vlastoručni potpis

Iva Žugaj

POPIS SLIKA

Slika 1. Sustav pridobivanja drva	8
Slika 2. Prikaz mjesta istraživanja na karti Republike Hrvatske.....	10
Slika 3. Položaj žičnih linija.....	12
Slika 4. Terenski obrazac iz računalnog software-a „UMT Plus“.....	13
Slika 5. Terenski obrazac iz računalnog software-a „UMT Plus“.....	13
Slika 6. Razradba položaja oštećenja prema Mengu na ravnom terenu (1987)	14
Slika 7. Razradba položaja oštećenja na nagibu.....	14
Slika 8. Izmjera dimenzija oguljene kore	15
Slika 9. Izmjera dimenzija oguljene kore	15
Slika 10. Stupna kamionska žičara s procesorskom glavom „Mouny 5000“.....	16
Slika 11. Prikaz kolica „Liftliner LL40-1“ i procesorske glave „Woody WH60-1“.....	18
Slika 12. Udio oštećenih stabala u odsjeku 59c	20
Slika 13. Zastupljenost oštećenja kore po vrsti oštećene kore	20
Slika 14. Prikaz nagnječene kore hrasta	21
Slika 15. Prikaz nagnječene kore bukve.....	21
Slika 16. Prikaz površine nagnječene kore	22
Slika 17. Prikaz štete u vidu oguljene kore hrasta.....	23
Slika 18. Prikaz štete u vidu oguljene kore bukve	23
Slika 19. Površina oguljene kore (po ozljedi)	24
Slika 20. Površina oguljene kore (po stablu).....	25
Slika 21. Podjela oguljene kore prema obliku	26
Slika 22. Prikaz broja neoštećenih i oštećenih stabala	26
Slika 23. Prikaz broja stabala po obliku oštećenja i debljinskim stupnjevima	27
Slika 24. Prikaz oguljene kore nastale prilikom udarca tovara.....	28
Slika 25. Prikaz štete prouzrokovane sajлом prilikom sidrenja stabla	28
Slika 26. Prikaz udjela šteta prema mjestu nastanka.....	29
Slika 27. Prikaz svih oštećenja stabala u odnosu na trasu žične linije	30
Slika 28. Prikaz većih oštećenja stabala u odnosu na trasu žične linije.....	30

POPIS TABLICA

Tablica 1. Metode i sustavi pridobivanja drva	7
Tablica 2. Podjela žičara prema različitim autorima	8
Tablica 3. Tehničke značajke stupne žičare „Mounty 5000“	16
Tablica 4. Tehničke značajke procesorske glave „Woody WH60-1“	17
Tablica 5. Tehničke značajke kolica „Liftliner LL40-1“	18

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Pomlađivanje sastojine obične bukve	3
2.1.1. Naplodni sijek.....	4
2.2. Posljedice pridobivanja drva	4
2.3. Posljedice oštećivanja stabla	6
2.4. Primijenjeni sustav pridobivanja drva	7
2.5. Cilj istraživanja	9
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	10
3.1. Mjesto istraživanja	10
3.1.1. Gospodarska jedinica Novsko Brdo, odsjek 59c.....	11
3.2. Metode istraživanja	11
3.3. Primijenjena tehnologija rada	15
3.4. Organizacija rada	19
3.5. Obrada podataka	19
4. REZULTATI S RASPRAVOM	20
4.1. Nagnečena kora	21
4.2. Oguljena kora	22
4.2.1. Veličina oguljene kore	23
4.2.2. Oblik oguljene kore.....	25
4.3. Udio oštećenih stabala prema debljinskim stupnjevima	26
4.4. Podjela oštećenja prema mjestu nastanka	27
4.6. Ozljede stabala u sastojini prema žičnim linijama	29
5. ZAKLJUČAK	31

ZAHVALA

Ovim putem se zahvaljujem svome mentoru prof. dr. sc. Željku Zečiću na prenesenom znanju, strpljivosti i iskazanom povjerenju.

Posebno se zahvaljujem Branku Ursiću, mag. ing. silv. na susretljivosti i bezuvjetnoj pomoći prilikom istraživanja i izrade diplomskog rada.

Veliko hvala kolegici Ivani Koren na pomoći prilikom terenskog istraživanja.

Zahvaljujem se dragoj prijateljici i kolegici Mariji Pokupić bez koje ovo studiranje ne bi bilo jednako dobro.

Za kraj, zahvaljujem se svojoj obitelji, a posebno roditeljima koji su mi omogućili studiranje, bili mi najveća podrška te koji su sve moje uspjehe doživljavali kao svoje vlastite.

Iva Žugaj

1. UVOD

Kroz prošlost su se načini, odnosno sredstva za pridobivanje drva mijenjali te se sve do 1960. najčešće koristila ljudska i životinjska snaga. Početkom primjene mehanizacije od 1960. godine, rasteretili su se ljudi jer su jedan dio rada preuzeli strojevi. Kod nas se pridobivanje drva obavlja ručno-strojnim radom. Radovi sječe i izrade vrše se motornim pilama, a privlačenje se uglavnom obavlja strojevima (Zečić 2015).

Poprilično velika reljefna raznolikost čini Hrvatsku vrlo zanimljivom s gledišta eksploatacije šuma. Za pridobivanja drva s obzirom na izbor tehnologije, odnosno mehaniziranih sredstava putem kojih će se izvesti određena sječa, tj. dobit, sredstva rada se odabiru ovisno o sastojinskim i terenskim uvjetima (Krpan i dr. 2003). Međutim, odabir određene metode također ovisi o tehničko-tehnološkim značajkama strojeva (Zečić 2015). S obzirom na vrstu terena, brdsko-planinsko područje najčešće iziskuje potrebu korištenja žičara budući da je izgradnja sekundarnih šumskih prometnica na takvim terenima okolišno, ali i u troškovnom smislu neprihvatljiva zbog velikih visinskih razlika na kratkim horizontalnim udaljenostima (Poršinsky i Stankić 2005).

U 19. stoljeću javlja se ideja o korištenju žičara u šumarstvu, tada su se prvi put počele koristiti za transport drva iz šume do ceste ili rijeke. Prve žičare pojavile su se 1825. godine u Sorrentu u Njemačkoj gdje su bile korištene za transport drvnog obujma u obliku točila od konopljenih užadi. Kriteriji za podjelu žičara kroz povijest su se intenzivno mijenjali pa tako neke od podjela su s obzirom na: pomičnost nosivog užeta, duljinu trase, broj užadi, nosivost te način pogona.

Temeljna su značajka šumskih žičara najmanje dva užeta, gdje jedno ima ulogu vuče tereta dok drugom uloga nošenja tereta. Pomoću kolica žičare obavlja se transport drva od mjesta sječe do šumske ceste ili nekog drugog pristupačnog mjesta, npr. pomoćnog stovarišta. Dopremanjem drva do pomoćnog stovarišta, procesorskom glavom se obavlja strojno kresanje grana i izrada drvnih sortimenata uz primjenu propisanih normativnih sustava.

Prije samog početka rada s žičarom, odnosno prije odabira sastojine za rad, potrebno je zadovoljiti osnovne zahtjeve: šumska cesta koja vodi do odsjeka mora biti prohodna za kamion mase 40 tona, konfiguracija terena treba biti pogodna za siguran rad žičare i u sastojini treba biti dovoljan broj stabilnih, tj. prikladnih stabala za sidrenje nosivog stupa i potpora nosivog užeta.

Jedna od vrhunskih tehnologija pridobivanja drva današnjice je upravo iznošenje drva stupnom kamionskom žičarom s procesorskom glavom. S obzirom da se oblovina odiže od tla prilikom izvlačenja, očuvanje šumskog tla jedna je od glavnih prednosti koje pruža ova tehnologija (Tiernan i dr. 2002). Također, smanjena su oštećenja preostalih stabala u sastojini (Loschek 2001), ali i pomlatka što doprinosi očuvanju cjelokupne bioraznolikosti šumskih zajednica.

Poršinsky i Ožura (2006) navode da većina autora smatra kako je broj mehanički oštećenih stabala dobar pokazatelj ukupne oštećenosti sastojine (Athanasias 1997, Siren 2001, Tomanić i dr. 1989).

Bez obzira na izabranu tehnologiju rada, pridobivanje drva je popraćeno oštećenjima šumskog ekosustava. Štete koje nastaju radom mehanizacije, utječu na daljnji razvoj biljaka te potrajnost prihoda i ukupnih ekoloških funkcija šume (Wasterlung 1996).

2. PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Nastanak mehaničkih oštećenja na stablima, odnosno ozljeđivanjem dubelih stabala tijekom radova u šumi za posljedicu imaju smanjenje zaštitne, socijalne i gospodarske funkcije šume. U mladim sastojinama potpunog sklopa, na stablima gornje etaže nastaju zabrinjavajuća oštećenja sastojina prilikom radova pridobivanja drva što uvelike utječe na daljnji razvoj i potrajnost šume (Martinić 1991).

Uvođenjem potpuno mehaniziranih sustava pridobivanja drva javlja se obrnuto proporcionalni odnos između fizičkog opterećenja radnika i razine sigurnosti pri izvođenju određene radne operacije pridobivanja drva, tj. smanjuje se fizičko opterećenje radnika, a povećava se razina sigurnosti. Također, teži se k smanjenju negativnih utjecaja na okoliš kao što je smanjenje oštećenosti dubelih stabala i šumskog tla prilikom odvijanja radova (Limbeck-Lilienau 2003).

Šumske žičare uglavnom se koriste na terenima s izrazito strmim nagibom, odnosno na područjima koja su nepogodna, tj. nepristupačna za druge tehnologije pridobivanja drva. Međutim, važan čimbenik je i nosivost tla. Mohtashami i dr. (2017), navode kako je globalno zagrijavanje doprinijelo poremećajima tla, odnosno smanjenju trajanja zaleđenosti tla, a time i nesmetanom kretanju strojeva po takvom terenu. Stoga, do izražaja dolaze prednosti žičare kod koje pridobivanje ne ovisi o nosivosti tla.

Brojna istraživanja su dokazala kako su žičare u odnosu na tradicionalne sustave pridobivanja drva, tehnološki razvijenije te imaju naprednije značajke, a pored toga postižu veće mjere proizvodnosti i sigurnosti rada (Alexsson 2013, Visser i Harrill 2017).

2.1. Pomlađivanje sastojine obične bukve

Bukove šume dominiraju u brdskom pojasu te tamo tvore najveće i najvrijednije šumske komplekse. Pomlađivanje bukovih sastojina temelji se na metodama pomlađivanja pod zastorom krošanja starih stabala oplodnim sječama, u tri do pet sijekova. (pripremni, naplodni, 1-2 naknadna sijeka te dovršni sijek).

Za uspješno pomlađivanje bukovih sastojina pod zastorom krošanja, odlučujuća faza je pripremni sijek. Količina svjetla na pomladnoj površini nakon obavljenog pripremnog sijeka trebala bi iznositi 5 % jer već vrijednosti od 7 do 10 % izazivaju razvoj korova. Korov se smatra velikom zaprekom prilikom pomlađivanja bukovih sastojina. Isto tako, težina bukvice onemogućuje joj pad daleko od matičnog stabla stoga u pripremnog fazi, krošnje se ne bi trebala previše razdvojiti. Nakon naplodnog sijeka, bukov pomladak traži nešto više svjetla pa se zato nakon 2 – 4 godine provede

prvi naknadni sijek. Nakon 6 – 8, najčešće 10 – 12 godina, a u nekim slučajevima nakon 15 - 20 godina od naplođenja, obavlja se dovršni sijek.

Ukoliko se primjenjuju svi sijekovi, pomladno razdoblje može potrajati do 20 godina, a samim time i preostala stabla na kojima se akumulira najveći prirast, ostaju duže u sastojini. Ukoliko su ta stabla oštećena može doći do značajnijeg smanjenja kakvoće drvnih sortimenata.

2.1.1. Naplodni sijek

Drugi sijek u nizu oplodnih sječa je naplodni sijek, a on se obavlja nakon pripremnog sijeka. Naplodni sijek obavlja se u godini obilnog uroda sjemena ili jednu do dvije godine poslije, odnosno kad je tlo povoljno, tj. spremno za prihvata i klijanje sjemena. Poslije navedenog sijeka, na pomladnoj površini stabla su ravnomjerno raspoređena, odnosno podjednako su razmještena tako da pomladak dobiva dovoljno svjetla, a da istovremeno bude zaštićen od sunca, mraza i vjetra (Anić 2007).

Također, naplodni sijek može se provoditi u sastojinama za koje su osnovnom propisane oplodne sječe i to u godini ili čak jednu do dvije godine nakon dobrog uroda sjemena glavne vrste drveća. Nadalje, ukoliko se prije naplodnog sijeka unese dovoljna količina sjemena glavne vrste drveća (Pravilnik o uređivanju šuma 1997).

Budući da se tijekom naplodnog sijeka posiječe gotovo polovica stabala koja se nalaze na pomladnoj površini, postupak sječe treba se obavljati savjesno te težiti stvaranju što manjih šteta na preostalim, najkvalitetnijim stablima koja ostaju u sastojini.

2.2. Posljedice pridobivanja drva

Uz pravilno odabranu tehnologiju, metodu i tehniku rada pridobivanja drva, oštećenja mogu biti minimalna, ali su neizbježna. Budući da je jedan od ciljeva gospodarenja šumama potrajnost, bez obzira na tehnologiju rada, trebalo bi se težiti očuvanju ekosustava odnosno svesti štete na minimum.

Svaka vrsta sječe zahtjeva odgovarajuću tehnologiju i način rada te se može reći kako svaki oblik njege šuma nije jednako zahtjevan. Pristup sječi u starijim sastojinama kao što je recimo dovršna sječa je jednostavniji za razliku od proreda jer je sastojina otvorenija, odnosno manji broj stabala je na površini. S obzirom da je manji broj stabala u sastojini, manje su štete prilikom obaranja stabala jer sjekač može lakše odrediti smjer pada stabla dok se nerijetko pazi na smjer privlačenja drva (Petreš 2006).

Sokolović i Musić (2009), tvrde da se žičare bez obzira na visoku nabavnu cijenu, visoke troškove transporta drva te ostale velike izdatke trebaju koristiti budući da imaju minimalne negativne efekte na šumsku sastojinu.

Krpan i dr. (1993) smatraju kako se bržom eksploatacijom te težnjom za većim učincima zanemaruje utjecaj šteta na potrajno gospodarenje šumama. Ukoliko se radi o lomovima, savijanju mlađih stabala, nagnječenju i oguljenju kore debla, oštećenju korijenskog sustava i dr., govori se o štetama fizičkog uzroka, odnosno o direktnim štetama nastalih tijekom sječe, izrade i privlačenja drva. S druge strane, indirektna šteta, štete koje su u većini slučajeva većeg značenja, pojavljuju se naknadno. Pod indirektna šteta podrazumijevaju se gospodarski gubici na prirastu drva po jedinici površine u pravilu zbog reduciranosti krošnje zatim štete na korijenu te mijenjanje fiziološkog stanja tla. S gospodarskog gledišta, gubitak se javlja nakon prodora gljiva te nastanka i razvoja truleži na vrijednosnim dijelovima stabla. Budući da sredstva za rad strojeva kao što su motorna ulja, sredstva za podmazivanje, nafta i sl., ostavljaju iza sebe štete na šumskom ekosustavu, može se reći kako su ukupne štete na ekosustavu poprilično veće od gospodarskih.

Petreš (2006), istražuje utjecaj privlačenja oblovine traktorom LKT 81 T na proces obnove sastojine s velikom pažnjom promatrano oštećenje ponika i pomlatka hrasta lužnjaka. Oštećenja su zasebno evidentirana nakon zabilježenih radova obaranja stabala, zauzimanja položaja traktora na traktorskoj vlaci, privitlavanja te privlačenja po vlaci. Za svaku biljku bilo je potrebno ustanoviti uzrok i vrstu oštećenja te starost biljke. Tijekom radova pridobivanja oštećeno je 6,75 % biljaka hrasta lužnjaka od ukupnog broja biljaka. Prema vrsti ozljede, s jedne strane su uništene ili nepovratno uništene i one čine 87,84 %, a nasuprot njima su polegnute ili nagnječene biljke kojih je evidentirano 241. Utvrđeno je kako najveća oštećenja nastaju prilikom privitlavanja.

Istraživanja utjecaja pridobivanja drva šumskim traktorom na oštećenost i zdravstveno stanje stabala, provedeno je na području planine Zvijezda (Zahirović i dr. 2016). Utvrđivanje veličina i broja oštećenja stabala te prisustvo truleži izvršeno je odmah nakon sječe u sastojini jele i smreke. Za rezultat istraživanja dobiveni podaci ukazuju da je veći broj oštećenih u odnosu na neoštećena stabla. Prema mjestu oštećenja najviše su stradali korijen i deblo (71,6 % stabla), zatim su oštećenja vidljiva na krošnji, potom na krošnji, korijenu i deblu. Zapažana oštećenja kreću se u rasponu od 15 cm² do 2.890 cm², smatra se kako oštećenja stabala nižih debljinskih stupnjevima nastaju prilikom sječe dok stabla u višim debljinskim stupnjevima zadobivaju ozljede prilikom izvoženja drvnog obujma. Utvrđeno je da najveći dio stabala (30 %) ima oštećenja 100 – 500 cm², 11 % stabala ima oštećenja 500 – 1.000 cm² te 25 % stabala ima oštećenja veća od 1.000 cm². Za očekivati je kako će se stabla s manjim oštećenjima oporaviti, no u budućnosti će svakako imati nešto manju vrijednost od očekivane.

Wendel i Kochenderfer (1978), istražuju oštećenja na dubecim stablima koja nastaju prilikom rada šumske žičare na području Zapadne Virginije. Ispitivanje je provedeno na površini od 52,6 ha. Zabilježeno je oštećenje na 1.641 stablu, a promjeri

stabala iznosili su do 38 cm. Utvrđeno je 40 izvaljenih stabala po 1 ha. Evidentirano je kako 5 stabla po ha imaju nagnječenje kore, a na 40 stabala po ha vidljivo je oguljenje kore. U konačnici, utvrđeno je kako primjena šumske žičare stvara jednake ili nešto manje štete nego štete koje se utvrđene pri radu sa skiderima.

2.3. Posljedice oštećivanja stabla

Brojnim istraživanjima dokazano je kako ne postoji način pridobivanja drva koji bi se obavljao na način da iza sebe ne ostavi niti jedno oštećenje na ekosustavu (Martinić 2000). Dakle, svi radovi u šumi popraćeni su nastankom šteta no ne u jednakoj mjeri. Najopasnijim štetama smatraju se one koje je prouzrokovala mehanizacija (Poršinsky i dr. 2004). Utvrđivanjem broja mehaničkih oštećenja na preostalim dubećim stablima, dolazi se do dobrog pokazatelja ukupnog oštećenja sastojine (Martinić 1991, Siren 2001, Tomanić i dr. 1989).

Prema Drvodeliću (2014), kora stabla osim što ima značajnu ulogu u sprječavanju gubitka vode, služi i kao prirodna prepreka protiv napada biljnih bolesti i štetnika.

Kora se definira kao vanjski omotač drveta, a čine ju vanjski i unutrašnji dio. Površinsko oštećenje vanjskog dijela mrtve kore smatra se nagnječenom korom dok kod termina „oguljena kora“ govori se o oštećenju kore kod kojega je vidljiva zona kambija.

Debljina i tvrdoća kore imaju veliko značenje prilikom postupaka pridobivanja drva, a to se ogleda najviše u fazi privlačenja jer tada kao i prilikom ostalih postupaka može doći do šteta na dubećim stablima. Prilikom istog udarca, više će se oštetiti vrste drveća s tankom i glatkom korom u odnosu na stabla s debelom korom (Meng 1978). S obzirom da stablo kod ozljeda manjih od 100 cm² vrlo brzo može stvoriti kalus te smanjiti mogućnost zaraze, važno je poznavati veličinu ozljede (Meng 1978). U svojim istraživanjima Bettinger i Kellog (1993), navode kako su stabla kod kojih su ozljede debela prisutne vrlo nisko, tj. blizu razine tla, podložnija razvoju mikoza razarača drva. Prilikom ozljeđivanja kore dubećih stabala stvaraju se otvori putem kojih se otvara mogućnost za izvor zaraze mikozama, odnosno uzročnicima truleži drva. Budući da se one hrane drvom, tijekom njihovog razvoja se javljaju velike štete (Glavaš 1999). S obzirom na vrstu oštećenja, ozljede na stablima u obliku nagnječene kore imaju manje mogućnosti za zaraze u odnosu na stabla kod kojih je prisutna oguljena kora (Limbeck-Lilienau 2003). Oštećenja na stablima koja nastaju prilikom sječe i izvoza očituju se u vidu smanjenja tehničke vrijednosti drva te prouzrokuju veću smrtnost stabala u sastojini budući da se kroz ozljede stvaraju povoljni uvjeti za napade štetnika te razvoj gljivičnih organizama (Han i Kellog 2000).

2.4. Primijenjeni sustav pridobivanja drva

Sustavi pridobivanja drva raščlanjuju se s obzirom na stupanj mehaniziranosti na: nemehanizirane, djelomično mehanizirane i mehanizirane. Nadalje, razradba se dijeli na visoko mehanizirane sustave gdje se samo sječa obavlja ručno – strojno te na potpuno mehanizirane sustave (svi postupci obavljaju se strojno) (Heinrich 1998).

Tablica 1. Metode i sustavi pridobivanja drva

STUPANJ MEHANIZIRANOSTI	METODA RADA	SREDSTVO RADA			PROIZVOD
		SJEČA	IZRADA	PRIMARNI TRANSPORT	
1. Djelomično mehaniziran	1. Sortimentna	Motorna pila	Motorna pila	1. Traktorska ekipaža	Oblo drvo
				2. Forvarder	
				3. Vučena žičara	
				4. Kamionska žičara	
	-		5. Poljoprivredni traktor	1-m ogrjevno drvo	
	2. Poludeblovna	Motorna pila	6. Adaptirani poljoprivredni traktor	Oblo drvo	
7. Skider mase < 5 t					
8. Skider mase > 5 t					
2. Visoko mehaniziran	3. Stablovna	Motorna pila	Procesorska glava	4. Kamionska žičara	Oblo drvo
	4. Polustablovna	-	Iverač	2. Forvarder	Drvena sječka
3. Potpuno mehaniziran	1. Sortimentna	Harvester		2. Forvarder	Oblo drvo
		Harvester s vitlom		9. Forvarder s vitlom	

Izvor: (http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202_Sustavi.pdf)

Najmanje istražena metoda pridobivanja drva u Hrvatskoj je iznošenje drva uporabom stupne kamionske žičare s procesorskom glavom. Prema stupnju mehaniziranosti ovaj sustav se smatra visoko mehaniziranim. Na slici 1 je prikazan sustav pridobivanja drva stablovnom metodom kod kojeg se upotrebljava motorna pila lančanica za sječu, kamionska žičara za iznošenje drva te procesorska glava za izradu stabla odnosno drvnih sortimenata.

S obzirom da se žičare klasificiraju na osnovi više različitih kriterija, u tablici 2 je prikazana podjela žičara od strane više autora.



Slika 1. Sustav pridobivanja drva

Izvor: (http://okfs-optimizacija.sumfak.hr/images/dokumenti/tekst/Prilog%202__Sustavi.pdf)

Tablica 2. Podjela žičara prema različitim autorima

PODJELA ŠUMSKIH ŽIČARA						
S obzirom na:	Dužinu trase:	Lake (do 300 m)	Srednje (300–900 m)	Teške (preko 900 m)	-	-
	Dužinu trase:	Kratke (do 300(400) m)	Srednje (300 (400) do 800 m)	Duge (800-2000 m)	-	-
	Pomičnost nosivog užeta:	S nepomičnim nosivim užetom	Sa spuštajućim nosivim užetom	S pokretnim nosivim užetom	-	-
	Nosivost:	Vrlo lake (manje od 0,5 t)	Lake (1-2 t)	Srednje teške (2-3 t)	Teške (3-5 t)	Vrlo teške (preko 5 t)
	Način pogona:	S vlastitim pogonom	Pogonski uređaj mašine na koju su priključeni	Vlastiti pogonski uređaj na saonicama	Samovozna kolica	-
	Broj užadi:	1	2	3	4	5 i više

Izvor: Žičara-BIH-nase_sume14-15-2009.pdf

2.5. Cilj istraživanja

Cilj je istraživanja bio utvrditi intenzitet i strukturu oštećenja preostalih dubućih stabala nakon pridobivanja drva stupnom kamionskom žičarom u naplodnom sijeku obične bukve. Istraživanjem se planira za sva preostala stabla u sastojini nakon završetka radova utvrditi vrsta drveća, položaj stabla u sastojini, vrsta i mjesto oštećenja, veličina i oblik ozljede.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Mjesto istraživanja

Istraživanje rada šumske kamionske žičare s procesorskom glavom provedeno je na području UŠP Nova Gradiška, šumarije Novska u gospodarskoj jedinici Novsko Brdo u odsjeku 59c prilikom provedbe napludnog sijeka.



Slika 2. Prikaz mjesta istraživanja na karti Republike Hrvatske

3.1.1. Gospodarska jedinica Novsko Brdo, odsjek 59c

Temeljem podataka iz osnove gospodarenja (Osnova gospodarenja 2018 - 2027) gospodarska jedinica Novsko Brdo jedna je od četiri gospodarske jedinice šumarije Novska. Gospodarska jedinica rasprostranjena je na brdovitom terenu Sisačko-moslavačke županije, a proteže se na površini od 3.677,05 ha. Drvna zaliha iznosi 901.674 m³, tečajni prirast 22.376 m³, a etat glavnog i prethodnog prihoda je 219.524 m³.

Površina odsjeka iznosi 16,71 ha, a nalazi se na 180 - 270 m nadmorske visine, na nagibu 5 – 30 %, južnoj, odnosno jugozapadnoj ekspoziciji. Pretežiti tip tla je rendzina, a na njemu se razvija fitocenoza ilirske šume hrasta kitnjaka i običnog graba s biskupskom kapicom (*Epimedio-Carpinetum betuli* Horvat 1938). Uređajni razred čini gospodarska sjemenjača hrasta kitnjaka starosti 170 godina na III bonitetu. Radi se o prezreloj sastojini hrasta kitnjaka s velikim udjelom bukve te grabom i cerom. Sastojina je nepotpunog sklopa, osrednje, a na dijelovima i loše kakvoće, a tlo je prekriveno listincem. Prema podacima iz osnove gospodarenja, drvna zaliha iznosi 6.633 m³ odnosno 396,95 m³/ha; 40,28 m³/ha čini kitnjak, 96,59 m³/ha cer, 230,88 m³/ha obična bukva, 28,49 m³/ha ostala tvrda bjelogorica (OTB) i 0,72 m³/ha ostala meka bjelogorica (OMB). Srednje plošno stablo je 31,97 cm, a godišnji tečajni prirast 7,24 m³/ha, odnosno 121 m³ u odsjeku.

3.2. Metode istraživanja

Istraživanje je provedeno tijekom ožujka i travnja 2023. godine nakon obavljenih radova pridobivanja drva stupnom kamionskom žičarom s procesorskom glavom. U odsjeku su ukupno bile četiri trase žičnih linija na kojima su evidentirana sva preostala stabla nakon obavljenih radova. Duljina trase žične linije bila je do 150 m, a širina trase do 80 m udaljenosti lijevo i desno od sredine trase žične linije.



Slika 3. Položaj žičnih linija

Trasa žične linije je predstavljala sredinu snimane površine. Daljinomjerom je izmjerena horizontalna udaljenost od stupa kamionske žičare do mjesta na trasi žične linije gdje se s promatranim stablom zatvara pravokutni trokut. Također, izmjerena je udaljenost između stabla i sredine trase žične linije. Svakom stablu je određen položaj s obzirom na stranu trase žične linije promatrano od stupa kamionske žičare prema sidrenom stablu.

Za potrebe terenske izmjere korišten je računalni software „UMT Plus“ tvrtke „Laubrass“. Na slici 4 i 5 prikazan je terenski obrazac iz računalnog software-a „UMT Plus“ u koji se upisivala vrsta drveća, prsni promjer, položaj stabla u sastojini, horizontalna udaljenost, udaljenost od trase, vrsta oštećenja, položaj oštećenja na stablu te dimenzija oštećene kore. Mjerenje prsnih promjera obavljeno je promjerkom, a položaj stabla u sastojini evidentirano je kao „lijevo“ ili „desno“ od trase žične linije. Za svako oštećeno stablo određena je vrsta oštećenja, a oštećenja su podijeljena na: izvaljeno ili polomljeno stablo, nagnječena ili oguljena kora te na polomljene grane.

Vrsta drva	Spec	Prekidi
Prsni promjer		
Horizont udaljeno		
Udaljeno od trase		
Položaj L/D		

Slika 4. Terenski obrazac iz računalnog software-a „UMT Plus“

Vrsta oštećenj	Položaj oštećenj	Velicina oštećenj
Visina oštećenj	Kraj	
Procjena		
Biljeska		

Slika 5. Terenski obrazac iz računalnog software-a „UMT Plus“

Prilikom izmjere ozljeda, definiran je i položaj na stablu koji može biti na korijenu, žilištu, pridanku te deblu. Za istraživanje i određivanje položaja ozljeda na stablu korištena je prilagođena razrada koju je uspostavio Meng 1978. godine.

Oštećenja koja su se nalazila na horizontalnoj udaljenosti većoj od 20 cm od ruba debla evidentirana su kao oštećenja korijena. Pod oštećenjem žilišta evidentirana su ona oštećenja koja su se nalazila do 30 cm visine od tla i do 20 cm udaljenosti od ruba debla. Oštećenje pridanka evidentirano je ako je bilo na visini od 30 do 130 cm od tla, a oštećenja iznad 130 cm evidentirana su kao oštećenja debla.

Ukoliko je ozljeda obuhvaćala veći dio stabla, odnosno ako je prelazila granice položaja na stablu koje je uspostavio Meng, za određivanje veličine ozljede bilo je potrebno izmjeriti duljinu i širinu za sve ozljede, oguljenu i nagnječenu koru, a ukoliko su ozljede zahvaćale veći dio stabla, bilo je potrebno utvrditi i visinu sredine ozljede od tla. Za određivanja veličine, odnosno duljine i širine, korišten je sklopivi metar te nakon što je određena sredina, označena je kredom. Potom slijedi izmjera visine na način da se izmjeri 130 cm od tla i obilježi se kredom. Dakle, visina ozljede odgovara iznosu duljine od sredine ozljede do prsnog promjera, odnosno 130 cm. Ukoliko se veći dio ozljede nalazi na korijenu, visinu je moguće dobiti s predznakom minus. Prilagodбом postojeće sistematizacije određivanja položaja ozljede na stablu korištenom sustavu pridobivanja drva, osmišljena je razradba na nagnutom terenu (slika 7).



Slika 6. Razradba položaja oštećenja prema Mengu na ravnom terenu (1987)



Slika 7. Razradba položaja oštećenja na nagibu



Slika 8. Izmjera dimenzija oguljene kore



Slika 9. Izmjera dimenzija oguljene kore

Po završetku evidentiranja štete na stablu, kredom se zabilježilo stablo tako šta je upisan „X“ kako bi se izbjeglo ponavljanje mjerenja istih šteta.

3.3. Primijenjena tehnologija rada

U istraživanom odsjeku bila je primijenjena stupna kamionska žičara s procesorskom glavom „Mounty 5000“).

Daljinski upravljana šumska kamionska žičara „Mounty 5000“ je stupna žičara s vitlima i užadima koja se montira na stražnji dio kamiona. Na kamionu „Mercedes Acros 4145“ nalazi se postrojenje koje sadrži glavni nosivi stup, a na podnožju stupa vezana je upravljačka kabina s kranom i procesorskom glavom. Važan dio je dizalica jer se pomoću nje vrši dizanje, zakretanje te upravljanje deblom tokom rada. Fiksiranje glavnog nosivog stupa vrši se pomoću sidrenih stabala s četiri do šest užadi oko kamionskog postrojenja. Nakon dopreme tovara primjenom žičare, procesorska glava ga obrađuje. Za pokretanje cijelog postrojenja korištena je snaga motora kamiona.

Maksimalna dužina trase može iznositi 750 m. Prema podacima proizvođača šumska kamionska žičara „Mounty 5000“ trebala bi realizirati u prosjeku od 6.000 do 10.000 m³ godišnje, što ovisi o uvjetima rada. Dok u Republici Hrvatskoj u prosjeku

iznosi između 50 i 70 m³. Zadnje prorede, oplodne sječe u jednodobnom gospodarenju te sječe na pruge smatraju se najpogodnijim sastojinama za rad takve žičare.

Trgovačko društvo „Hrvatske šume d.o.o. Zagreb“ u vlasništvu ima dvije šumske kamionske žičare koje su dodijeljene Upravi šuma podružnica Karlovac.



Slika 10. Stupna kamionska žičara s procesorskom glavom „MOUNTY 5000“

Tablica 3. Tehničke značajke stupne žičare „MOUNTY 5000“

Pogonsko vozilo	
Vozilo	Mercedes Arocs AK 4145 (8x6)
Snaga	450 PS (444 KS)
Masa	31.000/35.000 kg
Dimenzije pri transportu	13,09 m x 2,50 m x 4,00 m
Visina tornja	14,2 m
Dizalica	
Tip	MT24
Podizna sila	220 kNm
Sila rotacije	40 kNm
Raspon rotacije	350°
Doseg	9,9 m

Procesorska glava „Woody WH60-1“, korištena na terenu, prilagođena je za rad na srednjim i velikim stablima. Duljina reza u promjeru omogućena je do 70 cm. Sadrži hidraulički motor velike snage te brzi rezni lanac s kojim se vrši obrada drva. Opremljena je intergiranim sustavom kontrole duljine trupaca s kojim je olakšana precizna izrada određenog sortimenta.

Tablica 4. Tehničke značajke procesorske glave „Woody WH60-1“

»Woody WH60-1«	
Masa	1450 kg/1480 kg
Preporučena snaga motora	118 kW (158 KS)
Glavna pila	
Brzina lanca	40 m/s
Duljina vodilice pile	820 mm
Maksimalni promjer rezanja	750 mm
Hvatalo	
Noževi	4 fleksibilna i 1 statični
Max. otvaranje hvataljki	1200 mm



Slika 11. Prikaz kolica „Liftliner LL40-1“ i procesorske glave „Woody WH60-1“

Sastavni dio šumske žičare koji služi za privlačenje stabala po trasi žične linije su kolica „LIFTLINER LL40 -1“. Kolica su metalne konstrukcije, pogonjena su dizelskim motorom s unutarnjim izgaranjem, sadrže vitlo te upravljačku jedinicu za upravljanje na daljinu. Pogodna su za rad na svim terenima na temperaturama između -25°C i $+30^{\circ}\text{C}$, a namijenjena su za srednjoeuropske uvjete. Maksimalno opterećenje iznosi pet tona.

Tablica 5. Tehničke značajke kolica „Liftliner LL40-1“

»Liftliner LL40 -1«	
Težina kolica	1020 kg
Promjer nosivog užeta	O 18 – 19 mm
Pogonski motor	Dizelski motor, 55 kW
Obujam spremnika goriva	25 l
Vučna sila užeta	27–45 kN
Maksimalna duljina užeta	110 m

3.4. Organizacija rada

U skupnom radu sa žičarom sudjeluje skupina koja se sastoji od četiri radnika; operater te tri sjekača-kopčaša. Operaterov zadatak je upravljanje žičarom i procesorskom glavom te odvezivanje tovara dok sjekači-kopčaši radni dan provode u sastojini na pripremi tovara. Jedan radnik obavlja kopčanje tovara dok druga dva radnika rade na pripremi tovara, tj. obavljaju obaranje stabala i reduciranje duljine prevelikih stabala ukoliko je to potrebno. Kopčaš po završetku pripreme tovara, daljinskim upravljačem započinje postrano privitlavanje tovara do trase žične linije, a potom iznošenje do stupa kamionske žičare. Sjekači i kopčaši izmjenjuju se u radnim operacijama tijekom radnog dana.

Sustav rada žičare sastoji se od odvojenih faza rada te za vrijeme odvijanja jedne radne operacije, odvija se druga. Primjerice, za vrijeme obaranja jednog stabla, istovremeno se može odvijati kopčanje već prethodno oborenog stabla ili usporedno s obradom tovara, vrši se priprema i transport tovara do stupa žične linije.

3.5. Obrada podataka

S obzirom da su na terenu podaci digitalno prikupljeni vrlo lako su prebačeni na računalo te obrađeni u programu MS Excel. Analizirao se udio oštećenih, odnosno neoštećenih stabala kako s obzirom na vrstu stabla, tako i s obzirom na vrstu oštećenja. Oštećena stabla su podijeljena s obzirom na vrstu oštećenja na stabla s nagnječenom i oguljenom korom, stabla s nagnječenom te stabala s oguljenom korom. Također, analizirao se položaj oštećenja na stablu te je za oguljenu koru određen oblik. Nadalje, analiziran je udio oštećenih stabala prema debljinskim stupnjevima. Određen je položaj svakog stabala u sastojini te je s obzirom na udaljenost od trase utvrđen postotak oštećenja.

4. REZULTATI S RASPRAVOM

Nakon provedbe napludnog sijeka u gospodarskoj jedinici Novsko Brdo u odsjeku 59c, zabilježeno je 179 stabala od kojih je 131 oštećeno dok je 48 neoštećenih. S obzirom na vrstu oštećenja, nagnječena i oguljena kora se pojavljuju na najvećem broju stabala, nakon toga slijedi oguljena, a potom nagnječena kora. Evidentirano je 78 stabala s nagnječenom i oguljenom korom, na 33 stabala evidentirana je samo oguljena kora dok je na 17 stabala oštećenje vidljivo samo u obliku nagnječene kore. U ukupnom broju svih oštećenih stabala, oštećenje u obliku polomljenog i/ili izvaljenog stabla te stabla s polomljenim granama bila su vrlo malo zastupljena (2 %). S obzirom na vrstu drveća, od 151 stabla obične bukve, oštećeno je 112 stabala što je 74,17 % dok je od 22 stabla hrasta cera, oštećeno 18 stabala, odnosno 81,81 % hrasta cera je oštećeno.



Slika 12. Udio oštećenih stabala u odsjeku 59c



Slika 13. Zastupljenost oštećenja kore po vrsti oštećene kore

4.1. Nagnječena kora

Oštećenja na stablima kod kojih nije vidljiv kambij, odnosno oštećenje gdje je oštećen samo vanjski, mrtvi dio kore, smatramo nagnječenjem kore. Prilikom svake ozljede kore javljaju se povoljni uvjeti za gljive truležnice međutim kod nagnječene kore, pojava infekcija je manja nego kod oguljene kore.

Prilikom terenskog istraživanja, evidentirano je 17 stabala kod kojih je prisutno oštećenje samo u vidu nagnječenja kore.



Slika 14. Prikaz nagnječene kore hrasta



Slika 15. Prikaz nagnječene kore bukve

4.1.1. Veličina nagnječene kore

U istraživanom odsjeku 59c, evidentirano je 179 stabala dok je na 13 % stabala zabilježena šteta u obliku nagnječenja kore. Na jednom bukovom stablu zabilježena je površina nagnječene kore 1882 cm², a to je najveća površina, tj. suma oštećenja zabilježenih na jednom stablu dok s druge strane najmanja površina oštećenja iznosi 8 cm². Tijekom izmjere, procjenom je određena najveća ozljeda veličine 1400 cm² koja je zahvaćala područje pridanka i debla, a na pridanku je zabilježena najmanja ozljeda površine 2 cm².

U prosjeku najveća površina ozljeda utvrđena je na pridanku i deblu, a iznosi 517 cm² dok s druge strane na korijenu je zabilježena površina od 46 cm² što je ujedno najmanja suma oštećenja nagnječene kore.



Slika 16. Prikaz površine nagnječene kore

4.2. Oguljena kora

Dosadašnja istraživanja su bila orijentirana istraživanju samo oguljene kore bez davanja pozornosti nagnječenoj kori jer se za nju smatra kako nema utjecaja na rast i razvoj stabla te će stoga biti detaljno analizirani samo podaci o ozljedi stabla u obliku oguljene kore.

Pod oguljenom korom smatramo oštećenja koja su s fitopatološkog aspekta veća od nagnječene kore s obzirom da se kod nagnječene kore, gljivične infekcije u većini slučajeva ne pojavljuju.

Na 179 zabilježenih stabala u istraživanom odsjeku, broj stabala koji je imao oštećenja u vidu oguljene kore iznosi 111, a broj stabala kod kojih je zabilježena samo oguljena kora iznosi 33.



Slika 17. Prikaz štete u vidu oguljene kore hrasta



Slika 18. Prikaz štete u vidu oguljene kore bukve

4.2.1. Veličina oguljene kore

Na razvoj stabla u budućnosti uvelike utječe veličina ozljede. Pored ekološke vrijednosti, potrajnost stabla također ovisi o veličini ozljede budući da su s pojavom ozljeda postavljeni uvjeti za pojavu sekundarnih biotskih štetnika. Uslijed djelovanja štetnika – gljiva razarača drva, smanjuje se tehnička vrijednost te u konačnici otpada i ekonomska vrijednost drva.

Veličina ozljede znatno ovisi o mogućnostima pojave zaraza, tj. ukoliko je šteta na stablu manja od 10 cm^2 (manja od 100 cm^2) to je smanjena pogodnost za zarazu sporama gljiva budući da stablo vrlo brzo stvara kalus, odnosno kalusira stvorenu ozljedu (Meng 1978). Dakle, smatra se kako stablo ima mogućnost sanirati ozljedu ukoliko je veličina manja od 100 cm^2 (Doležal 1984). Ukoliko je oštećenje u vidu oguljene kore veličine 50 cm^2 te je svrstano u skupinu malih oštećenja, treba istaknuti da to oštećenje nije znatno opasno za stablo. Prema Smith i dr. (1994) ozljeda se smatra kritičnom ukoliko je ploština jednaka kvadratu prsnog promjera stabla.

Površina ozljeda kore nastalih prilikom iznošenja sortimenata uvelike ovise o debljini kore, tj. može se razlikovati s obzirom na vrstu drveća. Kod vrsta drveća s tankom i glatkom korom, mehanička oštećenja puno su češća. Stoga, prilikom iste

jačine udarca, veća šteta će se pojaviti kod glatke kore, u ovom slučaju kod bukve u odnosu na hrapavu koru hrasta.

Nakon terenskog istraživanja, obrađena je osnovna analiza podataka koja je prikazana u grafičkom obliku. Podaci o veličini oguljene kore podijeljeni su na oguljenu koru po pojedinoj ozljedi na način da je svaka ozljeda zasebno gledana, neovisno o broju stabala. S druge strane, veličina oguljene kore razvrstana je prema stablu, tj. sumiranjem svih ozljeda na svakom pojedinom stablu, dobivena je površina oštećenosti na stablu. Veća površina ozljeda prisutna je u drugom slučaju pošto smo sve ozljede na stablu gledali kao jednu.



Slika 19. Površina oguljene kore (po ozljedi)

Na slici 19 grafički su prikazana najveća oštećenja koja su zabilježena na položajima debla, pridanka i žilišta te u prosjeku iznose 4.313,00 cm² dok se najmanja oštećenja pojavljuju na korijenu i u prosjeku iznose 157,07 cm². Nakon obrade podataka utvrđeno je kako je 32,86 % ozljeda veličine ispod 100 cm² te se za takva oštećenja smatra kako je smanjena pogodnost za zarazu sporama gljiva. Udio stabala s oguljenom korom koja prema veličini pripada kategoriji ozbiljnih oštećenja (> 501 cm²) iznosi 18,35 %.

Na slici 20 grafički su prikazana oštećenja koja su nastala sumiranjem svih ozljeda na svakom pojedinom stablu. Najveća oštećenja zabilježena su na deblu, pridanku i

žilištu te iznose 4.313,00 cm² dok se najmanje oštećenja nalazi na korijenu i iznosi 345,07 cm².



Slika 20. Površina oguljene kore (po stablu)

4.2.2. Oblik oguljene kore

S obzirom na uzdužnu os debla i dimenzije ozljede, može biti poprečna, uzdužna te okrugla ozljeda.

Smatra se kako uzdužna ozljeda nema toliko velik utjecaj na stablo kao poprečna ozljeda iste dimenzije. Dakle, poprečna ozljeda bi obuhvatila veći opseg kore te bi smanjila površinu neoštećene kore u horizontalnog smjeru za razliku od uzdužne ozljede. Također, povećanjem opsega zahvaćenog oguljenom korom smanjuje se mogućnost provođenja hranjivih tvari provodnim elementima u kori. U istraživanom odsjeku 59c, 65 % ozljede su uzdužnog oblika dok ostatak otpada na poprečne ozljede kojih je 25 % te okrugle kojih ima 10 % (slika 21).



Slika 21. Podjela oguljene kore prema obliku

4.3. Udio oštećenih stabala prema debljinskim stupnjevima

Prema broju evidentiranih stabala utvrđeno je kako se najveći broj ozljeda u vidu oguljene kore nalazi na stablima prsnog promjera 52,5 cm dok na stablima prsnog promjera 62,5 cm najviše je vidljivih nagnječenja kore. Prema broju stabala, najviše oštećenja javlja se na stablima velikih promjera što je i za očekivati budući da se izmjera provodila u odsjeku u kojem se nalaze stabla velike starosti (slika 22). Također, izmjera se vršila nakon provedbe napludnog sijeka što je još jedan od razloga oštećenosti stabala velikih promjera.



Slika 22. Prikaz broja neoštećenih i oštećenih stabala

Pažnju treba obratiti na odnos veličine ozljede i prsnog promjera iz razloga što ozljeda istih dimenzija ne ugrožava jednako stabla različitih promjera, posebno ako se radi o ozljedama poprečnog oblika.



Slika 23. Prikaz broja stabala po obliku oštećenja i debljinskim stupnjevima

4.4. Podjela oštećenja prema mjestu nastanka

Jedan dio ozljeda, najčešće na deblu, nastao je natezanjem užeta prilikom podizanja tovara. Naime, prilikom privitlavanja, odnosno podizanja tovara, uža je nekad bila toliko blizu dubećih stabala da je u nekim slučajevima dolazilo u dodir s njima te pri tome stvaralo štete. Štete od užadi vidljive su i na stablima koja su poslužila kao sidrena stabla.

Najviše oštećenja dogodilo se u zoni do 130 cm od tla, odnosno 71 %, a svega 29 % na deblu. Dakle, sa sigurnošću se može reći kako su štete nastale prilikom udaraca iznošenog tovara o određeno dubeće stablo. Nakon debla, najveći postotak ozljeda (26 %) nalazi se na korijenu. Nadalje, na pridanku se nalazi 23 % oštećenja dok je na žilištu prisutno 11 %. Ostala oštećenja su u daleko manjem postotku te se protežu kroz više položaja na stablu što je vidljivo na slici 26.

Brojni su čimbenici koji utječu na mjesto pojave šteta na stablima, a neki od njih su: dimenzije stabala, granatost stabala, nestručno rukovanje mehanizacijom te udaljenost privlačenja tovara. S obzirom da se radi o naplodnom sijeku, dimenzije stabala su velike pa tijekom privlačenja tovara s razvijenom krošnjom moglo je doći do pojave šteta i to uglavnom na donjim dijelovima stabla; korijenu i žilištu. Nastanak šteta na donjim dijelovima stabala je opravdan s obzirom da je tovar pri privlačenju jednim dijelom odignut dok se drugi dio, uglavnom krošnja, vuče po tlu. Također, štete su nastajale kad bi brzina privitlavanja bila veća od potrebne te bi se tad tovar nepotrebno

zaljuljao, a potom napravio štete na stablima uz trasu žične linije. U nekolicini slučajeva prilikom iznošenja tovara, tovar bi se otkacio, a ukoliko se to dogodilo na strmom nagibu, zaustavio bi se udarcem o prvo stablo na kojem bi stvorio štetu. Nadalje, tijekom terenskog istraživanja utvrđeno je kako je veći broj šteta nastao prilikom privitlavanja tovara s veće udaljenosti. Za očekivati je kako će postrano privitlavanje tovara s ruba odsjeka stvoriti veće štete nego privitlavanje uz trasu žične linije s obzirom da prilikom privitlavanja prolazi između većeg broja dubećih stabala.

Smatra se kako su stabla na kojima su prisutne štete do 130 cm od tla više podložne napadu sekundarnih štetnika u odnosu na stabla kod kojih se ozljede pojavljuju iznad 130 cm. S obzirom da se radi o naplodnom sijeku, preostala dubeća stabla neće se još dugo zadržati na svom staništu jer za vrlo kratko razdoblje slijedi dovršni sijek.



Slika 24. Prikaz oguljene kore nastale prilikom udarca tovara



Slika 25. Prikaz štete prouzrokovane sajлом prilikom sidrenja stabla

Međutim, bez obzira o kojem se sijeku radi, pojava štetnika nije nezaobilazna. Prodiranjem sekundarnih štetnika, od kojih su najčešće gljive truležnice, dubećim stablima pada kvaliteta. S ekonomskog gledišta, nastale štete će uvelike utjecati na vrijednost budućeg sortimenta.



Slika 26. Prikaz udjela šteta prema mjestu nastanka

Mnogi autori smatraju kako se najveći broj šteta na dubećim stablima stvara prilikom privlačenja, odnosno izvoženja drvnih sortimenata.

Prilikom pridobivanja drva, odnosno prolazak strojeva po šumskoj površini iza sebe ostavlja određene negativne posljedice. Za pretpostaviti je kako se štete povećavaju prilikom uporabe strojeva većih dimenzija i mase (Abeels 1989 i Martinić 1999). Osim najčešće spomenutih šteta na tlu koje se očituju u zbijanju tla, značajne su i štete koje nastaju na dubećim stablima.

Prema Martiniću (2000), obujam oštećenosti uvelike ovisi o odabiru sredstva rada, terenskim i sastojinskim uvjetima, tehnicima izvođenja radova te o sposobnosti izvoditelja radova.

4.6. Ozljede stabala u sastojini prema žičnim linijama

Na slikama 27 i 28 prikazan je položaj stabala u odnosu na trasu žične linije.

Na slici 27 se vidi kako je najviše oštećenih stabala, tj. 76,74 % uz trasu žične linije, odnosno na udaljenosti manjoj od 10 m. Također, na udaljenosti manjoj od 10 m je 23,26 % neoštećenih stabala. Međutim, na slici 27 su isključena ona stabla kod kojih je oguljena kora manja od kvadrata prsnog promjera te su ta stabla prikazana na slici 28.



Slika 27. Prikaz svih oštećenja stabala u odnosu na trasu žične linije

Na slici 28 prikazana su oštećenja kod kojih je oguljena kora veća od kvadrata prsnog promjera te su prema tome te ozljede kritične. Na udaljenosti manjoj od 10 m, udio oštećenih stabala iznosi 16,28 %. Iako broj ozlijeđenih stabala opada s povećanjem udaljenosti, štete koje su nastale su i dalje veće od onih koje bi u normalnim uvjetima bile dozvoljene.



Slika 28. Prikaz većih oštećenja stabala u odnosu na trasu žične linije

Budući da je više iznošenih sortimenata prolazilo pored stabala koja su bliže žičnoj liniji, veća je mogućnost da se upravo ta stabla, stabla u blizini žične linije, ozlijede. Udaljavanjem od trase žične linije, smanjuje se broj oštećenih stabala. Prema tome, stablo koje se nalazi na većoj udaljenosti od trase žične linije smatra se sigurnijim. Na temelju ovih rezultata utvrđeno je kako udjel oštećenja stabala uvelike ovisi o udaljenosti stabala od trase žične linije.

5. ZAKLJUČAK

- U odsjeku 59c gdje je provedeno istraživanje, najzastupljenija vrsta oštećenja dubućih stabala, nastala prilikom primjene stupne kamionske žičare s procesorkom glavom je oguljena kora, zatim nagnječena kora dok su drugi oblici oštećenja vrlo malo zastupljeni.
- Udio oštećenih stabala nakon radova pridobivanja drva kod kojih je zabilježena oguljena i nagnječena kora iznosi 60 %, zatim stabla kod kojih je zabilježena samo oguljena kora iznosi 25 % te samo nagnječena kora 13 %.
- Prema mjestu nastanka oštećenja, najviše oštećenja se javlja na deblu (29 %), a na drugom mjestu se nalazi korijen gdje ima 26 % oštećenja.
- S obzirom na veličinu nagnječene kore, najmanja oštećenja zahvaćala su korijen te su u prosjeku iznosila 46 cm², a najveća oštećenja su zahvaćala pridanak i deblo te su u prosjeku iznosila 517 cm².
- S obzirom na veličinu oguljene kore, udio stabala s oguljenom korom koja prema veličini pripada kategoriji ozbiljnih oštećenja (> 501 cm²) bilo je 32,86 % dok je oštećenja ispod 100 cm² bilo 18,35 % te se za ta oštećenja smatra kako neće imati velike posljedice na sastojinu.
- Prema rezultatima istraživanja, utvrđeno je 65 % ozljeda uzdužnog oblika, poprečne ozljede zauzimaju postotni udio od 25 % te 10 % otpada na okrugle ozljede.
- Najviše ozljeda utvrđeno je na stablima koja se nalaze uz trasu žične linije.
- U budućim istraživanjima pažnju bi trebalo usmjeriti k utvrđivanju uzroka oštećenja dubućih stabala pri iznošenju drva.
- Kroz bolju organizaciju rada, pridržavanjem pravila struke, odnosno poboljšanjem tehnike rada i edukacijom radnika, moglo bi se doći do manjih oštećenja dubućih stabala.

LITERATURA

1. Abeels P., F., J., 1989: Forest machine design and soil damage reduction. Proceeding of the ECE/FAO/ILO/IUFRO Seminar on the Impact of mechanization of forest operations to the soil, Louvain-la-Neuve, str. 195-224.
2. Alexsson, E. P., 2013: The Mechanization of Logging Operations in Sweden and its Effect on Occupational Safety and Health <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08435243.1998.10702715>
3. Athanassiadis, D., 1997: Residual stand damage following cut-to-length harvesting operations with a farm tractor in two conifer stands. *Silva Fennica* 31(4): 461–467.
4. Anić, I. 2007: Uzgajanje šuma I. Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet: 62.
5. Bettinger, P., Kellogg, L. D., 1993: Residual stand damage from cut-to-length thinning of second-growth timber in the Cascade Range of western Oregon. *Forest Products Journal* 43(11-12): 59–64.
6. Doležal, B. (1984): Štete u šumi izazvane primjenom mehanizacije. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu. Jugoslavenski poljoprivredno - šumarski centar. Služba šumske proizvodnje, br. 8, str. 1-48, Beograd
7. Drvodelić, D., 2014: Arborikulturni postupci pri konzervaciji starih i posebno vrijednih stabala I dio, *Šumarski list*, 138, 608-610
8. Glavaš, M., 1999: Glijivične bolesti šumskog drveća, *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 54–56.
9. Han, H.S., Kellogg, L.D. (2000): Damage characteristics in young Douglas-fir stand from commercial thinning with four Timber harvesting systems. *Western Journal of Applied Forestry*, 15: 1–7.
10. Heinrich, H., 1998: Recent developments on environmentally friendly forest road construction and wood transport in mountainous forests. Proceedings of the Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, Sinnaia, FAO Rome, 366–376
11. Krpan, A. P. B., Petreš, S., Ivanović, Ž., 1993: Neke fizičke štete u sastojini, posljedice i zaštita (Forest stand damage, effects and protection). *Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje 4*: 271–279
12. Krpan, A. P. B., Poršinsky, T., Zečić, Ž., 2003: Studija o potrebnoj veličini zglobnoga traktora (skidera) temeljem sastojinskih prilika glavnog prihoda i primijenjene tehnologije. *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb*, str. 1-41.
13. Limbeck – Lilienau, B., 2003: Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. In: Steinmuller T., Stampfer K. (eds): Proceedings of High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain. Sclaegl, 5.–9. October 2003. Vienna, University of Natural Resources and Life Sciences (CD-ROM): 11.

14. Loschek, J., 2001: Development of mechanized logging
<https://www.fao.org/3/y9351e/Y9351E44.htm>
15. Martinić, I., 1991: Oštećivanje sastojine pri obaranju stabala, izradi i privlačenju drva. Šumarski list 115 (1-2): 33–47.
16. Martinić, I., 2000: Koliko smo blizu ekološki prihvatljivoj uporabi mehanizacije u šumarstvu? Šumarski list 124(1-2): 3–13
17. Meng, W., 1978: Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzermte – Ausmaß und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. Schriftenreihe der LFV Baden-Württemberg, Band 53: 159.
18. Osnova gospodarenja za gospodarsku jedinicu »Novsko Brdo«, 2018. – 2027.
19. Petreš, S., 2006: Oštećivanje ponika i pomlatka pri privitlavanju i privlačenju oblovine traktorom LKT 81 T iz dovršne sječine hrasta lužnjaka. Šumarski list 130(3- 4): 87–10.
20. Poršinsky, T., Krpan, A. P. B., Stankić, I., 2004: Djelotvornost strojne sječe i izrade u sastojinama tvrdih i mekih listača – 4. dio: Okolišna pogodnost strojne sječe u prirodnim sastojinama. Šumarski list 128 (11-12): 655–669.
21. Poršinsky, T. i Stankić, I., 2005: Prilog poznavanju iznošenja drva šumskim žičarama. Nova mehanizacija šumarstva, 26, 39–54.
22. NN, 1997: Pravilnik o uređivanju šuma. Narodne novine, NN 11/1997.
23. Siren, M., 2001: Tree Damage un Single – Grip Harvester Thinning Operations. Journal of Forest Engineering 12 (1): 29–38.
24. Smith, H. C., Miller, G. W., Schuler, T. M., 1994: Closure of Logging Wounds After 10 Years. USDA Forest Service – Northeastern Forest Experiment Sation, Research Paper, NE-692: 1–10.
25. Sokolović, Dž. i Musić, J., 2009: Privlačenje drveta šumskim žičarama: Naše šume, 14-15, str. 33-36
26. Tiernan, D., P. M. O. Owende, C. L. Kanali, R. Spinelli, J. Lyons, S. M. Ward, 2002: Selection and Operation of Cable Systems on Sensitive Forest Sites. Project deliverable D2 of the Development of a Protocol for Ecoefficient Wood Harvesting on Sensitive Sites ECOWOOD). EU 5th Frame-work Project (Quality of Life and Management of Living Resources), 1 – 73.
27. Tomanić, S., Vondra, V., Martinić, I., 1989: Oštećenje sastojina pri šumskim radovima (Damage on Stands at Forest Work). Mehanizacija šumarstva 14(3-4): 65–72.
28. Visser, R., Harrill H., 2017: Cable Yarding in North America and New Zealand: A Review of Developments and Practices - <https://hrcak.srce.hr/file/281474>
29. Zečić, Ž., 2015: Optimiziranje sustava pridobivanja drva skupnim radom u prorednim sječinama grđevačke Bilogore. Radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad u Bjelovaru 9: 245–264
30. G. W. Wendel, G. W. i J. N. Kochenderfer, J. N., 1978: Damage to Residual Hardwood Stands Caused by Cable Yarding with a Standing Skyline, Southern Journal of Applied Forestry, 2, (4): 121-125

31. Zahirović K., Treštić T., Mujezinović O., Hasković A. 2016. Utjecaj sječe i izrade drvene mase na oštećenosti zdravstveno stanje stabala smreke i jele na području planine Zvijezda. *Naše šume*, 44-45: 15-29.
32. Wasterlund, I., 1996: Envirogentle forestry operations - possible or must. *Proceedings of the seminar Progresses in Forest Operations*, 8 May 1996, Ljubljana, Slovenia, 9-14.