

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

Blaž BIŽAL

**POŠKODBE SESTOJA PO SEČNJI IN SPRAVILU
LESA S KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F V
IGLASTIH SESTOJIH**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2014

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

Blaž BIŽAL

**POŠKODBE SESTOJA PO SEČNJI IN SPRAVILU LESA S
KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F V IGLASTIH SESTOJIH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**THE DAMAGE TO STANDS AFTER LOGGING AND WOOD
TREATMENT WITH THE HSM 805F FORESTRY COMBINED
MACHINE IN CONIFEROUS STANDS**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravi lu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva, ki se je izvajal na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Terensko delo je potekalo v gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec, gozdnogospodarski enoti Mislinja, odsek 112B.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je dne 1. junija 2012 odobrila temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Jurija Marenčeta, za somentorja diplomskega dela pa izr. prof. dr. Boštjana Koširja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

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

Blaž BIŽAL

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMATIKA

- ŠD Dv1
- DK GDK 461:36:174.7(043.2)=163.6
- KG poškodbe sestojev/kombinirani stroji za sečnjo/tehnologija kratkega lesa/tehnologija dolgega lesa/metode dela
- AV BIŽAL, Blaž
- SA MARENČE, Jurij (mentor)/KOŠIR, Boštjan (somentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 2014
- IN POŠKODBE SESTOJA PO SEČNJI IN SPRAVILU LESA S KOMBINIRANIM STROJEM HSM 805F V IGLASTIH SESTOJIH
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
- OP VII, 39 str., 15 sl., 14 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Cilj in namen diplomske naloge sta bila ugotoviti poškodbe sestoja, ki se pojavijo pri mehanizirani sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F v iglastih sestojih. Raziskavo smo izvajali na dveh objektih v GGE Mislinja. Za pridobivanje lesa ter ugotavljanje poškodovanosti sestoja smo uporabili različni tehnologiji in metodi. Na objektu 1 je potekala sečnja kratkega lesa, za ugotavljanje poškodovanosti sestoja smo uporabili metodo krožnih ploskev, na objektu 2 pa je potekala sečnja dolgega lesa, za ugotavljanje poškodovanosti sestoja pa smo uporabili metodo popolnega popisa. Pri ugotavljanju poškodovanosti sestoja smo bili pozorni na lokacijo, starost, velikost, število poškodb in pas sečnje. Na obeh objektih smo ugotovili, da so poškodbe, ki so bile na več kot 200 cm² površine, prisotne v največji meri. Prav tako smo na obeh objektih ugotovili največji delež poškodovanosti debla drevesa. Zanimal nas je tudi delež poškodovanosti sestoja po opravljeni sečnji in spravilu lesa. Ugotovili smo, da je poškodovanost sestoja večja na objektu 2, pri katerem smo uporabili tehnologijo dolgega lesa. Delež poškodovanosti sestoja je v obeh objektih (33 %, 45 %) nekoliko večji od povprečja v Sloveniji, ki je približno 25 %.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1

DC FDC 461:36:174.7(043.2)=163.6

CX damage to stands/combined machine for logging/shortwood technology/longwood technology/method of work

AU BIŽAL, Blaž

AA MARENČE, Jurij (supervisor)/KOŠIR, Boštjan (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources

PY 2014

TI THE DAMAGE TO STANDS AFTER LOGGING AND WOOD TREATMENT WITH THE HSM 805F FORESTRY COMBINED MACHINE IN CONIFEROUS STANDS

DT Graduation thesis (Higher professional studies)

NO VII, 39 p., 15 fig., 14 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The aim and purpose of the thesis is to ascertain the damage to stands which occur in mechanised logging and wood harvesting with the HSM 805F machine in coniferous stands. The research is performed in two works of the forest management unit Mislinja. For the acquisition of wood and the ascertainment of the damage done to stands two different technologies and methods are used. In the works 1 shortwood logging is performed where the method of circular/round faces is used in order to assess the damage to stands, while in the works 2 the longwood logging with the method of the complete inventory is used in order to establish the damage to stands. In detecting the damage to stands the location, age, size, and the amount of damage in logging are focused on. It has been ascertained that in both works the damage that represented over 200 cm² of surface is most present. In addition, both works have shown the highest rate of damage to the tree trunk. The thesis also includes its focus on the rate of damage to stands after wood logging and harvesting. The conclusion is that the damage to stands in works 2 where the technology of longwood is used is higher than in works 1. In addition, the research shows the share of damage to stands in both works (that is 33% and 45% respectively) is somewhat higher than its average in Slovenia, which amounts to around 25%.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMATIKA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO.....	V
KAZALO SLIK	VI
1 UVOD	1
2 NAMEN IN HIPOTEZE DIPLOMSKE NALOGE.....	3
3 DOSEDANJE RAZISKAVE	4
4 MERITVE IN METODE DELA	7
4.1 OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE.....	7
4.1.1 Gozdnogospodarska enota Mislinja	7
4.1.2 Odsek 112 B	8
4.2 OPIS STROJA HSM 805F.....	10
4.3 METODA DELA	12
4.3.1 Objekt 1 – tehnologija kratkega lesa	13
4.3.2.1 Metoda krožnih ploskev	14
4.3.2 Objekt 2 – tehnologija dolgega lesa	14
4.3.2.1 Metoda popolnega popisa.....	15
4.4 POTEK DELA	16
4.4.1 Velikost poškodb	16
4.4.2 Mesto poškodb	17
4.4.3 Starost poškodb	17
4.4.4 Pas sečnje	18
4.4.5 Število poškodb na drevju	18
5 REZULTATI	19
5.1 OBJEKT 1 – SEČNJA IN SPRAVILO KRATKEGA LESA.....	19
5.1.1 Prsni premer	19
5.1.2 Mesto poškodbe	20
5.1.3 Starost poškodbe	21
5.1.4 Lega poškodbe	21

5.1.5	Število poškodb	22
5.1.6	Velikost poškodbe	23
5.2	OBJEKT 2 – SEČNJA IN SPRAVILO DOLGEGA LESA	24
5.2.1	Prsni premer	25
5.2.2	Mesto poškodbe	25
5.2.3	Starost poškodbe	26
5.2.4	Lega poškodbe	27
5.2.5	Število poškodb	28
5.2.6	Velikost poškodbe	29
6	RAZPRAVA	31
7	SKLEP	34
8	POVZETEK	36
9	VIRI	38
ZAHVALA		

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

KAZALO SLIK

SLIKA 1: STROJ HSM 805F.....	10
SLIKA 2: FREKVENČNA PORAZDELITEV PRSNIH PREMEROV DREVES V OBJEKTU 1.....	19
SLIKA 3: DELEŽ POŠKODOVANOSTI GLEDE NA MESTO POŠKODB NA DREVESU V OBJEKTU 1	20
SLIKA 4: POŠKODOVANOST GLEDE NA STAROST POŠKODBE VSEH POŠKODOVANIH DREVES V OBJEKTU 1.....	21
SLIKA 5: POŠKODOVANOST GLEDE NA LEGO POŠKODB V OBJEKTU 1	22
SLIKA 6: POŠKODOVANOST GLEDE NA ŠTEVILO POŠKODB NA DREVESU – OBJEKT 1	23
SLIKA 7: POŠKODOVANOST GLEDE NA VELIKOSTNI RAZRED POŠKODBE – OBJEKT 1	24
SLIKA 8: FREKVENČNA PORAZDELITEV PRSNIH PREMEROV DREVES V OBJEKTU 2.....	25
SLIKA 9: DELEŽ POŠKODOVANOSTI GLEDE NA MESTO POŠKODB NA DREVESU V OBJEKTU 2	26
SLIKA 10: POŠKODOVANOST GLEDE NA STAROST POŠKODBE VSEH POŠKODOVANIH DREVES V OBJEKTU 2.....	27
SLIKA 11: POŠKODOVANOST GLEDE NA LEGO POŠKODB V OBJEKTU 2	28
SLIKA 12: POŠKODOVANOST GLEDE NA ŠTEVILO POŠKODB NA DREVESU – OBJEKT 2	29
SLIKA 13: POŠKODOVANOST GLEDE NA VELIKOSTNI RAZRED POŠKODBE – OBJEKT 2	30
SLIKA 14: DELEŽ VSEH POŠKODOVANIH DREVES PRI SEČNJI IN SPRAVILU LESA NA OBJEKTU 1	31
SLIKA 15: DELEŽ VSEH POŠKODOVANIH DREVES PRI SEČNJI IN SPRAVILU LESA NA OBJEKTU 2.....	32

1 UVOD

Gozd je naše največje in hkrati najmanj izkoriščeno bogastvo pri nas. Z vidika lastnika gozda je najpomembnejša dejavnost pridobivanje lesa, ki večinoma poteka na klasičen način z motorno žago. Čeprav klasične sečnje z motorno žago ne moremo v celoti nadomestiti, se trend pridobivanja lesa v gozdarstvu močno nagiba v smeri strojne sečnje ter z njo povezane nove tehnologije in tehnike pridobivanja lesa.

V primerih golosečnega in veliko površinskega gospodarjenja je strojna sečnja, ki izhaja iz skandinavskih dežel, pokazala veliko pozitivnih rezultatov. Pri nas sta stroka in javnost najprej dvomili o ustreznosti nove tehnologije pridobivanja lesa, zlasti zaradi zakonsko prepovedanega golosečnega načina gospodarjenja. Vendar je razvoj tehnologije tako napredoval, da se uporaba strojne sečnje pri nas povečuje, saj zagotavlja tri temeljna načela gospodarjenja: načelo trajnosti, načelo sonaravnosti in načelo večnamenskosti.

Stroji za sečnjo in spravilo lesa imajo veliko pozitivnih lastnosti. Med najpomembnejše spadajo ekonomski učinki ter varno in ergonomsko delovno okolje za delavca. Nepogrešljivi so zlasti pri sanacijah v ujmah, ko je delo za sekača še posebno oteženo in nevarno.

Poleg pozitivnih lastnosti so prisotni tudi negativni učinki strojne sečnje. Pomemben negativni vpliv so poškodbe tal, ki jih povzroči stroj s svojo veliko maso. Pojavljajo se kolesnice, ki zmanjšujejo velikost rasti površin, povečujejo se možnosti erozije, kar poškoduje korenine.

Prav tako pomemben negativni vidik, ki se pojavlja, so poškodbe sestoja, ki so poškodbe krošnje, debla, vej in korenin, ki lahko drevje, ki po končani sečnji in spravilu ostane v sestoji, razvrednotijo in povečajo možnost propada. Poškodbe smo ugotavljali tudi na delu drevesa, ki je na prehodu med koreninami in deblom. Ta predel na drevesu imenujemo korenovec. Poškodbe nastanejo zaradi velikosti stroja in tehnologije pridobivanja lesa (tehnologija kratkega lesa, tehnologija dolgega lesa). Pomembno vlogo pri zmanjšanju poškodb sestoja ima tudi strojnik, ki s svojimi izkušnjami in znanjem upravljanja stroja.

Zaradi pridobivanja lesa nastanejo poškodbe na drevju pri vsakem posegu v gozd. Glavni delovni operaciji, pri katerih je poškodb največ, sta sečnja in spravilo lesa. Pomembno je, da

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

poleg vzroka poškodovanosti ugotovimo tudi obseg poškodbe, ki ga izražamo z deležem poškodovanih dreves po opravljeni sečnji in spravilu (Košir, 2000).

Ker je strojna sečnja v Sloveniji prisotna razmeroma kratek čas, se moramo še veliko naučiti in proučiti zlasti vidike poškodb strojne sečnje na sestoj. V diplomski nalogi so prikazane in proučene poškodbe sestoja, nastale po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

2 NAMEN IN HIPOTEZE DIPLOMSKE NALOGE

V Sloveniji uvajajo strojno sečnjo od leta 2000. Ena izmed možnosti je tudi uporaba kombiniranih strojev, kakršen je tudi proučevani stroj HSM 805F. Prednosti novih tehnologij so predvsem varnejše in bolj ergonomsko delovno okolje za delavca, ki stroj opravlja, in večji delovni učinki. Velikost strojev, njegove specifične lastnosti in zahteve pa lahko prinašajo tudi negativne učinke, kot so poškodbe tal in sestoja. Zanima nas predvsem vpliv stroja in tehnologije na poškodovanost sestoja.

Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti poškodbe sestoja, ki se pojavijo pri mehanizirani sečnji in spravilu lesa s strojem HSM 805F. Primerjali smo vpliv stroja in tehnologije oziroma načina dela, ki ga stroj omogoča na velikost in jakost poškodb, hkrati pa smo poskušali ugotoviti, kako bi poškodbe preprečili ali zmanjšali njihov obseg, da bi bila naše gospodarjenje in poseg v naravo čim bolj prijazna do okolja.

Hipoteze, ki smo jih v sklopu diplomske naloge preverjali, so:

1. pričakovane poškodbe bodo pri kombiniranem stroju za sečnjo in spravilo manjše kakor pri tandemu stroja za sečnjo in stroja za spravilo,
2. poškodovanost sestoja bo manjša pri uporabi tehnologije kratkega lesa,
3. poškodovanost korenovca bo večja pri uporabi tehnologije dolgega lesa.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

Pri iskanju dosedanjih raziskav, ki bi opisovale oziroma raziskovale poškodovanost sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F, smo ugotovili, da so te v tujini zelo redke ali nedostopne. Ker omenjenega stroja v Sloveniji do zdaj nismo imeli, do leta 2014 ni bilo zanj opravljenih nobenih raziskav oziroma primerjav.

V nadaljevanju diplomskega dela so prikazane raziskave, ki so bile narejene v Sloveniji, in opisujejo ter predstavljajo poškodbe sestoja po opravljeni strojni sečnji in spravilu lesa.

Raziskave, ki so obravnavale in proučevale vpliv različnih tehnologij na sestoj, segajo v sedemdeseta leta 20. stoletja. V Sloveniji je bil pionir na tem področju Ivanek, ki je leta 1976 proučeval poškodbe dreves pri spravilu lesa s traktorji in konjsko vprego. V letih 1992 in 1994 so potekale študije lokacij poškodb v sestoju, ki sta jih opravila Papac in Šolar. Jaka Kljun in Anton Poje sta leta 2000 ugotavljala poškodovanost sestoja po sečnji in spravilu lesa z zgibnim traktorjem Iwafuji T-41. Pomembno delo, ki je nastalo leta 2000, je tudi študija Koširja in Robeka, ki sta ugotavljala značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanc. Leta 2001 je Avgust Klančnik ugotavljal poškodovanost drevja pri pridobivanju lesa v zasebnih gozdovih. Omeniti je treba tudi znanstveno razpravo Koširja in Miheliča, ki sta opravila primerjavo poškodovanosti drevja po strojni sortimentni metodi ter klasični obliki sečnje in spravila lesa. Poleg raziskav se spreminjajo in razvijajo tudi metode za ugotavljanje poškodovanosti sestoja. Po letu 2000 je v Slovenijo prišla strojna sečnja in z njo nove raziskave in tehnologije, ki jih proučujejo še danes (Mihelič, 2014).

Pri dosedanjih raziskavah smo ugotovili, da avtorji prag poškodb definirajo različno, zato smo imeli pri primerjavi rezultatov precej težav. Preglavice so nam povzročale tudi spremembe tehnologij, ki vplivajo na stopnjo in način vzorčenja. Pri primerjavi različnega načina sečnje (strojna sečnja, klasična sečnja z motorno žago) in spravila lesa (žični žerjav, traktor) smo ugotovili, da je gostota prometnic pri strojni sečnji večja kot pri tehnologijah, ki so bolj klasične. Tako so metode, uporabljene pri strojni sečnji, neprimerne za uporabo pri klasičnih

tehnologijah. Pri strojni sečnji raziskovalci največ uporabljajo metodo krožnih ploskev, medtem ko pri klasičnih tehnologijah metodo pasov (Mihelič, 2014).

Študija poškodovanosti sestoja, pri kateri so uporabili tehnologijo kratkega lesa in metodo krožnih ploskov, je nastala leta 2000, avtorja pa sta Boštjan Košir in Robert Robek. Ugotavljala sta poškodbe drevja in tal pri redčenju s tehnologijo strojne sečnje. Povprečna poškodovanost sestoja je bila 24 %, pri čemer sta upoštevala le nove poškodbe, ki so nastale pri zadnjem posegu. Poškodbe, po velikosti poškodovanosti v cm^2 , prevladujejo v razredu najmanjših in manjših poškodb in od povprečja v Sloveniji, ki je najbolj zastopan v razredu velikih poškodb, torej nad 200 cm^2 , odstopajo. Lokacija poškodb na drevesu je bila najbolj skoncentrirana na deblu (68 %), na korenovcu 13 % in na koreninah 11 % (Košir in Robek, 2000).

V svojem diplomskem delu sta poškodovanost sestoja ugotavljala tudi Poje in Kljun. Ugotovila sta, da je delež poškodovanih dreves 62 %, od česar je 20 % novonastalih poškodb. V raziskavi sta ugotovila, da ima 42 % dreves večje poškodbe od 100 cm^2 . Največji delež poškodovanosti sta ugotovila na deblu, in sicer 61 % vseh poškodb. Za tem so bile poškodbe korenovca z 21 % in poškodbe korenin z 11 % (Kljun in Poje, 2000).

Ugotavljanja poškodovanosti drevja sta se lotila tudi Košir in Mihelič, ki sta rezultate predstavila v znanstveni razpravi leta 2011. Rezultati, ki sta jih pridobila, kažejo, da je povprečni delež poškodb, ki so nastale na novo, 20 %. Največji delež pri ugotavljanju velikosti poškodb lahko zasledimo v razredu $10\text{--}29 \text{ cm}^2$. Rezultati, ki se nanašajo na lokacijo poškodb na drevju, nam pokažejo, da so poškodbe debla zastopane z največjim deležem in pomenijo 58 % vseh poškodb. Za tem so poškodbe korenin (23 %) in korenovca (16 %) (Košir in Mihelič, 2011).

Zadnja raziskava, ki se je delno nanašala na poškodovanost sestoja, je nastala leta 2014, njen avtor pa je bil Matevž Mihelič. Rezultati, ki smo jih obravnavali, predstavljajo povprečje šestih objektov iz Miheličeve doktorske disertacije. Avtor je ugotovil, da s strojno sečnjo v povprečju poškodujemo 17 % drevja v sestoji. Največji delež pri ugotavljanju lokacije

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravi lu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

poškodb je bil ugotovljen na deblu (66 %) in korenovcu (20 %). Pri ugotavljanju velikosti poškodb je avtor ugotovil, da prevladujejo majhne poškodbe v velikosti 10–29 cm² (Mihelič, 2014).

4 MERITVE IN METODE DELA

4.1 OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE

Leta 2012 smo na območju Slovenj Gradca opravili meritve poškodovanosti sestoja po opravljeni strojni sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F. Meritve so potekale v gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec oziroma v gozdnogospodarski enoti Mislinja, natančneje v odseku 112 B.

4.1.1 Gozdnogospodarska enota Mislinja

GGO Slovenj Gradec obsega osrednji del severne Slovenije in zajema 12 občin. Celotna površina GGO je 88.828 ha, od tega 11.200 ha občina Mislinja (Gozdnogospodarski načrt Slovenj Gradec, 2014).

Celotna površina GGE Mislinja meri 7.659,95 ha in leži na skrajnem JV delu GGO Slovenj Gradec. Razlika med najvišjo točko, imenovano Črni vrh, ter najnižjo točko, imenovano Pačnikov mlin, v gozdnogospodarski enoti je 1039 m nadmorske višine. Lesna zaloga v omenjeni enoti je 385 m³/ha, od tega 349 m³/ha iglavcev in 48 m³/ha listavcev. Velik porast v lesni zalogi od leta 1955 do leta 2005 je opaziti v zasebnih gozdovih, kjer se je lesna zaloga v omenjenih letih dvignila za 84,66 %, pa tudi v državnih gozdovih, kjer je lesna zaloga narasla za kar 121,02 %. Čeprav smreka s svojo 85 % prisotnostjo še vedno prevladuje, nas veseli, da se delež plemenitih listavcev (veliki jesen, beli javor) ter bukve postopoma povečuje. Tekoči letni prirastek je 8,47 m³/ha, kar pomeni 7,50 m³/ha iglavcev in 0,97 m³/ha listavcev (Gozdnogospodarski načrt Mislinja, 2005).

V preteklosti so na gozdove v GGE vplivali razni antropogeni dejavniki, ki so naravno sestavo gozdov močno spremenili. Rudarjenje, oglarjenje, sadnja smreke in prisotnost nemške šole gospodarjenja so razlogi za počasen, vendar zanesljiv nastanek monotonih in enodobnih smrekovih sestojev. To velja zlasti za nekdanje veleposestniške gozdove, medtem ko so zasebni gozdovi nekoliko manj zasmrečeni in je starostna struktura bolj pestra. Ravno zaradi

nenaravne sestave gozdov in povečanja deleža smreke pomenijo gozdovi v GGE veliko gospodarsko tveganje (vetrolomi, snegolomi, napad podlubnikov).

Rastišča in sestoji z naravno sestavo drevesnih in rastlinskih vrst na omenjenem območju so zelo omejeni. V največjem obsegu se pojavljajo sekundarne in antropogeno pogojene gozdne združbe. Med najpomembnejše gozdne združbe, ki se pojavljajo v GGE Mislinja, spadajo:

- *Luzulo sylvaticae* – *Piceetum* – Altimontanski sekundarni smrekov gozd z veliko bekico,
- *Luzulo albidae* – *Piceetum* – Sekundarni gozd s prakameninsko šašuljico,
- *Luzulo* – *Fagetum* – Bukov gozd z belkasto bekico,
- *Deschampsio* – *Piceetum* – Sekundaren smrekov gozd z vijugasto masnico,
- *Blechno* – *Fagetum* – Acidofilni bukov gozd z rebrenjačo,
- *Luzulo Fagetum* – Bukov gozd z belkasto bekico.

Kamnine, ki sestavljajo matično podlago v GGE Mislinja, so: dolomiti, karbonati in zmerne in močno kisle oziroma revne kamnine. Prav zmerno kisle in revne kamnine močno prevladujejo, saj jih najdemo na 93 % celotne gozdne površine. Govorimo o silikatnih kamninah (Intihar, 2014).

Lastništvo gozdnih površin v GGE je vsa desetletna ureditvena obdobja, od leta 1955 do 2005, ostalo dokaj stabilno. Večje spremembe opazimo pri gozdnih površinah v državnem in zasebnem sektorju, zlasti po letu 1995, ko so začeli nekdanjim lastnikom vračati v posest in gospodarjenje gozdna zemljišča zaradi Zakona o denacionalizaciji. Zdaj imamo v GGE Mislinja 54,65 % zasebnih gozdov v lasti fizičnih oseb in 45,35 % državnih gozdov (Gozdarstvo v povojnem času, 2014).

4.1.2 Odsek 112 B

Objekt, na katerem smo opravljali meritve poškodovanosti sestaja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F, je v GGO Slovenj Gradec, natančneje GGE Mislinja v odseku 112 B, s krajevnim imenom Zaloh. Odsek meri 76,78 ha in ga uvrščamo med

visokogorske smrekove gozdove. Nadmorska višina objekta se giblje med 1110 in 1310 m. Ekspozicija odseka je SZ, relief valovit, kamnitosti in skalovitosti ni, matična kamnina pa je gnajs. Povprečni naklon odseka 112 B je 20 %, odprtost pa 100 %. Spravilno sredstvo je traktor s povprečno spravilno razdaljo, ki je 400 m.

Pomembni gozdni združbi na tem gozdnem predelu sta (Gozdarstvo v povojnem času, 2014):

- *Luzulo sylvaticae* – *Piceetum* – Altimontanski sekundarni smrekov gozd z veliko bekico, ki pokriva 71 % gozdne površine odseka. Omenjena gozdna združba se pojavlja na od 1110 do 1543 m nadmorske višine. Gre za sekundarne smrekove sestoje, ki so plod dolgotrajnih antropogenih vplivov. Silikatna matična podlaga in oslABLJENE talne razmere, zlasti zaradi dolge prevlade smreke, le še povečujejo njeno prednost pred bukvijo in drugimi listavci.
- *Luzulo albidae* – *Piceetum* – Sekundarni gozd s prakameninsko šašuljico, ki pokriva 29 % gozdne površine v odseku. Je v altimontanskem pasu, in sicer med 720 in 1380 m nadmorske višine. Prevladujejo predvsem manj zahtevne in acidofilne vrste. Gledano s strani pokrovnosti in stalnosti, gozdna šašuljica močno izstopa.

V odseku močno prevladuje smreka, delež listavcev pa je zanemarljiv. Delež smreke je 90 %, 7 % je delež macesna, 2 % pa sta delež bukve. Med razvojnimi fazami prevladuje debeljak z 58 %, za tem je sestoj v obnovi, ki je 37 %, in drogovnjak 5 % površine odseka. Pri mladovju in podmladku s površino 11,39 ha najdemo drevesne vrste, kot so jelka, smreka, gorski javor in bukev. Med pomembne funkcije gozda v odseku 112 B uvrščamo: turistično, poučno, rekreacijsko, biotopsko in funkcijo varovanja gozdnih zemljišč in sestojev. Lesna zaloga celotnega odseka je 472 m³/ha, od tega je 462 m³/ha iglavcev in 10 m³/ha listavcev (Intihar, 2014).

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

4.2 OPIS STROJA HSM 805F

Kombinirani stroj za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F je uporaben za obdelavo iglavcev in listavcev ter tehnologijo kratkega in dolgega lesa. Glede na tehnologijo dela in razmere se pojavlja v različnih izvedbah in razredih, ki se ločijo po moči motorja (HSM Forstmaschinen, 2014).



Slika 1: Stroj HSM 805F

(vir: HSM 805F, 2014)

TEHNIČNI PODATKI

DIMENZIJE:

- masa: 13.800 kg,
- dolžina: 8,3 m,
- širina: 2,6 m,
- višina: 3,2 m.

Bižal B. Poškodbe sestojajo po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

MOTOR:

- proizvajalec motorja: Mercedes Benz,
- tip motorja: OM 904 LA, 4-cilindrični turbo disel,
- prostornina: 4.250 ccm,
- moč motorja: 129 kW,
- maksimalni navor: 675 nm pri 1.200–1.600 vrt/min.

MENJALNIK:

- pogon walterscheid,
- dvostopenjski,
- ICVD MO.

NOSILNOST: 9 t

VITEL:

- proizvajalec: Adler (dvobobenski vitel),
- tip vitla: HY 16 (2 x 80 kN),
- hidrostatski pogon,
- blok Roller.

ŽERJAV:

- proizvajalec: Epsilon,
- tip žerjava: M70 F80,
- maksimalni doseg: 8 m,
- dvižni moment: 102 kNm,
- navor vrtenja: 26 kNm.

PNEVMATIKE:

- spredaj: 23,1 x 26 Galaxy,
- zadaj: 710/40 x 22 Nokian,
- širina 2550 mm.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

OSI:

- NAF Planetary s 100 % zaporo diferenciala (spredaj),
- NAF Portal s 100 % zaporo diferenciala (tandem zadaj).

PRIKOLICA:

- kratka različica: 1,85 m, 2,65 m in 3,25 m,
- dolga različica: 2,40 m, 3,20 m in 3,70 m.

(HSM Kurzchassis Modellreihe, 2014).

PROCESORSKA GLAVA:

- model: CTL 453,
- maksimalni premer podiranja 530 mm,
- premer klešččenja: od 60 mm do 450 mm,
- potisna sila: 20 kN,
- delovni pritisk: 200–230 bara,
- pretok olja: od 160 do 180 l/min,
- masa: 650 kg,
- hitrost pomikanja: 4,5 m/s,
- hitrost verige: 45 m/s,
- korak verige: 0.404,
- dolžina meča verižne žage: 640 mm.

(Tehnični podatki za sečno glavo CTL 453, 2014).

4.3 METODA DELA

Raziskava poškodb sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F je bila opravljena na dveh objektih, na katerih je delo potekalo po dveh različnih metodah dela. Sečnja kratkega lesa oziroma sortimentna metoda se je izvajala na objektu 1, medtem ko smo na objektu 2 proučevali poškodbe sestoja po uporabi debelne oziroma poldebelne metode – dolgi les.

Na objektih je sečnjo in spravilo opravljalo podjetje Gozdno gospodarstvo Slovenj Gradec, d. d., s kombiniranim strojem za sečnjo in spravilo lesa HSM 805F. Za stroj je bil odgovoren le en strojnik, ki pa za sečnjo z omenjenim strojem ni bil usposobljen. Tako so drevesa, zlasti z večjim prsnim premerom, povzročala precej težav (Mihelič, 2014).

Pri naši raziskavi so že na začetku nastale težave in močno spremenile potek dela, saj je zaradi lastnosti stroja oz. sečne glave delo potekalo na klasičen način. Pridobivanje lesa je torej potekalo kot tandem strojev (HV + FW). Stroj za sečnjo je moral najprej les posekati, nato pa se vrniti na skladiščno mesto, kjer je sečno glavo zamenjal z nakladalnimi kleščami ter prikolico ali tovornim sedlom. Omenjena težava je vplivala tudi na eno izmed postavljenih hipotez v diplomski nalogi (Intihar, 2014).

4.3.1 Objekt 1 – tehnologija kratkega lesa

Sodobna tehnologija kratkega lesa izhaja iz Skandinavije in Kanade. Gre za zelo staro tehnologijo, ki smo jo že od nekdaj uporabljali tudi v Sloveniji, zlasti v zasebnih gozdovih. Zanja je značilno, da stroj za sečnjo in izdelavo (harvester) drevo podre, ob panju izdelava sortimente in jih sortira. Spravilo oziroma izvoz iz gozda opravi zgibni polprikoličar (forwarder), ki na kamionski cesti zloži pobran les v kupe in jih sortira.

Objekt 1 spada v razvojno fazo drogovnjaka in meri 3,6 ha. Povprečen naklon terena je bil 21 %. Zaradi že omenjenih težav je potekala sečnja kot klasična oblika strojne sečnje. Les se je sprva posekal, nato je bilo na vrsti spravilo oz. vožnja. Uporabljena je bila sortimentna metoda s hlodovino, ki je merila 4 m. Lesna zaloga objekta 1 je 333 m³/ha, močno pa so prevladovali iglavci.

Pred delom je bila gostota dreves na objektu 1 – 813 dreves/ha, po opravljenem delu pa 613 dreves/ha. Z meritvijo prsnih premerov in popisa panjev smo ugotovili gostoto sestoja. Iz popisa dreves v sestoju in meritvami prsnih premerov s skorjo smo ugotovili temeljnico, ki je bila pred posegom 29,64 m²/ha, po njem pa 24,01 m²/ha. V sestoju je pred sečnjo povprečen prsni primer znašal 24,7 cm, po sečnji pa 26,6 cm (Mihelič, 2014).

4.3.2.1 Metoda krožnih ploskev

Metoda, s katero smo ugotavljali poškodovanost sestoja na objektu, kjer je potekala strojna sečnja, se imenuje metoda krožnih ploskev. Primerna je za delovišča do velikosti 5 ha, ki pri nas prevladujejo. Metodo lahko uporabimo tudi na večji deloviščih, prilagoditi pa je treba stopnjo vzorčenja. Popis na ploskvi lahko izvaja le en človek, kar je velika prednost omenjene metode. Gre za razmeroma hitro in preprosto metodo, ki je v našem primeru najbolj ustrezala za ugotavljanje poškodovanosti sestoja po strojni sečnji. Od velikosti delovišča je odvisno število ploskev na delovišču oziroma stopnja vzorčenja. Če je delovišče večje, se uporablja manjša stopnja vzorčenja, če je manjše, se stopnja vzorčenja poveča (Košir in Robek, 2000).

Popis poškodovanosti sestoja smo izvajali z dlančnikom Trimble GeoXT in programskim paketom Terra Sync. Površina ploskev je bila 100 m². Polmer smo začrtali s količkom, ki je stal na sredini ploskve, nanj pa smo pritrdili sekaški meter. Njegova velikost je odvisna od naklona terena in se z nagibom terena spreminja. Postavili smo 30 ploskev in vzorčili na 10,3 % površine objekta. V ploskvi smo popisali vsa nadmerna drevesa, na katerih so bile poškodbe, nastale pri strojni sečnji in spravilu lesa. Vse ugotovljene podatke smo zapisovali v dlančnik in jih pozneje obdelali s programom Microsoft Excel. Če je bilo poškodb na drevesu več, smo se odločili za poškodbo, ki je je bilo največ. Pozorni smo bili tudi na starost poškodbe, razdelili pa smo jih v tri skupine: stara, nova ter stara in nova poškodba (Mihelič, 2014).

4.3.2 Objekt 2 – tehnologija dolgega lesa

Tehnologija dolgega lesa je v Evropi prisotna na mestih, ki tovrstno tehnologijo omogoča (Nemčija in srednja Evropa). Zanj je značilno kombinirano delo sekača z motorno žago, ki drevo podre in oklesti, ter stroja (sedlasti traktor, traktor z vitlom), ki opravi spravilo. Tudi v Sloveniji, zlasti v hribovitem svetu, kjer pridobivajo les z uporabo žičnice, uporabljamo omenjeno tehnologijo (Mihelič, 2014).

V svetu, zlasti v ZDA in Kanadi, kjer so stroji za podiranje in zbiranje lesa nepogrešljivi in pogosti, je tehnologija dolgega lesa pogosta. Stroj za podiranje drevo najprej podre in ga zloži

na kupe v gozdu. Spravilo oziroma izvoz iz gozda nato opravi traktor, ki je za tako delo primerno opremljen (traktor z vertikalnimi kleščami, sedlasti traktor). Pri tehnologiji je mišljen tudi stroj za izdelavo, ki drevesa na cesti oklesti (Mihelič, 2014). Sortimente pri tehnologiji dolgega lesa izdelamo na gozdnih ali mehaniziranih lesnih skladiščih.

Objekt 2 spada v razvojno fazo tanjšega debeljaka in meri 28,9 ha. Povprečen naklon je bil 28 %. Zaradi tehničnih težav stroja tudi tukaj sečnja in spravilo nista potekala tako, kot bi za kombinirani stroj pričakovali. Najprej je bil opravljen posek lesa, nato je bila na vrsti vožnja do gozdne ceste, kjer je strojnik na stroj pripel klešče, s katerimi je opravil spravilo, tako da je les zgrabil in ga vlačil do skladišča. Uporabljena je bila debelna oziroma poldebelna metoda z dolžino hloda, ki je bila od 10 do 15 m. Lesna zaloga na objektu 2 je bila 434 m³/ha, od tega 420 m³/ha iglavcev in 14 m³/ha listavcev.

Pred delom je bila gostota dreves na objektu 2 – 439 dreves/ha, po opravljenem delu pa 351 dreves/ha. Z meritvijo prsnih premerov in popisa panjev smo ugotovili gostoto sestoja. S popisom dreves v sestoji in prsnih premerov smo ugotovili temeljnico, ki je bila pred posegom 36,8 m²/ha, po njem pa 36,11 m²/ha. V sestoji je pred sečnjo povprečen prsni premer znašal 29,8 cm, po sečnji pa 30,8 cm (Mihelič, 2014). Ker smo na objektu uporabili tehnologijo dolgega lesa, smo se odločili, da za ugotavljanje poškodovanosti sestoja uporabimo metodo popolnega popisa oziroma opravimo popolno premerbo na ploskvi.

4.3.2.1 Metoda popolnega popisa

Na objektu 2 smo za popis poškodovanosti sestoja po opravljeni strojni sečnji in spravilu lesa izbrali metodo popolnega popisa. Popis je potekal le na delu celotnega objekta, saj je omenjena metoda za ugotavljanje poškodovanosti dreves primerna za objekte, manjše od 1 ha. V primerjavi z metodo krožnih ploskev, ki smo jo uporabili na objektu 1, je metoda popolnega popisa sestoja bolj zamudna, saj zajema popis vseh dreves in panjev na objektu.

Pri popisu smo si spet pomagali z dlančnikom Trimble GeoXT, v katerega smo vnašali podatke, ter programskim paketom Terra Sync. Pri popisu smo bili pozorni na drevesno vrsto, prsni premer, pas sečnje (ob vlaki ali na njej), lokacijo poškodbe (krošnja, deblo, korenine,

veje in korenovec), vrsto poškodovanega drevesa (odkazano, neodkazano, suho drevo, star in nov panj), število poškodb (1–5 in več), velikost poškodb v cm² (10–30, 30–50, 50–100, 100–200, nad 200) in starost poškodb (nova, stara ter nova in stara).

4.4 POTEK DELA

Čeprav smo na omenjenih objektih uporabili različne metode za raziskavo poškodovanosti sestoja po strojni sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F, je v nadaljevanju opisan potek dela skupaj, saj se podatki, ki smo jih zbirali, med seboj ne razlikujejo. Pri obeh metodah je šlo za ugotavljanje lokacije poškodb, starosti, velikosti, število poškodb in pas sečnje. Drevesom smo sproti določili tudi drevesno vrsto in jim izmerili prsni premer s skorjo. Ločili smo tudi vrsto poškodovanosti na odkazano, neodkazano, suho drevo ter stari in novi panj.

Pri popisu poškodb sestoja sva bila v ekipi vedno dva popisovalca. Na objektu 1 sva najprej zakoličila ploskev, izmerila njen naklon in z merskim trakom odmerila polmer. Eden izmed popisovalcev je vedno stal v središču ploskve, si v dlančnik zapisoval podatke, ki mu jih je posredoval drugi popisovalec, ter spremljal, da kako drevo oziroma poškodba ni bila izvzeta. Na objektu 2 smo poškodbe sestoja ugotavljali in popisovali enako kot v preteklem objektu z razliko postavitve ploskev, ki so pri metodi popolnega popisa sestoja izvzete.

Ker smo poškodovanost sestoja merili po opravljeni sečnji in spravilu, ne moremo ločiti na tiste, ki so nastale le pri sečnji oziroma samo pri spravilu. Parametri, na katere smo bili pri naši raziskavi pozorni, so velikost poškodbe, pas sečnje, mesto poškodbe, število poškodb na drevju in starost poškodb.

4.4.1 Velikost poškodb

Velikost poškodbe je zelo pomembna, saj močno poveča možnost okužbe z glivami ali napada žuželk, kar lahko pozneje povzroči propad drevesa. Razredi velikosti poškodb so se čez čas spreminjali. Starejše raziskave so pokazale, da so razredi velikosti poškodb preveliki,

saj ne zajamejo vseh poškodb, zlasti manjših, ki na podlagi preteklih raziskav prevladujejo. Velikostni razredi se pri raziskavah, zlasti iz tujine, velikokrat razlikujejo, kar močno oteži razumevanje rezultatov (Mihelič, 2014).

Po površini poškodb smo jih razvrstili v pet velikostnih razredov:

- od 10 do 29 cm²,
- od 30 do 49 cm²,
- od 50 do 99 cm²,
- od 100 do 200 cm²,
- nad 200 cm².

4.4.2 Mesto poškodb

Na mesto poškodb, ki so nastale po strojni sečnji in spravilu, vplivata tudi različni tehnologiji pridobivanja lesa (tehnologija kratkega in dolgega lesa). Če je bilo drevo poškodovano na različnih mestih, smo obravnavali le tisto, kjer je bila poškodba najboljšežnejša.

Poškodbe dreves smo ugotavljali na:

- koreninah,
- korenovcu,
- deblu,
- krošnjih,
- vejah.

4.4.3 Starost poškodb

Poleg že omenjenega mesta poškodbe in njene velikosti smo bili pri opravljanju terenskega popisa poškodovanosti sestoja pozorni tudi na starost poškodbe. Tovrstne ugotovitve so zelo pomembne, saj nam omogočijo vpogled in primerjavo s prejšnjimi posegi v sestoj.

Poškodbe smo po starosti razdelili v 4 razrede poškodb:

- ni poškodbe,
- stara poškodba,
- nova poškodba,
- stara in nova poškodba.

4.4.4 Pas sečnje

Drevesom in panjem, ki smo jih zajeli v naši raziskavi, smo določili tudi lokacijo v sestoju oziroma pas sečnje. Lokacijo osebkov smo razdelili v dva razreda:

- ob vlaki oziroma v sestoju,
- na vlaki.

Razlog za takšno porazdelitev so bile raziskave iz preteklosti, pri katerih smo ugotovili, da se verjetnost poškodb povečuje z bližanjem proti vlaki, saj spravilo poteka bolj intenzivno kot v notranjosti sestoja (Mihelič, 2014).

4.4.5 Število poškodb na drevju

Število poškodb na drevju, enako kot velikost poškodbe, močno vpliva na stanje drevesa v prihodnosti. Zaradi večjega števila poškodb se lahko zmanjša vrednostni prirastek ali zgodi razvrednotenje lesa, ki nastane kot posledica delovanja trohnočnih gliv (Klun in Poje, 2000). Število poškodb smo razdelili v razrede od 1 do 5 in več.

5 REZULTATI

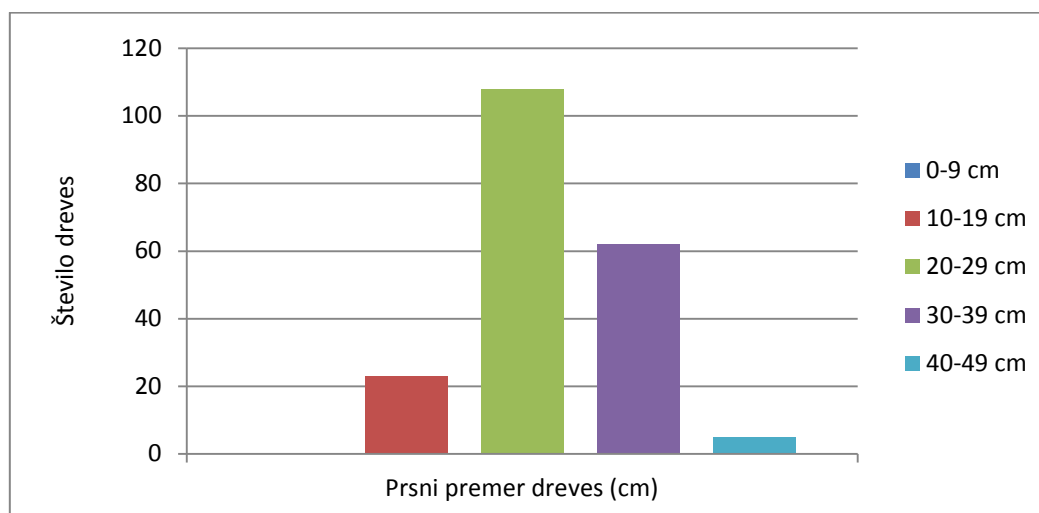
V nadaljevanju so predstavljeni rezultati, ki smo jih dobili pri raziskavi poškodovanosti sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih, za vsak objekt posebej.

5.1 OBJEKT 1 – SEČNJA IN SPRAVILO KRATKEGA LESA

Na izbranem objektu smo postavili 30 ploskev in popisali 382 dreves, od katerih je bil delež smreke 99 %. Ker smo poškodovanost sestoja merili po opravljeni sečnji in spravilu, je ne moremo ločiti na tiste, ki so nastale le pri sečnji oziroma samo pri spravilu. V naši raziskavi smo ugotavljali drevesno vrsto, prsni premer, mesto, velikost, število, lego in starost poškodb.

5.1.1 Prsni premer

Za ugotavljanje poškodovanosti dreves, ki smo jih na ploskvah popisali, je v sliki 2 prikazana frekvenčna porazdelitev prsnih premerov. Dreves s premerom, manjšim od 10 cm, nismo popisovali.

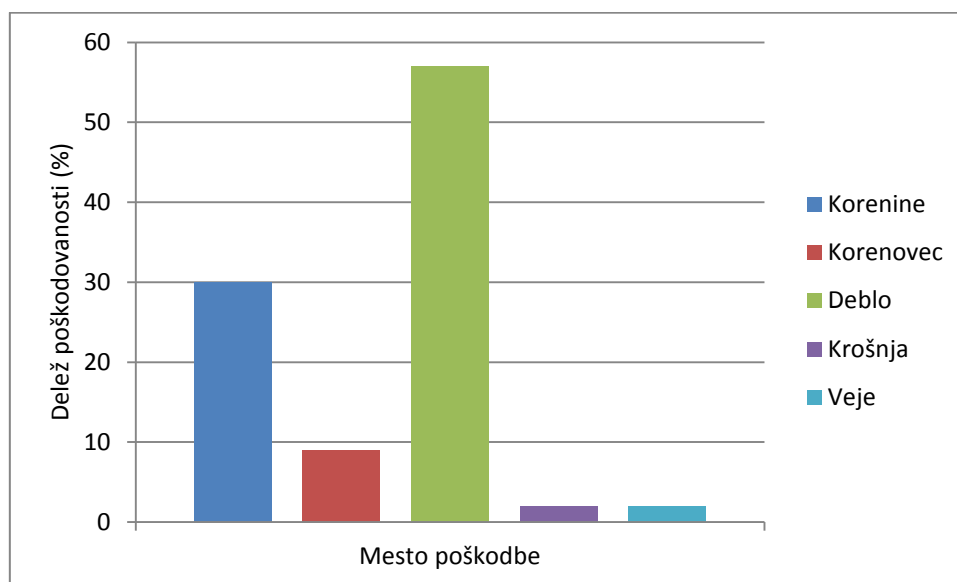


Slika 2: Frekvenčna porazdelitev prsnih premerov dreves v objektu 1

Frekvenčna porazdelitev dreves na ploskvah nam služi kot kazalec razvojne faze objekta in gostote sestoja. Obravnavani objekt spada v razvojno fazo drogovnjaka, v katerem prevladujejo drevesa s premerom med 20 in 29 cm. Povprečen prsni primer je bil pred sečnjo 24,7 cm, po njej pa 26,6 cm.

5.1.2 Mesto poškodbe

Na mesto poškodb močno vpliva tehnologija sečnje in spravila lesa (dolg les, kratek les). Pri popisu mesta poškodbe smo bili pozorni, da smo zajeli poškodbo, ki je nastala največkrat.

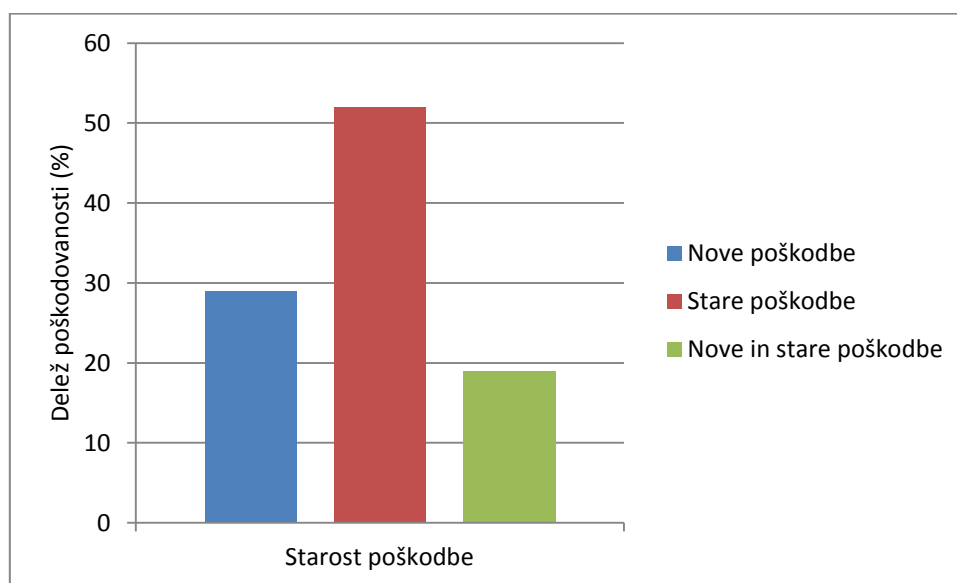


Slika 3: Delež poškodovanosti glede na mesto poškodb na drevesu v objektu 1

S slike 3 lahko razberemo, da je 57 % poškodb, ki smo jih zabeležili in popisali, nastalo na deblih. Od 64 dreves, ki smo jim določili mesto poškodb, je bilo deblo poškodovano pri 37 osebkih. Sledijo poškodbe korenin s 30 % deležem poškodovanosti (19 osebkov) in poškodbe korenovca z 9 % deležem poškodovanosti (6 osebkov). Poškodbe krošenj in vej so bile ugotovljene le v 1 primeru, zato zastopajo le 2 % deleža poškodovanosti. Glede na tehnologijo kratkega lesa smo pričakovali majhen oziroma skoraj zanemarljiv delež poškodovanosti vej in krošenj, ki nastanejo le med sečnjo. Zaradi sečnje in spravila je delež poškodovanosti skoncentriran na mestih, kot so: deblo, korenine in korenovec.

5.1.3 Starost poškodbe

Pri popisu poškodovanosti sestoja smo bili pozorni tudi na starost opaženih poškodb. Te smo razdelili v 3 razrede: stara, nova ter stara in nova poškodba. Na sliki 3 so prikazani deleži obravnavanih dreves.



Slika 4: Poškodovanost glede na starost poškodbe vseh poškodovanih dreves v objektu 1

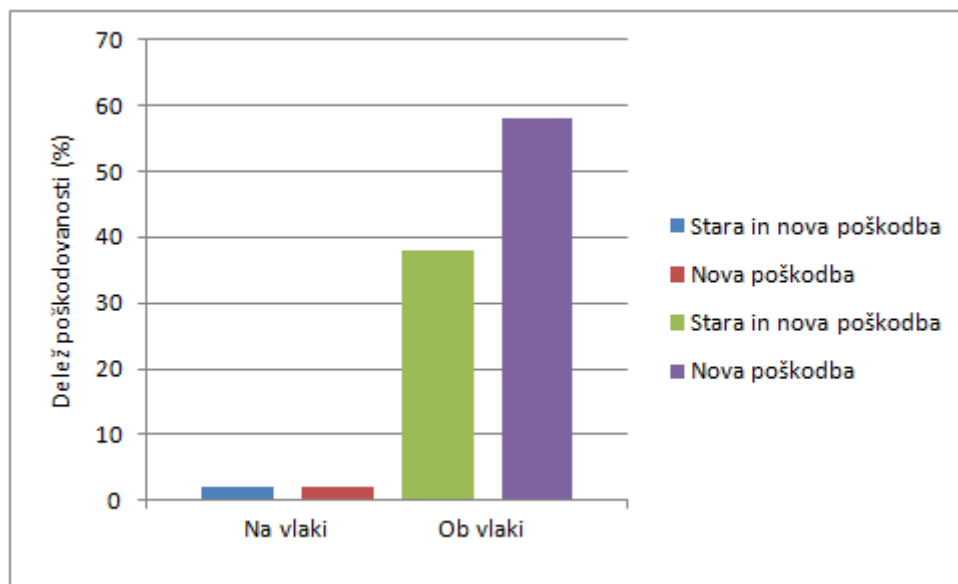
S slike 4 je razvidno, da poškodbe, ki smo jih uvrstili v razred stare, močno prevladujejo. Razlog za tako velik delež starih poškodb na drevesu lahko pripišemo gospodarjenju v preteklosti. Poškodbe, ki smo jih uvrstili v razred nove in stare poškodbe, so na objektu 1 zastopane v najmanjšem deležu, in sicer je ta 19 %.

5.1.4 Lega poškodbe

Pri raziskavi smo lege poškodb delili na dva razreda: ob vlaki in na vlaki. Osredotočili smo se le na poškodbe, ki smo jih uvrstili med nove ter stare in nove poškodbe. Od skupno 64 analiziranih dreves smo določili položaj ob vlaki (94 %) oziroma 61 osebkom, položaj na vlaki pa (6 %) oziroma 3 osebkom.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 5: Poškodovanost glede na lego poškodb v objektu 1

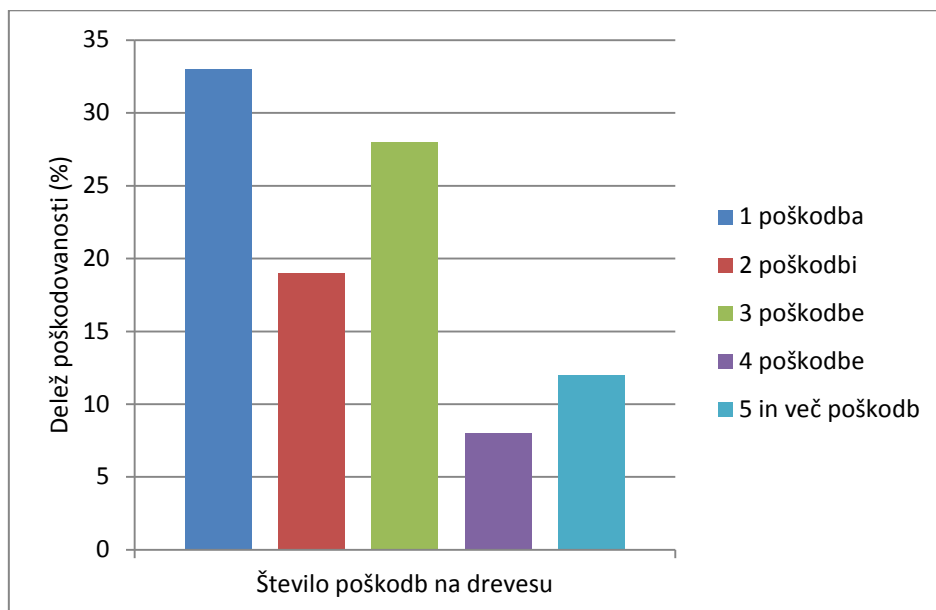
Poškodovanost ob vlaki lahko razumemo kot poškodbe, ki so nastale v sestoju. Na zgornji sliki lahko opazimo, da poškodbe ob vlaki močno prevladujejo, saj so pri spravilu in sečnji prav ta drevesa poškodbam najbolj podvržena in izpostavljena.

5.1.5 Število poškodb

Zaradi narave dela se je število poškodb na drevesih močno razlikovalo. Drevesa, ki so bila bližje vlaki oziroma sečni poti ter v neposredni bližini stroja, ki je sečno in spravilo opravljal, so bila avtomatično podvržena večjemu številu poškodb. Obravnavali smo le poškodbe, ki smo jih glede na starost uvrstili v razred nove ter razred stare in nove.

Bižal B. Poškodbe sestaja po sečnji in spravlilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

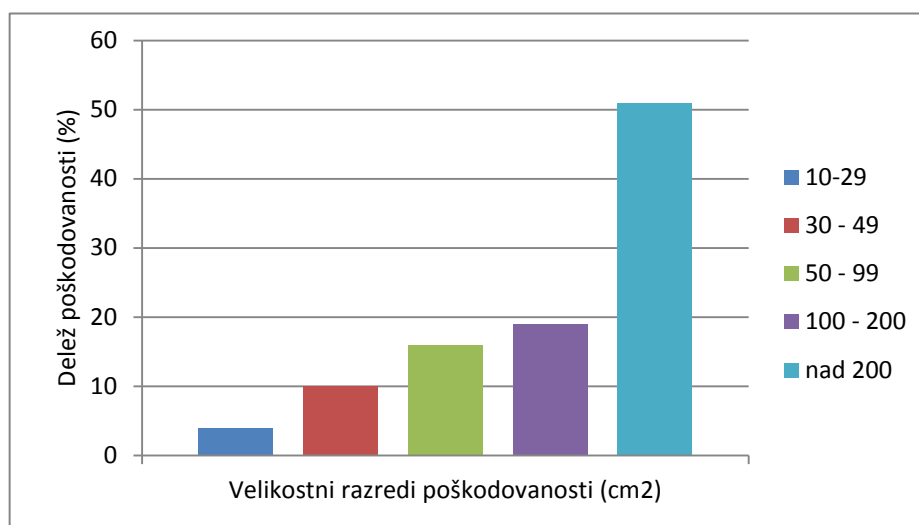


Slika 6: Poškodovanost glede na število poškodb na drevesu – objekt 1

Z zgornje slike lahko razberemo, da se na drevesih največkrat pojavlja 1 poškodba. Na 67 drevesih, na katerih smo ugotovili poškodbe, je 22 dreves z eno poškodbo. To je 33 % poškodovanosti. Dve poškodbi na drevesu smo ugotovili na 13 drevesih, kar je 19 % poškodovanosti. Nekoliko je bil večji delež poškodovanosti, natančneje 28 %, pri drevesih s prisotnostjo 3 poškodb. Štiri poškodbe na drevesu smo ugotovili 5 drevesom, kar je 8 % poškodovanost, in 5 poškodb in več je bilo ugotovljenih na 8 osebkih in zastopajo 12 % poškodovanosti.

5.1.6 Velikost poškodbe

Poškodbe dreves smo po površini poškodb razdelili v 5 razredov. Ker je naš najnižji razred od 10 do 30 cm², smo vsa drevesa z manjšo površino poškodovanosti uvrstili med nepoškodovana drevesa.



Slika 7: Poškodovanost glede na velikostni razred poškodbe – objekt 1

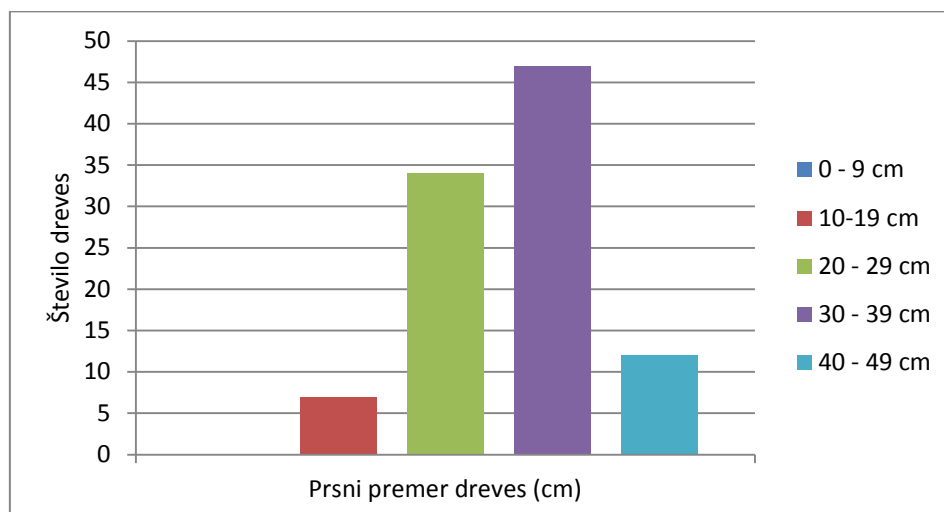
S slike 7 je razvidno, da na objektu 1, na katerem smo izvajali sečnjo in spravilo kratkega lesa, močno prevladujejo poškodbe s površino nad 200 cm². Zastopajo kar 51 % celotnega deleža poškodovanosti. Najmanj poškodb, ki smo jih v raziskavi popisali, spada v razred 10–29 cm². Delež, ki je v tem razredu zastopan, je 4 % od celotnega deleža poškodovanosti.

5.2 OBJEKT 2 – SEČNJA IN SPRAVILO DOLGEGA LESA

Na objektu 2 smo izvajali sečnjo in spravilo dolgega lesa. Dolžina hlodovine je bila od 10 do 15 m. V nasprotju z objektom 1, na katerem smo za ugotavljanje poškodovanosti sestoja uporabili metodo krožnih ploskev, smo se odločili, da na delu objekta 2 poškodovanost sestoja ugotavljamo po metodi popolnega popisa. Na omenjenem objektu smo popisali 140 neodkazanih dreves ter 57 novih in 99 starih panjev. Drevesna vrsta, ki prevladuje s 97 % prisotnostjo, je smreka, medtem ko je preostalih 3 % zastopan rdeči bor. Popis poškodovanosti sestoja je kot na objektu 1 potekal po opravljeni sečnji in spravilu lesa, zato poškodb ne moremo ločiti na nastale pri sečnji in tiste, ki so nastale pri spravilu lesa. Kot na prejšnjem objektu smo tudi tukaj ugotavljali drevesno vrsto, mesto, velikost, število, lego in starost poškodb.

5.2.1 Prsni premer

V spodnji sliki je pokazana frekvenčna porazdelitev prsnih premerov v objektu 2. Dreves, ki imajo prsni premer manjši od 10 cm, nismo popisovali in so bila izvzeta iz raziskave.

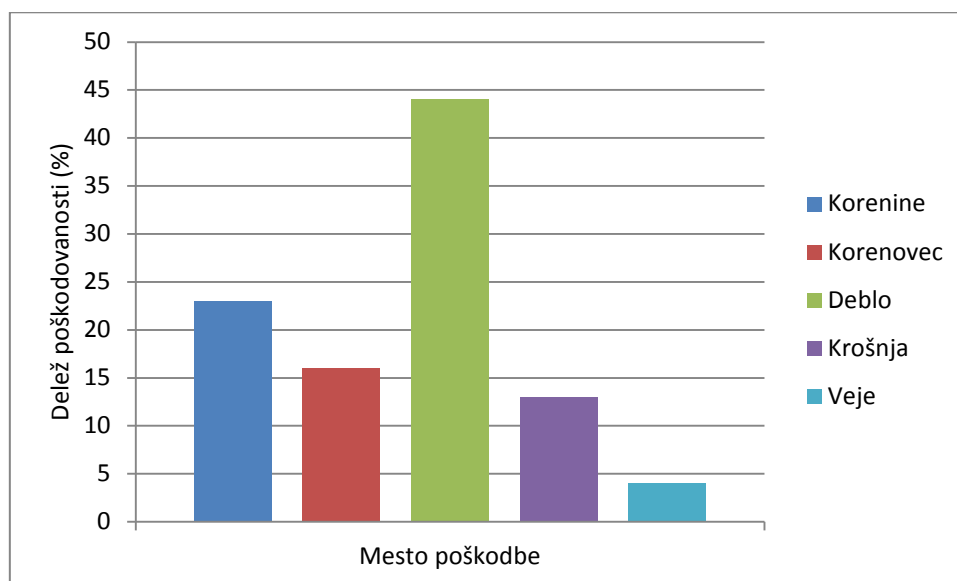


Slika 8: Frekvenčna porazdelitev prsnih premerov dreves v objektu 2

Objekt 2 uvrščamo v razvojno fazo tanjšega debeljaka. S slike 8 lahko razberemo, da prevladujejo drevesa s premerom med 30 in 39 cm. Pred sečnjo je bil povprečni prsni premer na obravnavanem objektu 29,8 cm, po sečnji pa 30,8 cm.

5.2.2 Mesto poškodbe

Kot pri objektu 1 smo bili tudi tukaj pozorni na mesto poškodb na drevesu. Zaradi različne tehnologije pridobivanja lesa lahko pričakujemo nekoliko več poškodb, ki so nastale na krošnjah in vejah, saj je manipulacija s sortimentom dolžine 10–15 m precej težja in zahtevnejša.



Slika 9: Delež poškodovanosti glede na mesto poškodb na drevesu v objektu 2

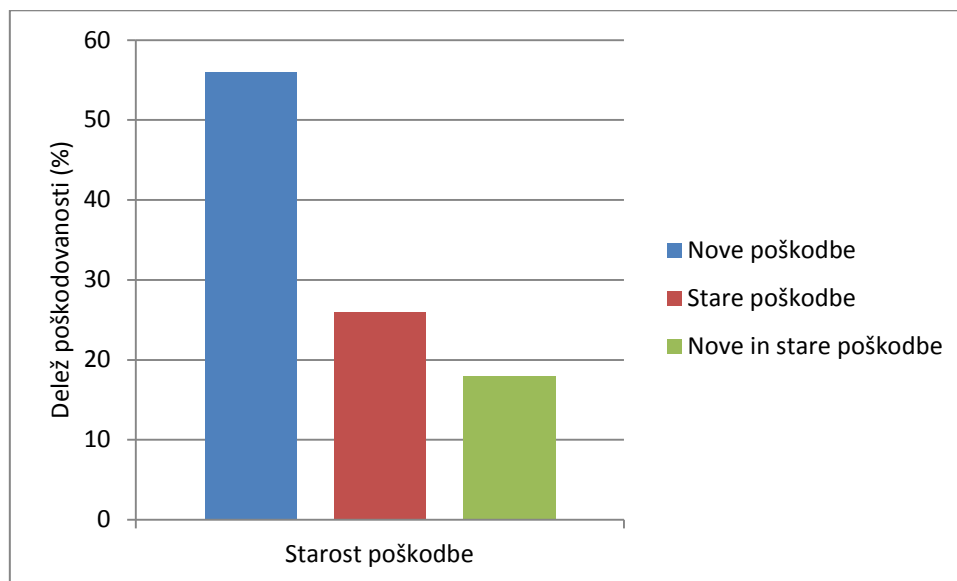
S slike 9 lahko razberemo, da je 44 % poškodb, ki smo jih zabeležili in popisali, nastalo na deblih. Število dreves, na katerih smo ugotovili poškodbe, je bilo 63. Poškodbe korenin smo ugotovili na 15 drevesih in zajemajo 23 % poškodovanosti. Delež poškodovanosti korenovca je 16 % in se je v primerjavi z objektom 1 močno povečal. Ker smo popis poškodovanosti izvajali na objektu, na katerem sta potekala sečnja in spravilo dolgega lesa, lahko opazimo povečanje poškodb na krošnjah in vejah dreves v primerjavi z objektom 1. Poškodbe krošenj smo ugotovili na 8 drevesih, poškodbe vej pa na 3.

5.2.3 Starost poškodbe

Prav tako smo poškodbe, ki smo jim določali starost, razdelili na tiste, ki so nastale na novo, in sicer med izvajanjem sečnje ter spravila lesa s kombiniranim strojem HSM 805F, na stare poškodbe, ki so nastale v preteklosti zaradi gospodarjenja, in na stare ter nove poškodbe.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spraviu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 10: Poškodovanost glede na starost poškodbe vseh poškodovanih dreves v objektu 2

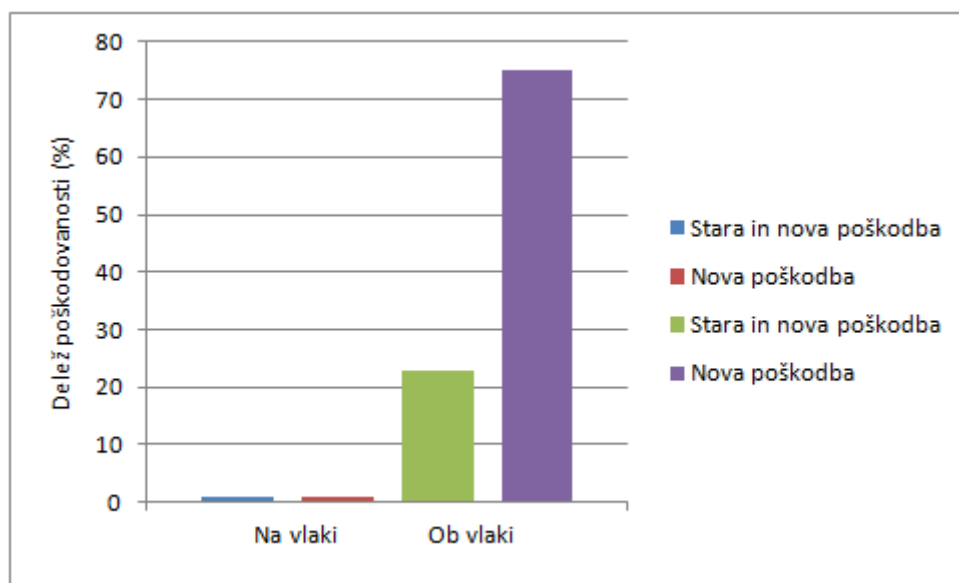
S slike 10 je razvidno, da močno prevladujejo nove poškodbe. Razlog za tak rezultat je zlasti v tehnologiji dolgega lesa, pri kateri je ravnanje z drevesom zahtevnejše kot pri pridobivanju kratkega lesa. Delež novih poškodb je 56 % in je večinoma tudi posledica neizkušenosti strojnika s kombiniranim strojem HSM 805F zlasti v fazi sečnje.

5.2.4 Lega poškodbe

V spodnji sliki so predstavljene poškodbe, ki so nastale na vlaki in ob njej. Zajeli smo le poškodbe, ki smo jih uvrstili med nove ter stare in nove poškodbe. Število dreves, ki smo jih analizirali, je 64. Položaj ob vlaki smo določili 62 drevesom, kar je 98 % vseh analiziranih dreves, položaj na vlaki pa 2 drevesoma, kar je 2 % analiziranih dreves.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 11: Poškodovanost glede na lego poškodb v objektu 2

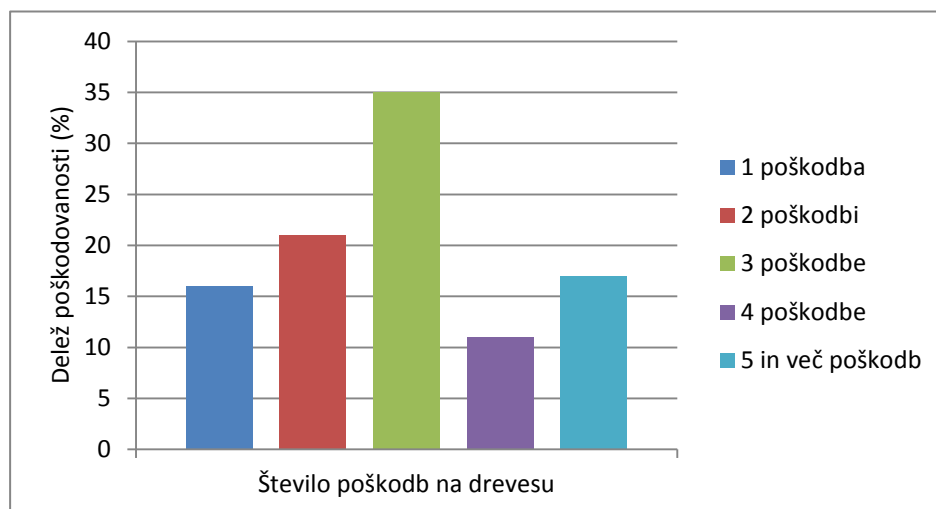
Z zgornje slike lahko razberemo, da poškodbe, ki so ob vlaki oziroma v sestoju, močno prevladujejo. Delež popisanih poškodb na drevesih, lociranih na vlaki, je v primerjavi z objektom 1 še nekoliko manjši, saj smo opravili popoln popis le na delu objekta, kjer je bila le 1 sečna pot oziroma vlaka.

5.2.5 Število poškodb

Na objektu 2 je bilo pričakovati več poškodb v primerjavi z objektom 1, saj so drevesa v dolžino merila od 10 do 15 m. Prav dolžina sortimentov in neizkušenost delavca s strojem HSM 805F pri sečnji in spravilu lesa sta razloga za rezultate, predstavljene na sliki 12. Pri popisu števila poškodb je bilo popisanih 64 dreves.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 12: Poškodovanost glede na število poškodb na drevesu – objekt 2

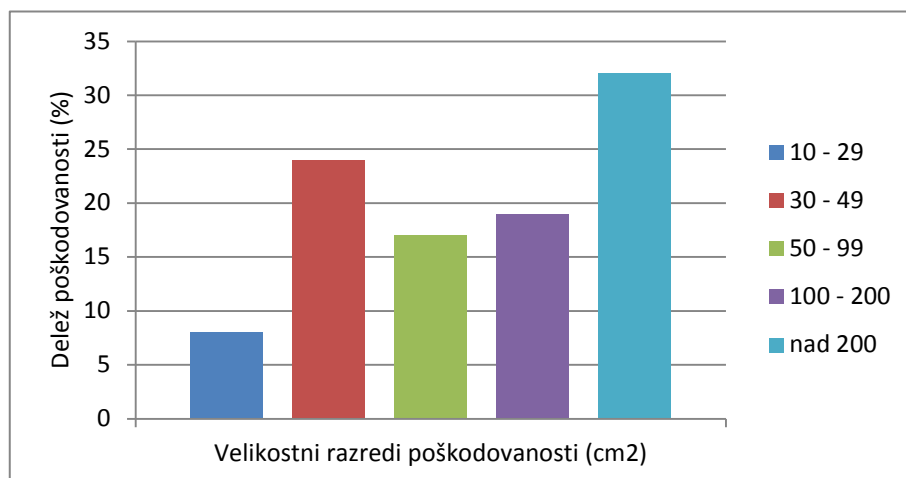
S slike 12 lahko razberemo, da so bile na drevesih največkrat po 3 poškodbe. Delež poškodovanosti dreves s 3 poškodbami je 35 % oziroma 23 dreves od celotno 64 poškodovanih. 21 % poškodovanost predstavljajo drevesa s po 2 poškodbama. Takšnih dreves smo pri popisu našli 13. Drevesa z eno, 5 in več poškodbami pomenijo 16 in 17 % delež poškodovanosti. Najmanjši delež poškodovanosti predstavljajo drevesa s 4 poškodbami, in sicer 11 %.

5.2.6 Velikost poškodbe

Pri ugotavljanju velikosti poškodb smo se odločili, da drevesa s poškodbo, ki meri manj kot 10 cm² površine, ne bomo uvrstili med poškodovana. Tudi pri tem smo velikost poškodbe razdelili v 5 razredov.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 13: Poškodovanost glede na velikostni razred poškodbe – objekt 2

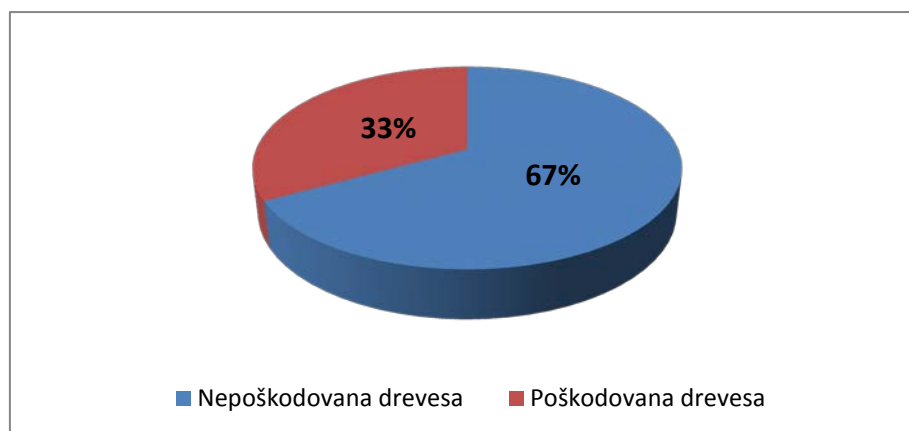
Poškodbe, ki smo jih razdelili v velikostne razrede, smo določili 64 drevesom. S slike 14 lahko razberemo, da prevladujejo s 32 % poškodovanostjo poškodbe, ki smo jih uvrstili v razred poškodovanosti nad 200 cm² površine. S 24 % deležem poškodovanosti sledi razred s površino poškodovanosti 30–49 cm². Najmanj so prisotne majhne poškodbe s površino med 10 in 29 cm² in pomenijo 8 % delež poškodovanosti.

6 RAZPRAVA

Poškodovanost sestoja smo ugotavljali po opravljeni strojni sečnji in spravilu lesa na obeh objektih. Rezultati, ki so nas zanimali, se navezujejo na poškodbe sestoja po obeh delovnih operacijah skupaj, in ne ločeno, torej po sečnji in spravilu lesa. Za ugotavljanje poškodovanosti na objektu 1, na katerem smo izvajali sečnjo in spravilo kratkega lesa, smo uporabili metodo krožnih ploskev. Na objektu 2, na katerem smo izvajali sečnjo in spravilo dolgega lesa, pa smo poškodovanost sestoja ugotovili z metodo popolnega popisa.

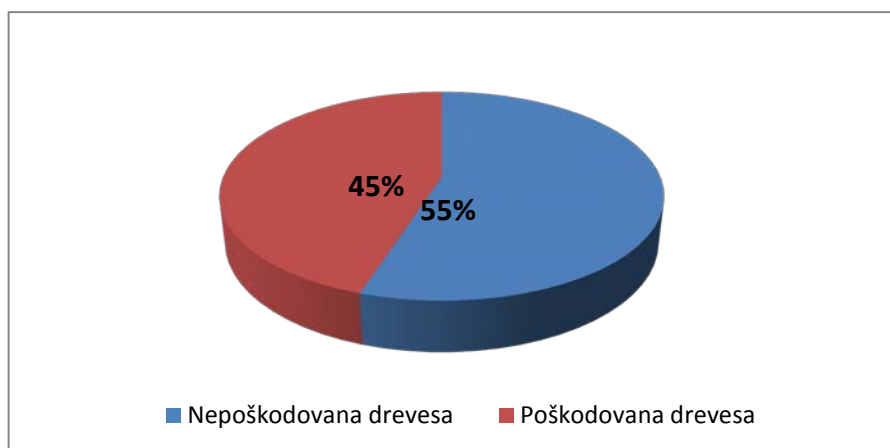
Poškodovanost sestoja smo želeli ugotavljati po opravljenem delu kombiniranega stroja, ki drevo strojno podre, ga sproti naloži nase ter odpelje iz sestoja na skladišče. Zaradi značilnosti hidravlike stroja in tehnološke posebnosti poizkusa je pridobivanje lesa na obeh objektih potekalo na klasičen način (HV + FW). Ob različni strojni konfiguraciji bi bila potek dela in rezultat poškodovanosti sestoja drugačna.

Na objektu 1 smo popisali 196 dreves. Poškodbe so bile ugotovljene na 64 drevesih, 132 dreves je bilo nepoškodovanih. Drevesa z novimi ter novimi in starimi poškodbami smo uvrstili med poškodovana drevesa, medtem ko smo drevesa s starimi poškodbami uvrstili med nepoškodovana. Razmerje, izraženo v odstotkih, med poškodovanim in nepoškodovanim drevjem na objektu 1 je prikazano na sliki 14.



Slika 14: Delež vseh poškodovanih dreves pri sečnji in spravilu lesa na objektu 1

Na objektu 2 je bilo popisanih dreves 140. Poškodovanost smo ugotovili na 63 drevesih, 77 jih je bilo nepoškodovanih.



Slika 15: Delež vseh poškodovanih dreves pri sečnji in spravilu lesa na objektu 2

S slik 14 in 15 je razvidno, da je delež poškodovanih dreves na objektu 2 precej večji v primerjavi z objektom 1. Če primerjamo delež novih poškodb na naših objektih z drugimi raziskavami v Sloveniji, lahko ugotovimo, da je poškodovanost sestoja v obeh objektih nad povprečjem, ki je okoli 25 %.

Eden izmed dejavnikov, ki smo ga ugotavljali, je mesto poškodbe na drevesu. Ugotovili smo, da v obeh objektih prevladujejo poškodbe na deblu. Večina tovrstnih poškodb je nastala kot posledica spravila lesa. Sledijo jim poškodbe korenin, ki so nastale zlasti zaradi teže stroja in ponavljajočih se voženj pri spravilu lesa, ter poškodbe korenovca. Ker višina korenovca ni bila točno določena pred izvajanjem popisa, bi lahko del poškodb, zlasti tiste, ki so bile na meji (okoli 1 m) in smo jih uvrstili med poškodbe debla, uvrstili tudi med poškodbe korenovca. Poškodbe na vejah in krošnjah so se v objektu 2 povečale zlasti zaradi pridobivanja dolgega lesa. Poškodbe debla prevladujejo tudi v večini drugih raziskav poškodovanosti sestoja, omenili pa smo jih v poglavju 3.

Pri ugotavljanju starosti poškodb smo ugotovili, da na objektu 1 prevladujejo stare poškodbe, ki so posledica gospodarjenja z gozdom v preteklosti, na objektu 2 pa nove, ki so posledica tehnologije, ki je bila za ta objekt predvidena.

Poškodovanim drevesom smo določili tudi lokacijo v sestoju. Glede na prisotnost novih ter starih in novih poškodb smo ugotovili, da so poškodovana drevesa v obeh objektih večinoma ob vlaki oziroma v sestoju. Stroji za sečnjo posek lesa opravljajo s procesorsko glavo in hidravličnim dvigalom, ki omogoča nadzorovanje bremena. Verjetnost, da se bodo pojavile poškodbe na vlaki, je tako manjša.

V obeh obravnavanih objektih je na drevju prevladovalo manj poškodb. Pri strojni sečnji in spravilu kratkega lesa prevladujejo drevesa z eno poškodbo, najbolj pa so objekt 2 zaznamovale tri poškodbe na drevo. Na objektu 2 je po sečnji in spravilu dolgega lesa več dreves z več poškodbami, in sicer je delež nekoliko večji kot na objektu 1. Iz ugotovljenih rezultatov lahko sklepamo, da je število poškodb močno povezano tudi z lokacijo drevesa v sestoju. Drevesa v bližini vlake oziroma sečne poti so bolj podvržena številnejšim poškodbam zlasti pri spravilu lesa, saj je količina lesa, ki je privlečena mimo omenjenih dreves, precej večja.

Poškodbe, ki so predstavljale nad 200 cm^2 površine, so bile na obeh objektih najbolj zastopane. Takšne poškodbe lahko opredelimo kot nevarne, saj močno povečajo izpostavljenost drevesa škodljivim organizmom ter omogočajo njegovo poznejše razvrednotenje in propad. Pri ugotavljanju velikosti poškodb na drevesu smo ugotovili podobno kot nekateri drugi avtorji (Klun in Poje, 2000). Pri raziskavah (Mihelič, 2014; Košir in Robek, 2000) pa je velikost poškodb na drevesu skoncentrirana v najmanjšem razredu, ki meri $10\text{--}29 \text{ cm}^2$. Omenjene trende si je mogoče razložiti s premeri dreves. Večji ko je premer drevesa, večji bo delež velikih poškodb, in nasprotno.

7 SKLEP

Na začetku diplomskega dela smo postavili tri hipoteze:

1. Pričakovane poškodbe bodo pri kombiniranem stroju za sečnjo in spravilo manjše kakor pri tandemu stroja za sečnjo in stroja za spravilo.

Pri tej hipotezi je že na začetku raziskave nastala težava, ki je močno vplivala na njeno postavitev. Zaradi posebnosti poizkusa in lastnosti stroja je kombinirani stroj za sečno in spravilo lesa HSM 805F delo opravil na klasičen način strojne sečnje. Stroj je moral les najprej posekati, nato pa se vrniti na skladiščno mesto, kjer je sečno glavo zamenjal z nakladalnimi kleščami ter prikolico ali tovornim sedlom. Tako lahko poškodbe, ki jih je kombinirani stroj HSM 805F naredil, izenačimo s poškodbami, ki bi nastale pri tandemu stroja za sečnjo in stroja za spravilo lesa. Zaradi omenjenih težav smo hipotezo 1 že na začetku ovrgli.

2. Poškodovanost sestoja bo manjša pri uporabi tehnologije kratkega lesa.

Na objektu 1, na katerem smo uporabili tehnologijo kratkega lesa, smo pričakovali manjšo poškodovanost sestoja v primerjavi z objektom 2 in tehnologijo dolgega lesa. Glede na starost poškodb smo ugotovili, da prevladujejo stare poškodbe. Z deležem poškodovanih dreves, ki je 33 %, ter številom poškodb na drevju, na katerih prevladuje 1 poškodba, smo hipotezo 2 potrdili, saj iz dobljenih rezultatov lahko razberemo, da je delež poškodovanih dreves pri omenjeni tehnologiji manjši kot pri sečnji in spravilu dolgega lesa.

3. Poškodovanost korenovca bo večja pri uporabi tehnologije dolgega lesa.

Hipotezo 4 smo potrdili, saj smo pri raziskavi ugotovili, da je korenovec pri tehnologiji dolgega lesa poškodovan bolj kot pri tehnologiji kratkega lesa. Poškodbe korenovca so nastajale predvsem pri spravilu lesa, ki se je pri tehnologiji dolgega lesa izvajala s sedlastim traktorjem. Ker se pri spravilu s sedlastim traktorjem del sortimentov vleče po tleh, so poškodbe na korenovcu zastopane v večjem številu in deležu kot pri spravilu lesa z zgibnim polprikoličarjem, ki sortimente v celoti vozi. Pri ugotavljanju poškodb smo imeli nekaj težav, saj je višina korenovca nedoločena in pri vsakem drevesu drugačna. Del poškodb, zlasti na

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravi lu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

višini 1 m, ki smo jih določili poškodbam debla, bi lahko uvrstili tudi med poškodbe korenovca. Tako bi se delež poškodb na korenovcu le še povečal.

8 POVZETEK

V letu 2012 smo na območju gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec, natančneje v GGE Mislinja, opravljali raziskave poškodovanosti sestoja po strojni sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Raziskava je potekala na 2 objektih, na katerih smo pridobivanje lesa izvedli s tehnologijo kratkega in dolgega lesa. Pri popisu poškodovanosti dreves smo uporabili metodo krožnih ploskev in metodo popolnega popisa. Zaradi tehničnih težav stroja sta sečnja in spravilo lesa potekala na način klasične strojne sečnje in spravila lesa (HV + FW).

Ugotavljanje poškodovanosti dreves je potekalo po opravljeni sečnji in spravilu lesa, saj le tako ugotovimo celoten vpliv tehnologije pridobivanja lesa na sestoj. Na obeh objektih smo ugotavljali različne parametre poškodovanosti dreves. Zanimali so nas lokacija, starost, velikost, število poškodb in pas sečnje. Drevesom smo določili tudi drevesno vrsto in jim izmerili prsni premer s skorjo.

Ker smo pri raziskavi na vsakem objektu uporabili različno tehniko pridobivanja lesa, smo rezultate med seboj primerjali. Pridobljene rezultate, ki so se nanašali na obravnavano temo, smo pozneje primerjali z izsledki, objavljenimi v literaturi v Sloveniji.

Na objektu, pri katerem smo za pridobivanje lesa uporabili sortimentno metodo, je bil delež poškodovanih dreves 33 %. Pri proučevanju mesta poškodb smo ugotovili, da je poškodovanost na deblu največja in je 57 %, sledijo poškodbe korenin s 30 % ter poškodbe korenovca s 9 % deležem poškodovanosti. Glede starosti poškodb smo ugotovili, da prevladujejo stare poškodbe, ki so posledica redčenj in gospodarjenja v sestoju iz preteklosti. Poškodbe, ki so zastopane v razredu nad 200 cm² površine, so na objektu 1 zastopane najbolj in pomenijo več kot 50 % poškodovanosti.

Nekoliko večji delež poškodovanosti, natančneje 45 %, smo ugotovili na objektu 2, pri katerem smo za pridobivanje lesa uporabili debelno oz. poldebelno metodo. Pri ugotavljanju

mesta poškodb smo ugotovili, da je poškodovanost prav tako največja na deblu, in sicer 44 %. V primerjavi z objektom 1 in tehnologijo kratkega lesa lahko ugotovimo, da se delež poškodovanosti na korenovcu, krošnji in vejah nekoliko poveča. Glede na starost poškodb smo ugotovili, da so poškodbe, ki so nastale na novo, zastopane najbolj. Na objektih 1 in 2 pa prevladuje delež dreves s poškodbo nad 200 cm² površine, kar znaša 32 %.

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

9 VIRI

Tretjak M. 2010. Gozdarstvo v povojnem času.

http://www.mislinja.si/2011/VSTOPNA_STRAN/SPOROCILA_ZA_JAVNOST/ZBORNIK/140_Gozdarstvo%20v%20povojnem%20casu.pdf (18. 4. 2014)

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Mislinja za leta 2005–2014. 2005. Mislinja, Zavod za gozdove, Območna enota Slovenj Gradec: 157 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec za leta 2011–2020. 2012. Slovenj Gradec, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Slovenj Gradec: 151 str.

HSM Kurzchassis Modellreihe. 2014.

http://media.lectura-specs.com/data_sheets/HSM-Kombi_dt%28b27%29.pdf (22.4.2014)

Intihar M. 2014. Poškodbe tal po sečnji in spravilu s kombiniranim strojem HSM 805F: magistrsko delo, magistrski študij – 2. stopnja. Ljubljana: 133 str.

Judnič M. 2006. Gojitveni vidiki uporabe strojne sečnje za redčenje sestojev s prevladujočimi listavci: diplomsko delo, univerzitetni študij. Semič: 49 str.

Kljun J., Poje A. 2000. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem Iwafuji T – 41 in poškodbe sestoja pri sečnji in spravilu: diplomsko delo, univerzitetni študij. Ljubljana: 100 str.

Košir B. 2000. Primerjava rezultatov modela poškodb drevja v sestoju zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovanj. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 61, 1: 55–80

Košir B., Robek R. 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanc. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 62: 90–100

Bižal B. Poškodbe sestoja po sečnji in spravilu lesa s kombiniranim strojem HSM 805F v iglastih sestojih.

Dipl. delo. (VS). Ljubljana, Uni. v Lj., Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Košir B., Mihelič M. 2011. Primerjava poškodb drevja v pretežno iglastih sestojih po strojni sortimentni metodi s poškodbami drevja po klasičnih oblikah sečnje in spravila lesa. *Gozdarski vestnik*, 69, 10: 447–457

Krč J., Košir B. 2003. Presoja različic omejitve rabe strojne sečnje lesa z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 71: 7–17

Mihelič M. 2014. *Gospodarnost in okoljski vidiki tehnologij pridobivanja lesnih sekancev za energetske rabo: doktorska disertacija*. Ljubljana: 250 str.

Stroj HSM 805F.

<http://www.hsm-forest.net/cms/Kombinationsr%C3%BCckemaschinen.html> (22.4.2014)

Tehnični podatki za sečno glavo CTL 453: spletna stran zastopnika CTL-Technology.

http://www.ctl-technology.de/Prod_CTL%20453.htm (22. 4. 2014)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Juriju Marenčetu ter somentorju izr. prof. dr. Boštjanu Koširju za koristne nasvete in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi asistentu Matevžu Miheliču za pomoč pri sodelovanju in izvedbi terenskih meritev.

Iskreno se zahvaljujem tudi svoji družini ter zaročenki Poloni za izdatno podporo in spodbujanje med študijem in pripravljanjem diplomskega dela.