

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

Jure ŽLOGAR

**PRIMERENOST TRAKTORSKIH VLAK ZA VOŽNJO
Z ZGIBNIM POLPRIKOLIČARJEM**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007

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

Jure ŽLOGAR

**PRIMERNOST TRAKTORSKIH VLAK ZA VOŽNJO Z ZGIBNIM
POLPRIKOLIČARJEM**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

SUITABILITY OF TRACTOR SKID ROADS FOR FORWARDING

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija gozdarstva, opravljeno je bilo na Biotehnični fakulteti v Ljubljani, na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 1. 8. 2005 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Boštjana Koširja, za recenzenta pa prof. dr. Igorja Potočnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Jure Žlogar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 377.44(043.2)=163.6
KG	spravilo lesa/zgibni polprikoličar/traktor/prehodnost terena/poškodbe
KK	
AV	ŽLOGAR, Jure
SA	KOŠIR, Boštjan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2007
IN	PRIMERNOST TRAKTORSKIH VLAK ZA VOŽNJO Z ZGIBNIM POLPRIKOLIČARJEM
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	X, 57 str., 21 pregl., 14 sl., 7 pril., 15 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Meritve za diplomsko delo so potekale na KE Cerknica, v GGE Škocjan-Unec. Na tem območju je v letih 2004, 2005 in 2006 prvič potekala strojna sečnja in spravilo. Namen naloge je bil pridobiti podatke posledic na spravilnih poteh in ob njih, pri vožnji in vlačanju, obe tehnologiji med seboj primerjati in ugotoviti kolikšen del traktorskih vlak je primeren za delo z zgibnim polprikoličarjem oz. koliko spravilnih poti potrebujemo pri strojnem spravilu. Za vožnjo z zgibnim polprikoličarjem ni bilo primernih le 3 % traktorskih vlak, tehnologija strojne sečnje pa je potrebovala 61 % več spravilnih poti kot tehnologija traktorskega spravila. Pri traktorskem spravilu je vpliv na tla v raziskovalnem območju neškodljiv, pri strojnem spravilu pa zmeren. Število poškodb pri traktorskem spravilu je manjše kot pri strojnem spravilu, vendar potrebujemo pri slednjem tudi večjo dolžino spravilnih poti. Primerjali smo traktorsko vlačenje z vožnjo z zgibnim polprikoličarjem. Za primerjavo obeh tehnologij v celoti, pa nam manjkajo podatki o privlačevanju pri traktorskem spravilu.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 377.44(043.2)=163.6

CX bringing wood/forwarder/tractor/terrain roughness/damage

CC

AU ŽLOGAR, Jure

AA KOŠIR, Boštjan (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

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

PY 2007

TI SUITABILITY OF TRACTOR SKID ROADS FOR FORWARDING

DT Graduation thesis (Higher professional studies)

NO X, 57 p., 21 tab., 14 fig., 7 ann., 15 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The measurements for this graduation thesis were taken at KE Cerknica, in GGE Unec-Škocjan. The first mechanized cutting down and skidding wood took place in 2004, 2005 and 2006. Our goal was to gather information about the characteristics and damage shown on and around the skid roads. We compared the damage caused by forwarding and skidding and tried to figure out how many tractor skid roads were suitable for working with forwarder and how many skid roads are actually required for CTL method. Only 3 % of tractor skid roads were not suitable for forwarding, however CTL-technology required 61 % more skid roads than technology using tractors. Working with tractors has no negative effects on the ground soil within our measuring site and mechanized skidding has a moderate visible soil damages ill. There are fewer injuries caused by tractor than forwarding which also requires a longer range of skid roads. We compared tractor skidding and forwarding. However we lack the data on tractor bunching for overall comparison of both technologies.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
2 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE.....	2
3 DOSEDANJE RAZISKAVE	4
3.1 SESTOJNE IN TERENSKÉ MOŽNOSTI STROJNE SEČNJE V SLOVENIJI	4
3.2 EKOLOŠKI VIDIK PRIPRAVE DELA.....	5
3.3 VPLIV STROJNE SEČNJE NA SESTOJ IN GOZDNA TLA.....	6
4 METODE DE LA	9
4.1 PRETEKLO GOSPODARJENJE Z GOZDOVI.....	9
4.2 RAZISKOVALNI OBJEKT	11
4.3 ZNAČILNOSTI ZGIBNEGA POLPRIKOLIČARJA	13
4.4 TERENSKO DELO.....	15
4.5 PRIPOMOČKI PRI DELU.....	18
4.6 OBDELAVA PRIDOBLJENIH PODATKOV.....	18
5 REZULTATI.....	19
5.1 VZORČNI PROFILI	19
5.1.1 Dolžine spravilnih poti	20
5.1.2 Gostota spravilnih poti.....	21
5.1.3 Globina kolesnic.....	25
5.1.4 Opis profila talne podlage.....	26
5.1.5 Širina zunanjih robov kolesnic.....	27
5.1.6 Svetli profil.....	27
5.1.7 Vzdolžni naklon spravilnih poti	29

5.1.8 Prečni naklon	30
5.1.9 Delež površine pravih poti	31
5.2 POŠKODBE DREVES	32
5.2.1 Drevesne vrste	33
5.2.2 Socialni položaj	34
5.2.3 Velikost poškodb.....	34
5.2.4 Starost poškodb	36
5.2.5 Mesta poškodb	38
6 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	41
7 POVZETEK.....	45
8 VIRI	48
ZAHVALA	50
PRILOGE.....	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki posekanega lesa (m ³) v posameznih odsekih v letih 1994-2003 in primerjava s strojno sečnjo (Gozdnogospodarski načrt ..., 1996 in Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).....	12
Preglednica 2: Osnovne karakteristike stroja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004).....	13
Preglednica 3: Osnovne karakteristike tovarne površine zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004).....	14
Preglednica 4: Dolžine pravih poti posameznih tehnologij (m)	20
Preglednica 5: Skupne dolžine pravih poti za vožnjo in vlačenje	21
Preglednica 6: Gostota pravih poti za posamezne tehnologije spravila lesa (m/ha).....	21
Preglednica 7: Skupna gostota pravih poti za vlačenje in vožnjo (m/ha).....	22
Preglednica 8: Globina kolesnic pri posameznih tehnologijah spravila (cm)	26
Preglednica 9: Deleži posameznih vrst profilov in povprečne globine kolesnic.....	26
Preglednica 10: Širine vozišč (m).....	27
Preglednica 11: Svetli profili (m)	28
Preglednica 12: Povprečni in maksimalni vzdolžni nakloni (%)	30
Preglednica 13: Prečni nakloni (%).....	30
Preglednica 14: Delež površine in globine kolesnic.....	31
Preglednica 15: Vpliv na tla (Wästerlund, 2002)	32
Preglednica 16: Drevesne vrste po debelini lubja	33
Preglednica 17: Socialni položaj dreves	34
Preglednica 18: Število dreves ob vlakah in velikosti poškodb	35
Preglednica 19: Poškodbe drevja po velikosti poškodb (%)	36
Preglednica 20: Starost poškodb	38
Preglednica 21: Število in delež poškodb na posameznih delih drevesa.....	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Raziskovalni objekt v revirju Unec-Škocjan.....	11
Slika 2: Prikaz zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004).....	13
Slika 3: Tovorna površina zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004).....	14
Slika 4: Zgibni polprikoličar – Timberjack 1410 D v revirju Škocjan-Unec (Foto: Arhiv GG Postojna)	15
Slika 5: Traktorska vlaka po kateri je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem (foto: Žlogar J.).....	16
Slika 6: Spravilna pot po kateri je potekala strojna sečnja in spravilo (foto: Žlogar J.).....	17
Slika 7: Spravilne poti v raziskovalnem območju	19
Slika 8: Deleži posameznih spravilnih tehnologij	22
Slika 9: Doseg traktorskega vitla s traktorskih vlak v raziskovalnem območju.....	24
Slika 10: Doseg stroja za sečnjo s spravilne poti v raziskovalnem območju	25
Slika 11: Primerjava širine vozišč in svetlih profilov	29
Slika 12: Drevesne vrste ob spravilnih poteh	33
Slika 13: Stara poškodba, posledica traktorskega spravila (foto: Žlogar J.)	37
Slika 14: Nova poškodba, vzrok spravilo z zgibnim polprikoličarjem (foto Žlogar J.).....	40

KAZALO PRILOG

Priloga A: Karta raziskovalnega objekta v GGE Unec-Škocjan	51
Priloga B: Karta – Doseg stroja za sečnjo s pravilne poti v raziskovalnem območju	52
Priloga C: Karta – Doseg traktorskega vitla s traktorskih vlak v raziskovalnem območju.	53
Priloga D: Traktorska vlaka po kateri je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem (foto: Žlogar J.)	54
Priloga E: Spravilna pot po kateri je potekala strojna sečnja in spravilo (foto: Žlogar J.)..	55
Priloga F: Snemalni list za popis podatkov na prečnih profilih	56
Priloga G: Snemalni list za popis dreves ob spravilnih poteh	57

1 UVOD

Razvoj tehnologije je povezan z razmerami v gozdu, s cilji gospodarjenja z gozdovi, z ekonomsko močjo gospodarstva in drugimi dejavniki, kot so tradicija, posestne strukture in organizacija gozdarstva (Košir, 1997). Med najvažnejšimi dejavniki tehnološkega razvoja štejemo: gospodarnost dela, odkritja in inovacije na vseh področjih, razvoj potreb družbe po kakovosti življenja vezane na ohranitev okolja in interesi vseh, ki so odvisni od gospodarjenja z gozdovi in njihova medsebojna razmerja (Košir, 2004).

Pri razvoju tehnologije ne smemo pozabiti na ekološki vidik gozda. Posledice različnih tehnologij lahko povzročijo morebitne stranske učinke: spremenjeni biotopi, vpliv na sestoj in rastišče, motnje v razvoju rastlinske in živalske komponente. Pri izkoriščanju gozdov moramo znati določiti tisto stopnjo, ki omogoča trajno izkoriščanje gozdov (Košir, 1992).

Strojna sečnja je v začetku veljala za tehnologijo, pri kateri se je gospodarilo veliko površinsko golosečno (Košir, 2002). Najbolj se je razvila v skandinavskih deželah in v severni Ameriki. Slovenija je do nedavnega veljala za deželo kjer sestojne in terenske razmere niso najbolj primerne za pridobivanje lesa s strojno sečnjo (Krč, 2002). Napredek strojev za strojno sečnjo je povzročil, da lahko tovrstno tehnologijo uporabljamo tudi v deželah kjer prevladujejo listavci, pri redčenjih, v manjših gozdnih posestih in celo v strmejših terenih v alpskih deželah (Košir, 2002).

Diplomsko delo obravnava posledice strojnega spravila in traktorskega vlačanja na spravilnih poteh in drevesih ob spravilnih poteh, v revirju Unec-Škocjan. Terensko delo se je izvajalo od junija do avgusta 2007 v drugem oddelku revirja Unec-Škocjan, krajevne enote Cerknica. Do nedavnega se je na tem objektu izvajalo traktorsko spravilo, spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa se je tu uporabilo prvič in sicer novembra in decembra 2004, februarja in marca 2005 ter januarja, februarja in marca 2006.

2 NAMEN NALOGE, CILJI IN HIPOTEZE

Strojna sečnja se je najprej začela razvijati v skandinavskih deželah in v Severni Ameriki (Krč, 2002). V Sloveniji se je do nedavnega predvidevalo, da terenske in sestojne razmere niso najprimernejše za pridobivanje lesa s tovrstno tehnologijo. Tehnologija strojne sečnje in izdelave se neprestano izpopolnjuje. Stroji so vedno bolj prilagojeni za delo v razgibanih terenskih in sestojnih razmerah (Krč, 2002). Tudi v Sloveniji je strojna sečnja vsak dan bolj prisotna. Čeprav še vedno ne vemo natančno, kje so najprimernejša območja za strojno sečnjo in se pri vsakem posegu znova učimo kako pripraviti sestoj za tovrstno tehnologijo, je sestojev, kjer je že bila prisotna strojna sečnja vedno več.

O strojni sečnji je bilo v Sloveniji opravljenih že kar precej dosedanjih raziskav, ki pa kažejo različne prednosti in slabosti te tehnologije. V naši raziskavi smo se osredotočili le na spravilo lesa. Pod strojno sečnjo si predstavljamo sečnjo, ki se izvaja s stroji za sečnjo in spravilo, ki ga opravljajo zgibni polprikoličarji. Tako sečnja kot spravilo povzročata na tleh in drevju različne posledice. Tudi pri dosedanjih tehnologijah (klasična sečnja z motorno žago in spravilo s traktorjem) nastajajo različne posledice pri sečnji in spravilu. Naše raziskovalno delo je opredeljeno na vožnjo z gibernega polprikoličarja in traktorsko vlačenje ter posledice, ki pri tem nastanejo na pravih poteh in na drevju ob pravih poteh.

S študijo smo želeli primerjati dosedanje oblike spravila s pravilom lesa z zgibnim polprikoličarjem. Namen naloge je bil pridobiti podatke posledic na pravih poteh in ob njih pri obeh tehnologijah, jih med seboj primerjati in ugotoviti, kolikšen del traktorskih vlak je primeren za delo z zgibnim polprikoličarjem oziroma koliko pravih poti potrebujemo za vožnjo z zgibnim polprikoličarjem.

Delovne hipoteze:

- uporabnost traktorskih vlak za delo z zgibnim polprikoličarjem je med 50 in 60 % ene dolžine vlak,
- del traktorskih vlak lahko z rekonstrukcijo prilagodimo za izvoz lesa z zgibnim polprikoličarjem,
- obstoječa gostota vlak ne zadošča za popolno delo z zgibnim polprikoličarjem, če ta dela skupaj s strojem za sečnjo,
- število in velikost poškodb na drevesih ob spravilnih poteh, so pri vožnji z zgibnim polprikoličarjem večje kot pri traktorskem vlačanju.

3 DOSEDANJE RAZISKAVE

3.1 SESTOJNE IN TERENSKÉ MOŽNOSTI STROJNE SEČNJE V SLOVENIJI

Strojna sečnja ima svoje začetke v severnih deželah, kjer so tedaj v pretežno iglastih gozdovih manjših dimenzij gospodarili velikopovršinsko golosečno. Danes najdemo sodobne tehnologije strojne sečnje tudi v deželah, kjer prevladujejo listavci, pri redčenjih, v manjših gozdnih posestih in celo v strmejših terenih v alpskih deželah. Možnosti uporabe strojne sečnje je zelo veliko, vendar pa pri tem ne smemo gledati samo na obseg opravljenega dela s posameznim strojem, pač pa moramo upoštevati tudi varstvo pri delu, vpliv na gozdni sestoj in drugo. Pri uvajanju strojne sečnje je potrebno upoštevati omejitve: naklon terena (največ 60 %), skalovitost in nosilnost tal. Današnji stroji za sečnjo so sicer sposobni premagovati velike vzdolžne naklone (do 60 % in več) in površinske ovire (prehodnost okoli 60 cm), vendar pa je potrebno upoštevati tudi ekonomičnost. Za uspešno uvajanje strojne sečnje je najprimerneje izbrati zmerno skalovite terene z nakloni do 35 %. Ta meja naklona pa ni problem stroja za sečnjo temveč zgibnega polprikoličarja (Košir, 2002a).

Načrtovanje tehnologije strojne sečnje se začne z izbiranjem površin, ki naj bi bile primerne za strojno sečnjo. Pri tem so pomembni naslednji podatki (Krč, 2002):

- Naklon terena (povprečni naklon v odseku podan v %),
- Mešanost sestojev (% iglavcev v lesni zalogi odseka),
- Ovire na terenu (povprečna skalovitost v odseku),
- Jakost sečnje (% možnega poseka glede na lesno zalogo v odseku),
- Reliefne posebnosti (gladko, valovito, jarkasto, stopničasto, skokovito, vrtačasto, kotanjasto, čokasto, grebenasto).

Stroški po enoti (m^3) so močno povezani s koncentracijo gozdnih del. Pri teh stroških moramo upoštevati načrtovanje, pripravo, izvedbo in kontrolo dela. Tu velja tudi zakon o kosovnem volumnu, s katerim mislimo stroške po enoti (m^3), ki so tesno povezani s koncentracijo gozdnih del. Tu ne gre le za količinsko, pač pa tudi za prostorsko in časovno

koncentracijo (dovoljeni desetletni posek lahko izvedemo v različnem številu intervalov). S stroški so prav gotovo povezane tudi primerne oz. neprimerne površine. Zato je za posamezna območja potrebno izločiti primerne površine za strojno sečnjo in le te dodatno analizirati z vidika jakosti možnih sečenj. Vplivna dejavnika pri izbiri površin sta naklon terena in mešanost sestojev (Krč, 2004).

Učinki strojev za sečnjo so nad 10.000 m³ letno, pri izkoriščenosti nad 1.700 produktivnih ur letno. Zgibni polprikoličarji imajo nekoliko manjše učinke pri enaki izkoriščenosti delovnega časa. Na produktivnost strojne sečnje najbolj vpliva povprečna velikost drevesa, nato pa število odkazanih dreves na hektar. Pri strojni sečnji morajo biti posamezne tehnološke faze obravnavane povezano. Sečnjo in spravilo moramo obravnavati hkrati (Košir, 2004).

3.2 EKOLOŠKI VIDIK PRIPRAVE DELA

Poleg lesnoproizvodne funkcije, se v naših gozdovih vse bolj poudarja tudi splošno koristne funkcije (estetska, varovalna, rekreacijska itd.). Zato je poleg varnosti pri delu najpomembnejša skrb za dosledno uresničevanje ciljev gospodarjenja. Vsak proizvodni proces je sestavljen iz načrtovanja, priprave dela, izvajanja dela in nadzora. Pri načrtovanju proizvodnje moramo določiti cilje in okvirne časovne roke, v okviru priprave dela pa določimo tehnologijo s katero bomo opravili predvidene naloge, izvajalca, začetek in konec proizvodnega procesa in stroške proizvodnje (Košir, 1992).

Izkazalo se je, da je uspešnost proizvodnje odvisna od temeljite priprave dela. Pomen priprave dela je v gozdarstvu odvisen od velikosti in kompleksnosti proizvodnega sistema, površine, časovnega obdobja ter od števila nalog ki jih je potrebno v določenem času opraviti. Pri vseh tehnoloških procesih moramo upoštevati ekološki vidik. Pri tem nas zanima vpliv samih tehnologij na okolje oz. morebitni stranski učinki, ki jih povzročamo z našim delovanjem (spremenjeni biotopi, vpliv na sestoj in rastišče, motnje v razvoju rastlinske in živalske komponente). Med takšna merila lahko štejemo ciljno gostoto vlak, njihovo širino, tip polaganja vlak, maksimalni delež poškodb na drevju, brezpogojne

zahteve po ohranjanju izbranih dreves itd. Glede na te omejitve se tudi odločimo za primerno tehnologijo spravila lesa (Košir, 1992).

Pri spravilu lesa, sodijo poškodbe gozdnih tal med pomembnejše negativne vplive na okolje, ki nastanejo zaradi gradnje sekundarnih prometnic, premikanja delovnega stroja po brezpotju in zaradi premikanja bremena. Poškodbe na gozdnih tleh so lahko vidne ali pa nevidne. Prve lahko prizadenejo že estetski videz gozda, predstavljajo pa lahko tudi izgubo površine, na kateri se razvija sestoj. Lahko pomenijo tudi nastanek erozijskih žarišč z nepredvidljivimi posledicami. Nevidne poškodbe na gozdnih tleh nastanejo zaradi zbivanja tal pri vožnji težkih delovnih strojev zunaj gozdnih prometnic. Mednje štejemo poškodbe korenin in spremembe v talni strukturi. Poškodbe gozdnih tal lahko vplivajo tudi na spremembo vodnih tokov v gozdu in na ta način spremenijo rastiščne razmere. Na stoječem drevju nastanejo poškodbe pri sečnji in spravilu lesa. Pri slednjem nastane večina poškodb na spodnjem, najvrednejšem delu debla, v katerem se zaradi njih začne razvijati lesna trohnoba. Posledice teh poškodb so v glavnem odvisne od rastišča, drevesne vrste, razvojne faze in letnega časa. Če želimo doseči minimalne negativne posledice pri določeni gozdarski tehnologiji na okolje, moramo poznati vrste teh vplivov ter njihove kratkoročne in daljnosežne posledice (Košir, 1992).

3.3 VPLIV STROJNE SEČNJE NA SESTOJ IN GOZDNA TLA

Poškodbe nastajajo pri sečnji in pri spravilu lesa, pri čemer sta pri današnjih tehnologijah to največkrat dve izrazito ločeni fazi, med katerima v najslabšem primeru ni ustrezne povezave. Pri strojni sečnji pa sta ti dve fazi logistično gledano bolj usklajeni. Če pojasnimo to z vidika uporabe sekundarnih prometnic pri tehnologiji kratkega lesa, bomo videli, da pri dosedanjih tehnologijah največje poškodbe nastanejo prav zaradi tega, ker v fazi sečnje ne upoštevamo dovolj pravilne smeri. Govorimo lahko o ne dovolj natančnem usmerjenem podiranju drevja, kar je lahko subjektivno ali objektivno pogojeno. Pri strojni sečnji do tega problema ne prihaja, saj stroj za sečnjo pripravlja les ob sečnih in drugih vlakih, po katerih nato les vozimo z zgibnim prikoličarjem. Problem zbiranja lesa skozi stoječi sestoj tako odpade, nastane pa problem nakladanja lesa ob vlakih, po katerih les

vozimo. Pri tem prav tako nastanejo poškodbe drevja, vendar so le te manj obsežne kot poškodbe, ki nastanejo pri zbiranju lesa z vitlom (Košir, 2002b).

Zgibni polprikoličar in stroj za sečnjo se gibljeta po grajenih vlakah in po brezpotju. Pri tem nastajajo v tleh različne motnje. Dejavniki ki vplivajo na vrsto in intenziteto motenj so: talni tip, parametri stroja in sečni sistem. Ocena motenj zaradi delovanja teh strojev je bistvenega pomena pri tveganju zaradi erozije, možnosti manjše produkcijske sposobnosti rastišč ter izgube estetske vrednosti. Ko se zaradi vožnje stroja fizično odrine površinska plast tal, govorimo o premeščanju tal. To se praviloma dogaja pri vseh globljih kolesnicah, kjer prihaja tudi do mešanja talnih horizontov in s tem do uničevanja naravne talne strukture. Poškodbe tal so odvisne od lastnosti tal in od lastnosti strojev (Mali in Košir, 2007).

Z naklonom terena se povečuje koeficient poškodovanosti tal. Poleg bremena, naklon torej dodatno vpliva na dinamični tlak. Ta se pri polni vožnji povečuje z naklonom. Na strmejših terenih, še posebej tam kjer so tla slabo nosilna, lahko pričakujemo večje poškodbe tal (Mali in Košir, 2007).

Različne tehnologije pridobivanja lesa zahtevajo različne pristope načrtovanja, vodenja in nadzora del, različno pa je tudi omrežje sekundarnih prometnic. Sistemi kratkega lesa (strojna sečnja) zahtevajo veliko gostoto prometnic, po katerih les vozimo do gozdne ceste. Pri tej, za Slovenijo novi tehnologiji, se bistveno spremenijo razmerja med poškodbami drevja in poškodbami tal. Vidne spremembe površja gozdnih tal so nezanesljiva ocena poškodovanosti tal pri delu v gozdu, razen če popis površja tal izvajamo neposredno po končanem delu. V raziskavi na delovišču Žekanc na območju Krasa so bile ugotovljene razlike v globini kolesnic med primarnimi vlakami in ostalimi kategorijami vlak, niso pa bile ugotovljene razlike med povprečnimi širinami posameznih kategorij vlak. Ugotovljena je bila tudi sprememba absolutne vrednosti površin, saj je bila zaradi transporta v tokratni proizvodnji vidno spremenjena skoraj petina površine tal na delovišču. Različne kategorije gozdnih vlak imajo na delovišču podobno širino, različen obseg omrežja in verjetno različne ekološke posledice. Bistvenega pomena za

zmanjševanje negativnih vplivov strojev na tla so sečni ostanki, vendar le, če so položeni na kolesnice in znaša potlačena debelina vsaj 10-15 cm (Košir in Robek, 2000).

V raziskavi na delovišču Žekanc se je ugotavljalo tudi poškodovanost drevja po sečnji in spravi. Preveriti je bilo potrebno, ali so poškodbe drevja pri uporabljeni tehnologiji v pričakovanih mejah, ki veljajo za uporabo obstoječih tehnologij pri nas. Pri tem se je ugotovilo, da je pri strojni sečnji površina in število poškodb manjša kot pri dosedanjih tehnologijah (pri strojni sečnji se največ poškodb nahaja v razredu med 10 in 29 cm² ter do 49 cm², v dosedanjih tehnologijah pa je največ poškodb v razredu nad 200 cm²) (Košir in Robek 2000). Glede na lego na drevesu, pa je pri strojni sečnji precej večji delež poškodb na deblu in na vejah, znatno manjši pa so deleži poškodb na krošnji in na koreničniku. V primerjavi z enakimi tehnologijami strojne sečnje v skandinavskih deželah, pa je v naših sestojih (na delovišču Žekanc) nastalo več poškodb, kar lahko pripišemo drugačnim sestojnim razmeram (večja gostota drevja) in prevelikim strojem (Košir in Robek, 2000).

Pri vsakem gozdnem posegu so poškodovana nova drevesa in del dreves z že starimi poškodbami. Čim več je posegov v sestojih, bolj se večja tudi delež poškodovanih dreves v sestojih (Košir in Cedilnik, 1996). Jakost redčenja vpliva na delež poškodovanega drevja predvsem v mlajših sestojih. V starejših sestojih je vpliv jakosti redčenj na skupno poškodovanost manjši, saj se je v teh glavna poškodb že zgodila in končnega izida ne moremo spremeniti. Poškodbe v mlajših sestojih so majhne. Le te v začetku hitro naraščajo, kasneje v starejših sestojih pa počasneje. Delež novih poškodb je v starejših sestojih večji kot v mlajših, vendar je med temi poškodbami vse več nekoč že poškodovanega drevja, zato je delež povsem nepoškodovanih dreves s starostjo sestoja vse manjši (Košir, 2000).

4 METODE DELA

4.1 PRETEKLO GOSPODARJENJE Z GOZDOVI

Podatke o preteklem gospodarjenju smo povzeli iz Gozdnogospodarskega načrta gozdnogospodarske enote Unec-Škocjan za leto 2004-2014.

Dosedanji gozdovi GGE Unec-Škocjan so v fevdalni dobi pripadali družini Haasberg iz Planine. Leta 1846 je posest Haasberg kupila plemiška rodbina Windischgretz, ki je v prvih letih lastništva gozdove rabila le za lov. V gozdove so posegali le toliko, da so za boljšo preglednost pri lovu počistili grmovje in s tem tudi podmladek. Po odpravi servitutnih pravic in razdelitvi gozdov med podložnike je gozdove sedanjega revirja Škocjan obdržala rodbina Windischgretz, gozdovi v revirju Unec pa so bili razdeljeni med podložnike (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Prvi načrti so bili izdelani le za revir Škocjan. Gozdovi v revirju Škocjan so bili tako prvič urejeni in obdelani v načrtu leta 1881. Načrt iz leta 1908 predvideva v revirju Škocjan opustitev prebiralnega gospodarjenja in uvedbo golosečnega gospodarjenja, pri katerem se poseka vse drevje razen zdravega podmladka. Cilj takratnega gospodarjenja je bil debelejši tehnični les, premera do 50 cm, ki je služil predvsem za potrebe ladjedelništva. Naslednji načrt za revir Škocjan je bil izdelan leta 1922 in v njem so bile kot obratovalne metode omenjene golosek, oplodna in robna sečnja ter prebiralna sečnja. Pri goloseku sečišča niso smela biti prevelika. Po robovih sečišč so računali na naravno nasemenitev, če so nastale večje goličave so sadili smreko, v manjših skupinah pa so sadili tudi eksote (zelena duglazija, gladki bor). Zaradi takega načina gospodarjenja so v revirju Škocjan nastale obsežne smrekove monokulture, kar pa s stališča gozdnega varstva (divjad, insekti, snegolomi), ni predstavljalo nič dobrega. V bodočnosti je glavna drevesna vrsta postala jelka, ki so jo sadili v obstoječe vrtače (po snegolomih). S podsadnjo jelke se pomaga pri naravnem pomlajevanju. Za uporabo listavcev iz redčenj in čiščenj pa se pospešuje oglarjenje (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Načrt iz leta 1938 še naprej predpisuje vse tri načine gospodarjenja (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Prvi načrt za revir Unec je bil izdelan leta 1956 (Unški tali), naslednji GGN za GGE Unec pa so si sledili leta 1970, 1980 in 1990 (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

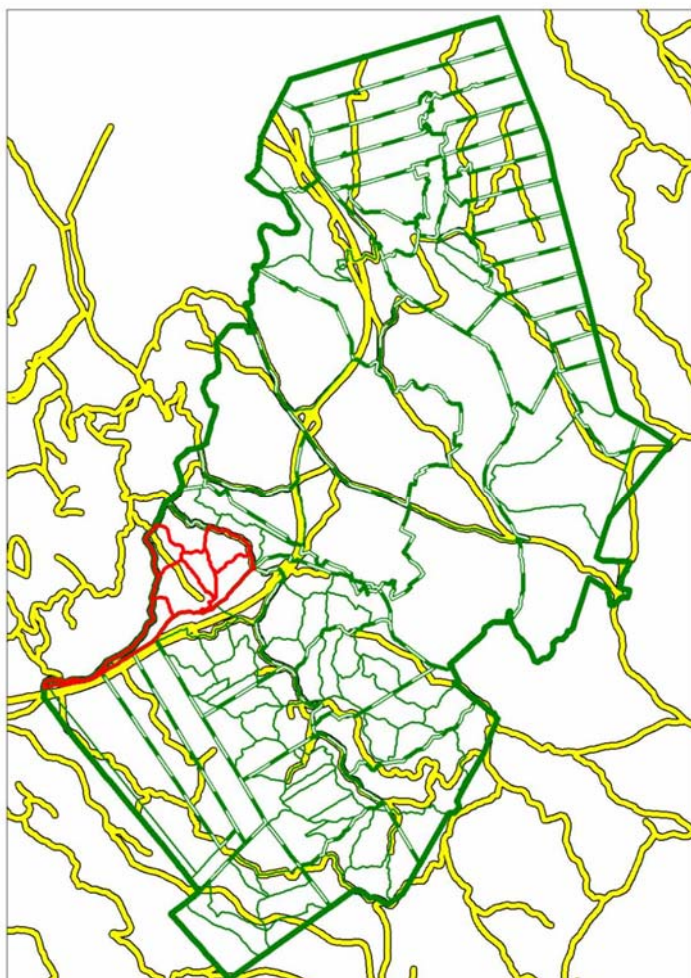
V veliki meri so posledice zgodovine zaradi neupoštevanja bioloških značilnosti vidne še dandanes. Ker so gozdovi v revirju Škocjan prvotno služili le za lov, je bila v 19. stoletju na velikem delu odstranjena vsa podrast in ves pomladek. Naravna obnova (predvsem z jelko) je bila s tem prekinjena (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Konec 19. stoletja so močno povečali številčnost srnjadi, kar je dodatno negativno vplivalo na naravno obnovo. Za veleposestnike je postala zanimiva takratna maksimalna zemljiška renta. V revirju Škocjan se je tako na tretjini sestojev izvedla obnova starih jelovih sestojev s sadnjo smreke, na dveh tretjinah pa se je gospodarilo prebiralno. Pri gospodarjenju v naravnih jelovo-bukovih sestojih so pretirano pospeševali jelko. Listavce so odstranjevali s čiščenjem in oglarjenjem. Jelovo drevje se je prebiralno in sekalo le od debeline 50 cm naprej in ker kasneje ni bilo pomlajevanja, so se izoblikovali enomerni, slabše vitalni, jelovi sestoji. Zaradi sušenja jelke, pa so sestoji postajali vse bolj razgrajeni in nestabilni (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

V 70 letih 20. stoletja so nevitale jelove gozdove začeli obnavljati s sadnjo smreke, s ciljem, da se bodo kasneje v sestoj vključili tudi listavci, kar se je bolj ko ne tudi uresničilo (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

4.2 RAZISKOVALNI OBJEKT

Terensko delo je potekalo v revirju Unec-Škocjan v odsekih 2b, 2c, 2d, 2e, 2f in 2g. Površina območja znaša 77,46 hektarjev in na tem območju je bila leta 2005 prvič izvedena strojna sečnja. Objekt opazovanja spada v krajevno enoto Cerknica in v območno enoto Postojna.



Slika 1: Raziskovalni objekt v revirju Unec-Škocjan

Celotni objekt opazovanja spada med državne gozdove. Gospodarski razred objekta so smrekovi sestoji na rastišču *Omphalodo-Fagetum asaretosum*. Ohranjenost sestojev je zaradi sajenja smreke v pretekli zgodovini močno spremenjena (71 do 90 %). Tu najdemo debeljake smreke, bukve in duglazije. Kot posamična primes se pojavlja bukev, plemeniti listavci in smreka, bukev pa najdemo tudi v obliki letvenjaka. Povprečna lesna zaloga

iglavcev v sestojih objekta je $295 \text{ m}^3/\text{ha}$, povprečna lesna zaloga listavcev pa $65 \text{ m}^3/\text{ha}$. Od iglavcev prevladuje smreka (69 %), od listavcev pa bukev (14 %). Ostale drevesne vrste ki jih v sestojih še najdemo so: duglazija (6 %), gorski javor (6 %), beli gaber (3 %), jelka (1 %) in mali jesen (1 %). Matična podlaga je apnenec (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

Sestoji se nahajajo na nadmorski višini med 564 m in 675 m. Povprečen naklon je 11 stopinj, kamnitost 7 % in skalovitost 51 %. Relief je povsod stopničast, razen v odseku 2e, kjer je gladek (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

V vseh odsekih je prisotna hidrološka funkcija, v odsekih: 2c, 2f in 2g pa tudi zaščitna funkcija. Pred strojno sečnjo je potekalo v sestojih spravilo s prilagojenim kmetijskim traktorjem. Povprečna pravilna razdalja v odsekih je 383 m (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007).

V preglednici 1 so prikazani podatki o posekanem lesu od leta 1994 do 2003, količine lesa posekane s strojno sečnjo in količine ki so bile posekane naknadno po strojni sečnji zaradi varstva gozdov (izredne sečnje).

Preglednica 1: Podatki posekanega lesa (m^3) v posameznih odsekih v letih 1994-2003 in primerjava s strojno sečnjo (Gozdnogospodarski načrt ..., 1996 in Gozdnogospodarski načrt ..., 2007)

Oddelek/odsek	Drevesna vrsta	Sečnja v letih 1994-2003 (m^3)	Strojna sečnja 2004-2005 (m^3)	Izredne sečnje (m^3)	Površina odseka (ha)
2b	iglavci	268	911	170	13,22
	listavci	14	71	0	
2c	iglavci	178	996	239	11,68
	listavci	3	67	6	
2d	iglavci	316	559	221	10,68
	listavci	9	153	28	
2e	iglavci	377	687	356	9,43
	listavci	3	67	33	
2f	iglavci	680	987	590	20,89
	listavci	38	282	12	
2g	iglavci	435	867	436	11,56
	listavci	8	120	10	

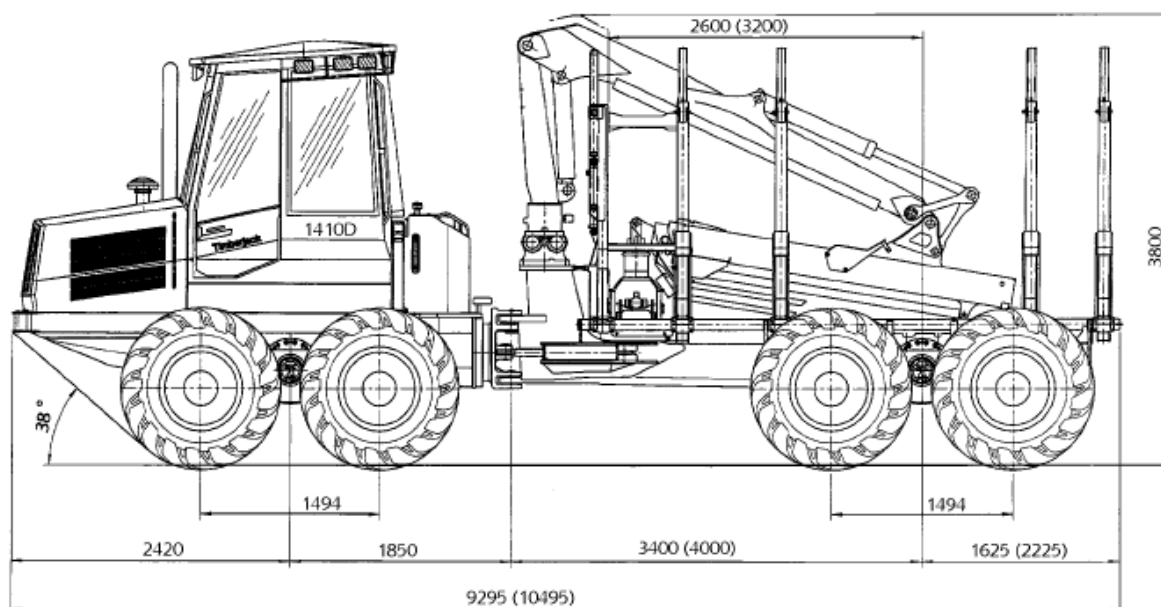
4.3 ZNAČILNOSTI ZGIBNEGA POLPRIKOLIČARJA

Spravilo je potekalo z zgibnim polprikoličarjem - Timberjack 1410D, ki je v lasti Gozdnega gospodarstva Postojna.

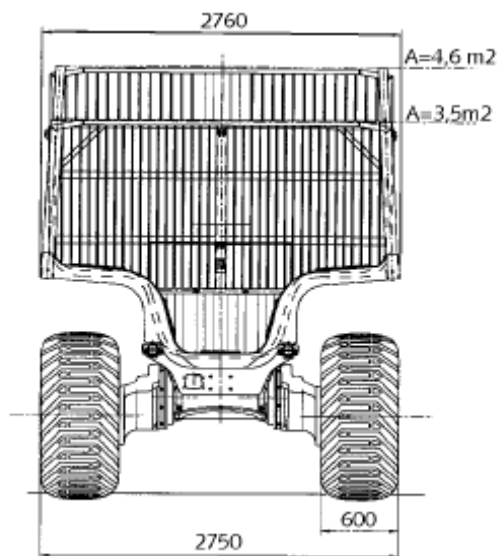
Podatke o karakteristiki stroja smo povzeli iz priročnika za operaterja stroja za spravljanje 1410D, serijska številka WJ1410D000692 (Worldwide Construction and forestry division, 2004).

Preglednica 2: Osnovne karakteristike stroja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004)

Dolžina	9.250 mm – 10.495 mm
Širina	2.750 mm
Višina	3.800 mm
Teža	16.500 kg
Teža bremena	14.000 kg
Odmik od tal	605 mm
Medkolesje	5.850 mm
Širina koles	600 mm
Število koles	8



Slika 2: Prikaz zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004)



Slika 3: Tovorna površina zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004)

Preglednica 3: Osnovne karakteristike tovarne površine zgibnega polprikoličarja – Timberjack 1410D (Worldwide Construction and forestry division – priročnik za operaterja, 2004)

Dolžina tovarne površine	4.225 mm
Širina tovarne površine	2.760 mm
Tovorna površina	4,6 m ²
Nakladalna dolžina	7 m

Na kolesa stroja je možno namestiti tudi pomožne gosenice, s tem se širina stroja nekoliko poveča (širina stroja z gosenicami znaša cca 3 m). Na nekaterih predelih raziskovalnega objekta je imel stroj nameščene gosenične verige.

4.4 TERENSKO DELO

Terenske meritve smo opravili v juniju, juliju in avgustu 2007. Snemanje je obsegalo vse traktorske vlake ter vse ostale pravilne poti daljše od 10 m po katerih je vozil zgibni polprikoličar (ker je dolžina zgibnega polprikoličarja 10 m, smo predvidevali da pravilne poti, ki so krajše od 10 m niso primerne zanj in zato jih nismo posneli).



Slika 4: Zgibni polprikoličar – Timberjack 1410 D v revirju Škocjan-Unec (Foto: Arhiv GG Postojna)

Snemanje gozdnih vlak in pravilnih poti je potekalo z merskim trakom (50 m). Najprej smo določili začetek pravilne poti, odmerili 50 m in na petdesetih metrih naredili vzorčni profil. V primeru da je bila pravilna pot daljša od 50 m, smo vzorčne profile izvajali vsakih 50 m, če pa je bila pravilna pot krajša od 50 m, smo vzorčni profil napravili na sredini pravilne poti. Vzorčni profili obsegajo naslednje kategorije: splošni podatki (oddelek, odsek), številka vlake (vsako vlako smo označil s svojo številko), tehnologija spravila lesa (po različnih pravilnih poteh so potekale različne tehnologije: vlačenje, vožnja, vlačenje in vožnja), številka vzorčnega profila, širina zunanjih robov kolesnic (vozišče), širina svetlega profila, velikost prečnega naklona (%), velikost vzdolžnega naklona (%) (vzdolžne in prečne naklone smo izmerili s padomerom), smer spravila

(navzgor ali navzdol), globina kolesnic (izmerili smo jo z 1,5 m dolgo ravno palico in metrom), opis profila talne podlage (zegljat, kamnit, zegljat s primesjo kamenja, kamnit s primesjo zemlje), podatki o eroziji (ni erozije, odnaša, nalaga).



Slika 5: Traktorska vlaka po kateri je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem (foto: Žlogar J.)

Hkrati smo na vsaki vlaki snemali tudi poškodbe dreves, ki so bile oddaljene največ 1,5 m od zunanjega roba vozišča. Zapisnik poškodb ob spravljeni poti je vseboval: splošne podatke, številko vlake, drevesno vrsto (iglavci, ki imajo debelino lubja manjšo od 1 cm, iglavci, katerih debelina lubja je enaka ali večja od 1 cm, listavci z debelino lubja manjšo od 1 cm, listavci, katerih debelina lubja je večja ali enaka 1 cm), socialni položaj (izbrani, ostali), velikost poškodbe v cm^2 (ni poškodbe, 10-30, 31-50, 51-100, 101-200, nad 200),

starost poškodbe (nova, stara, nova in stara, brez poškodbe), mesto poškodbe (krošnja, veje/deblo, deblo, koreničnik, korenine). Potek spravilnih poti smo vrisali v karto (merilo 1:2500).



Slika 6: Spravilna pot po kateri je potekala strojna sečnja in spravilo (foto: Žlogar J.)

4.5 PRIPOMOČKI PRI DELU

Izhodišče pri terenskem delu je bila karta odsekov (merilo 1 : 2500), na kateri so bile že vrisane glavne traktorske vlake in nekatere predvidene pravilne poti za delo z zgibnim polprikoličarjem. Z merskim trakom (50 m) smo izmerili dolžine vseh pravilnih poti, širine vozišč in širine svetlih profilov. Pri izmeri globine kolesnic smo uporabili navadni meter in ravno palico (1,5 m). Vzdolžne in prečne naklone vzorčnih profilov smo izmerili s padomerom. Pri snemanju dreves ob pravilnih poteh smo si tudi pomagali z 1,5 m dolgo palico, s pomočjo katere smo najhitreje videli, ali je drevo oddaljeno od pravilne poti manj od 1,5 m. Vse podatke smo zabeležili v zapisnik.

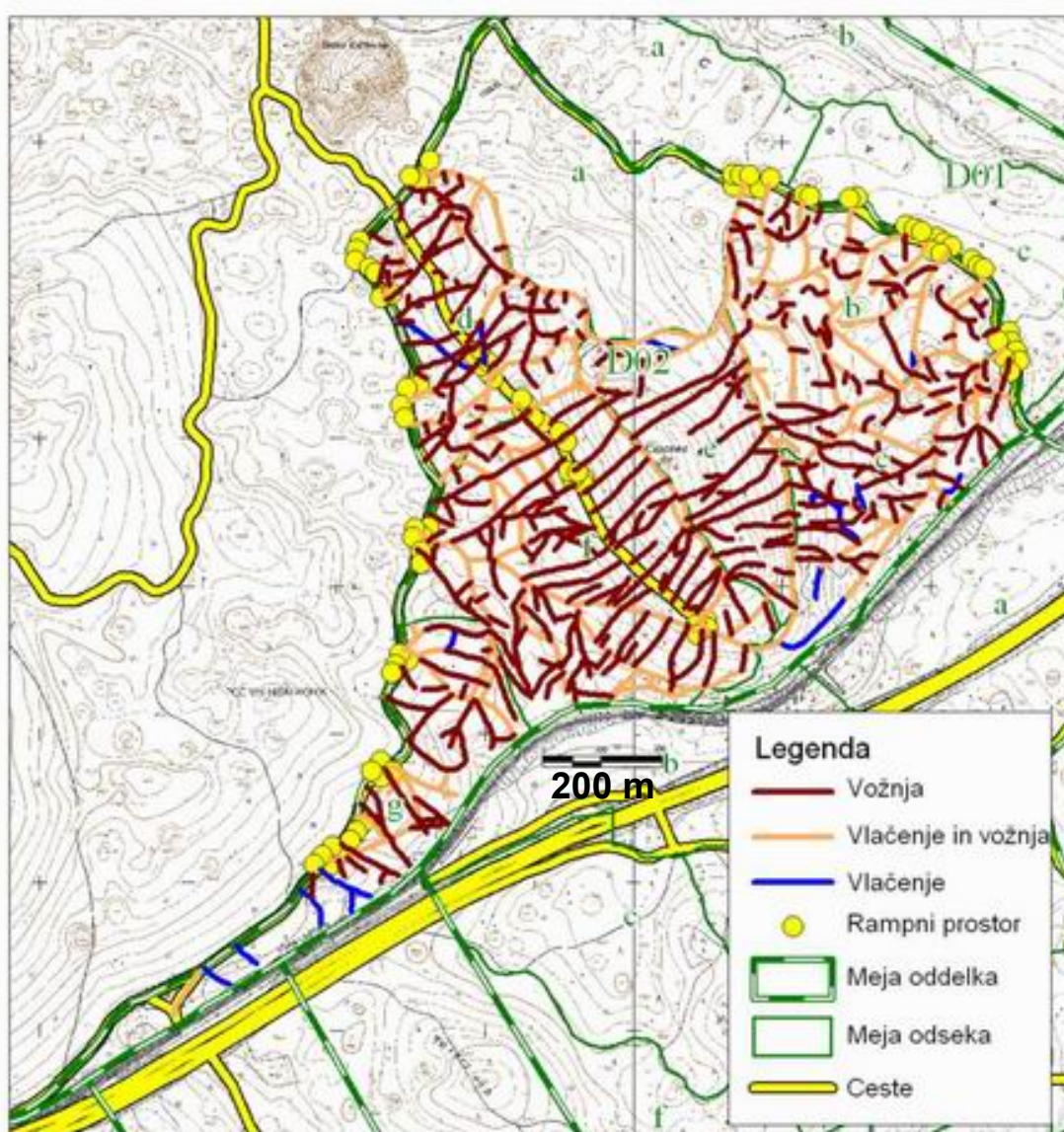
4.6 OBDELAVA PRIDOBLJENIH PODATKOV

Vse pridobljene podatke smo obdelali in združili s programom Microsoft Excel. Obdelavo kart pa smo naredili s programom MapInfo Professional.

5 REZULTATI

5.1 VZORČNI PROFILI

S snemanjem vzorčnih profilov na pravilnih poteh smo dobili dejansko sliko poteka traktorskega spravila in spravila z zgibnim polprikoličarjem v raziskovalnem objektu. Hkrati pa smo dobili tudi podatke posledic, ki sta jih obe tehnologiji pustili na tem območju.



Slika 7: Spravilne poti v raziskovalnem območju

5.1.1 Dolžine pravih poti

Z merjenjem dolžin pravih poti smo dobili vse podatke posameznih dolžin pravih poti in skupno dolžino pravih poti v objektu. Izločili pa smo tudi pretežno smer pravila.

Preglednica 4: Dolžine pravih poti posameznih tehnologij (m)

Pretežna smer	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj
Dol	623	9.537	3.689	13.849
Gor	355	7.906	6.703	14.965
Skupaj	978	17.444	10.392	28.814

V preglednici 4 so zbrani vsi podatki o dolžinah posameznih pravih poti v raziskovalnem objektu. Dolžina pravih poti, po katerih je potekalo samo traktorsko pravilo (traktorske vlake, ki niso primerne za vožnjo zgibnega polprikoličarja) znaša 978,5 m (3 %), dolžina pravih poti po katerih je potekalo pravilo z zgibnim polprikoličarjem znaša 17.444 m (61 %). Dolžina pravih poti, po katerih je potekalo pravilo s traktorjem in z zgibnim polprikoličarjem pa znaša 10.329 m (36 %).

Znano je, da je za strojno sečnjo potrebno veliko več sečnih (pravih) poti, kot za klasično sečnjo, saj mora stroj priti praktično do označenega drevesa, velik delež sečnih poti pa je uporaben tudi za pravilo pri strojni sečnji. Tudi ta dejstva se ujemajo s situacijo na našem objektu (preglednica 5).

V preglednici 5 so predstavljeni podatki o skupnih dolžinah poti, ki so bile v raziskovalnem območju potrebne za vlečenje s traktorjem in vožnjo z zgibnim polprikoličarjem. Pravilo z zgibnim polprikoličarjem je potekalo po poteh, ki so bile v tem objektu prvič določene samo za strojno sečnjo in po nekaterih traktorskih vlakah. Traktorsko pravilo pa se je izvajalo na traktorskih vlakah, ki so bile v tem objektu grajene

in načrtovane že od prej. Skupna dolžina pravih poti z gibanega polprikoličarja in traktorskih vlak po katerih je tudi potekalo spravilo z gibanega polprikoličarjem znaša 27.836 m. Skupna dolžina traktorskih vlak po katerih je potekalo spravilo s traktorjem, pa znaša 11.370 m (preglednica 5).

Preglednica 5: Skupne dolžine pravih poti za vožnjo in vlačenje

Pretežna smer	Skupaj vožnja (m)	Skupaj vlačenje (m)	Vožnja (%)	Vlačenje (%)
Dol	13.226	4.312	47,52	37,92
Gor	14.609	7.058	52,48	62,08
Skupaj	27.836	11.370	100	100

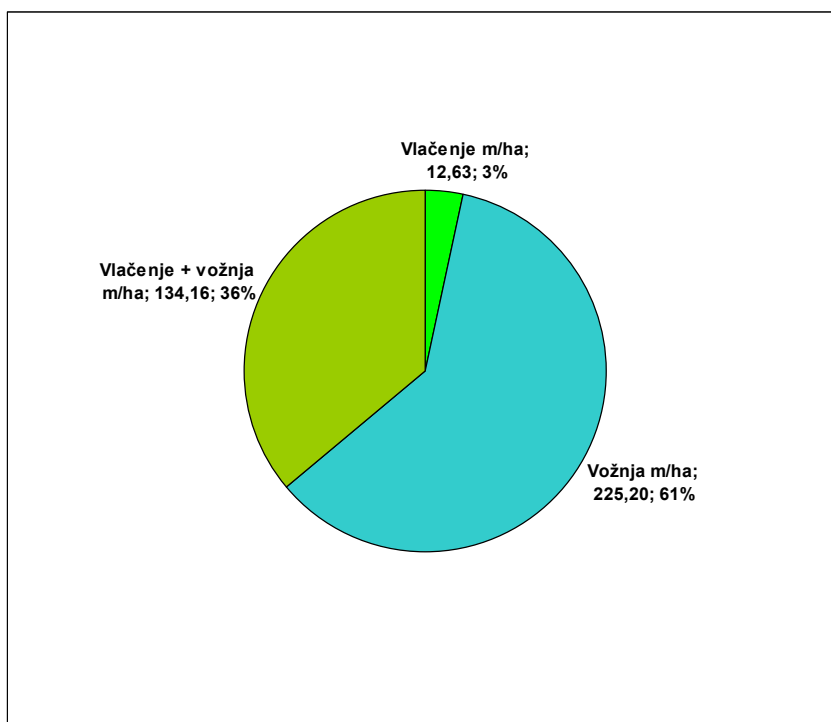
Delež traktorskih vlak, ki niso bile primerne za spravilo z gibanega polprikoličarjem je majhen. Pri tem je potrebno omeniti, da so bile te traktorske vlake v zgodovini negrajene in tudi že zelo dolgo časa niso bile uporabljene oz. so bile grajene in so za sedanjo strojno sečnjo preozke, hkrati pa pokrivajo premajhno površino za strojno sečnjo.

5.1.2 Gostota pravih poti

Iz podatkov dolžin pravih poti in iz površine smo izračunali gostote posameznih in skupnih pravih poti v objektu (preglednica 6).

Preglednica 6: Gostota pravih poti za posamezne tehnologije spravila lesa (m/ha)

Smer spravila	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj
Dol	8	123	48	179
Gor	5	102	87	193
Skupaj	13	225	134	372



Slika 8: Deleži posameznih pravilnih tehnologij

Smeri spravila se pri posameznih pravilnih poteh večkrat spremenijo. Zaradi lažjega izračunavanja in boljše preglednosti smo določili pretežno smer (smer, ki pri posamezni vlaki prevladuje, smo upoštevali kot pretežno smer). Pri vlačanju in vožnji prevladuje spravo navzdol, na vlakah, kjer je potekalo vlačanje in vožnja, pa močno prevladuje spravo navzgor, tako da tudi pri skupni vsoti pravilnih poti prevladuje spravo navzgor (preglednica 6).

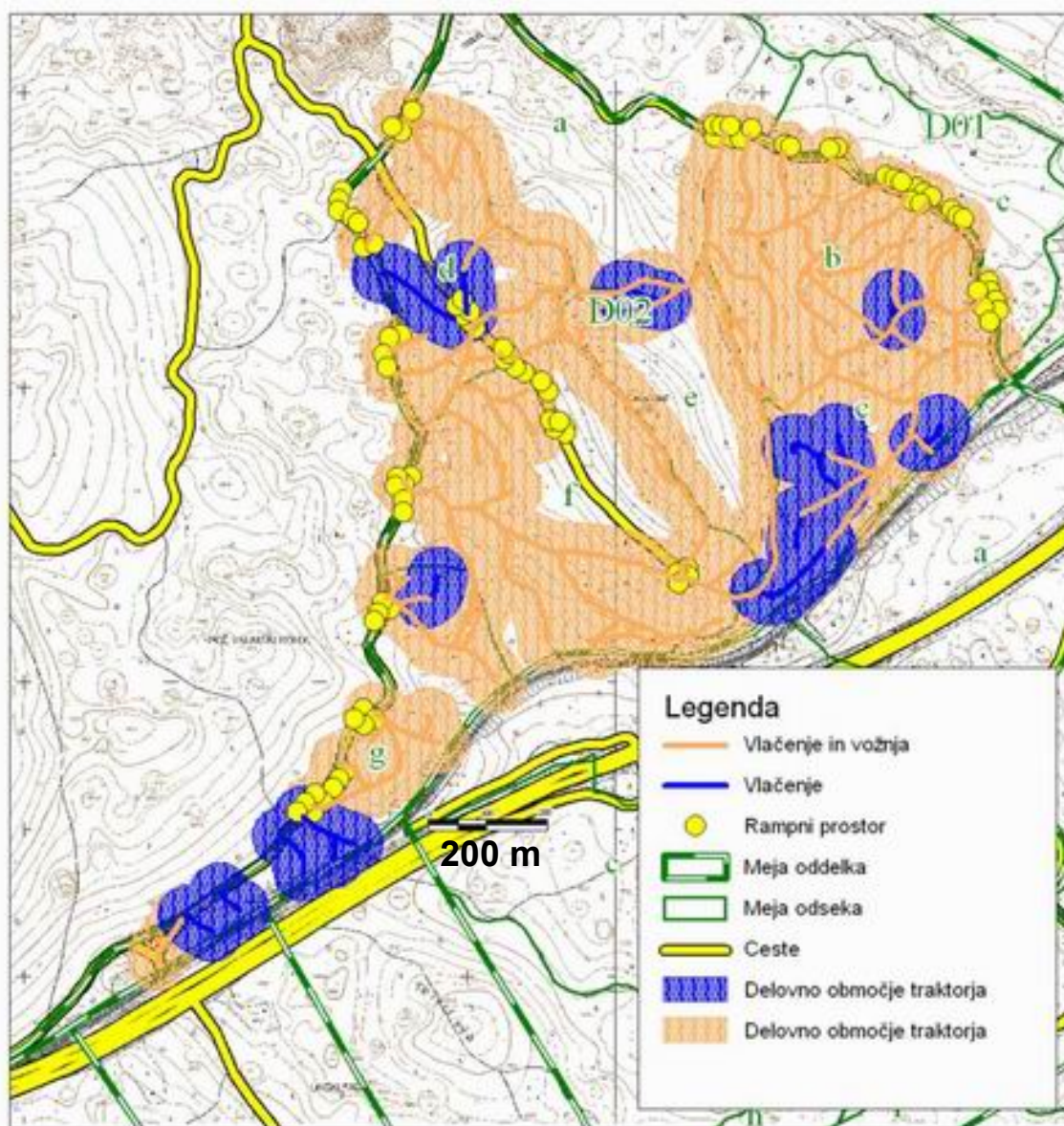
Preglednica 7: Skupna gostota pravilnih poti za vlačanje in vožnjo (m/ha)

Smer spravila	Skupaj vlačanje	Skupaj vožnja
Dol	56	171
Gor	91	189
Skupaj	147	359

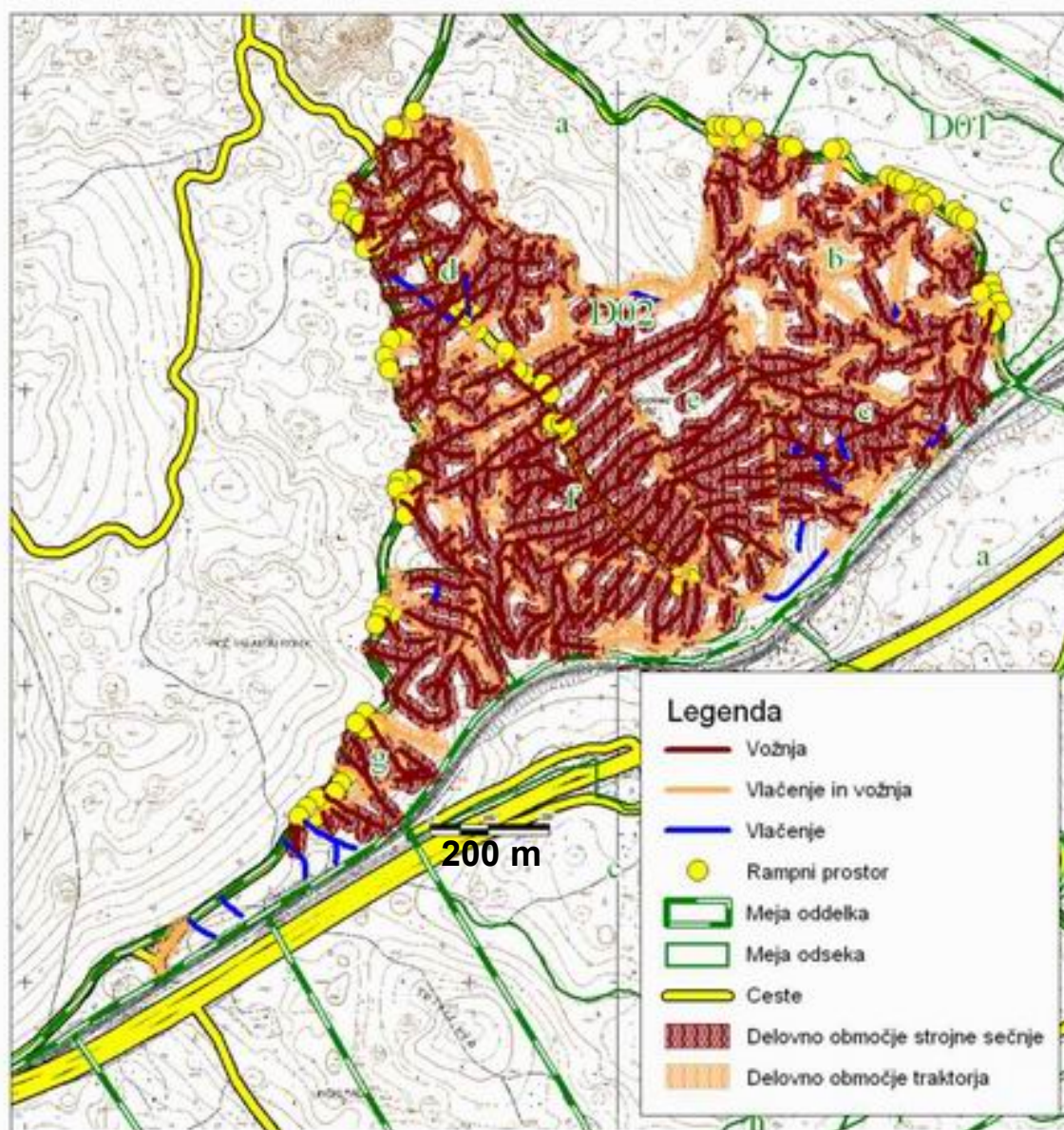
Tako kot pri dolžinah pravilnih poti, smo tudi pri gostotah, v preglednici 7 prikazali gostote pravilnih poti, ki so bile v objektu potrebne za spravo lesa s traktorjem in z zgibnim polprikoličarjem (preglednica 7). Iz preglednice lahko razberemo, da je za traktorsko spravo na območju potrebna več kot za polovico manjša gostota pravilnih poti kot za spravo lesa z zgibnim polprikoličarjem.

Na slikah 9 in 10 smo prikazali kolikšen del površine raziskovalnega območja je pokrit pri posameznih spravnih tehnologijah oz. kolikšen del površine ostaja pri posameznih tehnologijah nedosegljiv z obstoječih spravnih poti. Pri tem smo pri traktorskem spravi upoštevali doseg traktorskega vitla 50 m na vsako stran traktorske vlake, pri strojni sečnji pa smo upoštevali doseg procesorske roke 15 m na vsako stran spravnih poti.

Gostota in razporeditev spravnih poti v raziskovalnem območju omogočata dobro pokritost oz. doseg za obe tehnologiji. Težko rečemo katera od tehnologij omogoča boljšo pokritost. Na določenih strmih predelih kjer prej ni bilo traktorskih vlak in se je zdaj izvajala strojna sečnja je teren dostopnejši za tovrstno tehnologijo, na razgibanih in skalovitih predelih pa je spravo lažje dostopno s traktorskim vitlom.



Slika 9: Doseg traktorskega vitla s traktorskih vlak v raziskovalnem območju



Slika 10: Doseg stroja za sečnjo s pravilne poti v raziskovalnem območju

5.1.3 Globina kolesnic

Globine kolesnic so pri različnih tehnologijah in pri različnih smereh spravila različne (preglednica 8). Zaradi velike skalovitosti, globine kolesnic v našem objektu niso velike. Nekoliko večja globina se pokaže le v posameznih vrtačah. Vseeno pa je vidna razlika med vlačanjem in vožnjo. Na pravilnih poteh kjer je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in traktorsko spravilo, je opaznejša tudi razlika med spravilom navzgor in

spravilom navzdol. Hkrati pa so na tovrstnih spravih poteh kolesnice globlje povprečno za 1,5 cm kot na spravih poteh, kjer je potekalo spravo samo s traktorji.

Preglednica 8: Globina kolesnic pri posameznih tehnologijah sprava (cm)

Pretežna smer	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Povprečje
Dol	4,8	6,3	7,1	6,4
Gor	4,7	6,2	5,8	6,1
Povprečje	4,7	6,3	6,2	6,2

5.1.4 Opis profila talne podlage

Pri vsakem vzorčnem profilu smo tudi opisali tla na katerih smo vzorčni profil odčitali. Vzorčne profile smo tako razdelili med: zemljate, zemljate s primesjo kamenja, kamnite s primesjo zemlje in kamnite. Od vrste tal kjer poteka spravih pot je odvisna tudi globina kolesnic in posledično vpliv na sama tla. Načeloma so globine kolesnic na trših podlagah (tleh) manjše. V našem primeru to drži pri vseh vrstah profilov razen pri kamnitem, vendar gre tu za izjemo. Povsem kamnitih profilov je v našem območju zelo malo (1 %) kar je tudi glaven vzrok za odstopanje v globini kolesnic od ostalih profilov (preglednica 9).

Preglednica 9: Deleži posameznih vrst profilov in povprečne globine kolesnic

Vrsta profila	Delež (%)	Globina kolesnic (cm)
Zemljat	31	7,8
Zemljat s primesjo kamenja	65	6,7
Kamnit s primesjo zemlje	3	1,4
Kamnit	1	4,5

5.1.5 Širina zunanjih robov kolesnic

Z merjenjem zunanjih robov kolesnic na pravilnih poteh, smo na terenu določili širino vozišč pravilnih poti.

Preglednica 10: Širine vozišč (m)

	Vlačenje		Povprečje vlačenje	Vožnja		Povprečje vožnja	Vlačenje in vožnja		Povprečje vlačenje in vožnja	Skupno povprečje
	Dol	Gor		Dol	Gor		Dol	Gor		
Povprečna širina (m)	3,02	2,72	2,85	3,50	3,46	3,48	3,57	3,52	3,53	3,46

Spravilna sredstva so različnih širin, zato se tudi širine vozišč in svetlih profilov spreminjajo glede na to, katera pravilna sredstva uporabljamo. Širine pa so različne tudi glede na teren. S tem, ko mora stroj premagovati različne ovire, se jim izogibati na levo in desno, nastajajo različno široke pravilne poti. Na ovinkastih predelih pravilnih poti so širine vozišč večje kot na ravninskih predelih.

Iz preglednice 10 je razvidno, da so povprečne širine vozišč pri traktorskem pravilu manjše za 0,63 m. Na traktorskih vlakah, kjer je potekalo pravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem, se širina vozišča razlikuje minimalno (5 cm) od širine vozišča na pravilnih poteh, kjer je potekalo pravilo samo z zgibnim polprikoličarjem. Pri primerjavi širin vozišča, pri različnih smereh pravila, pa je najopaznejša razlika pri traktorskem pravilu in sicer je pri pravilu navzgor širina vozišča večja za 30 cm kot pri pravilu navzdol.

5.1.6 Svetli profil

Svetli profil predstavlja »manevrski prostor« oz. širino, ki jo ima pravilno sredstvo na razpolago na levi in na desni strani, ne da bi pri tem poškodovalo drevesa okrog sebe. Različno široka in dolga pravilna sredstva potrebujejo različne širine svetlih profilov.

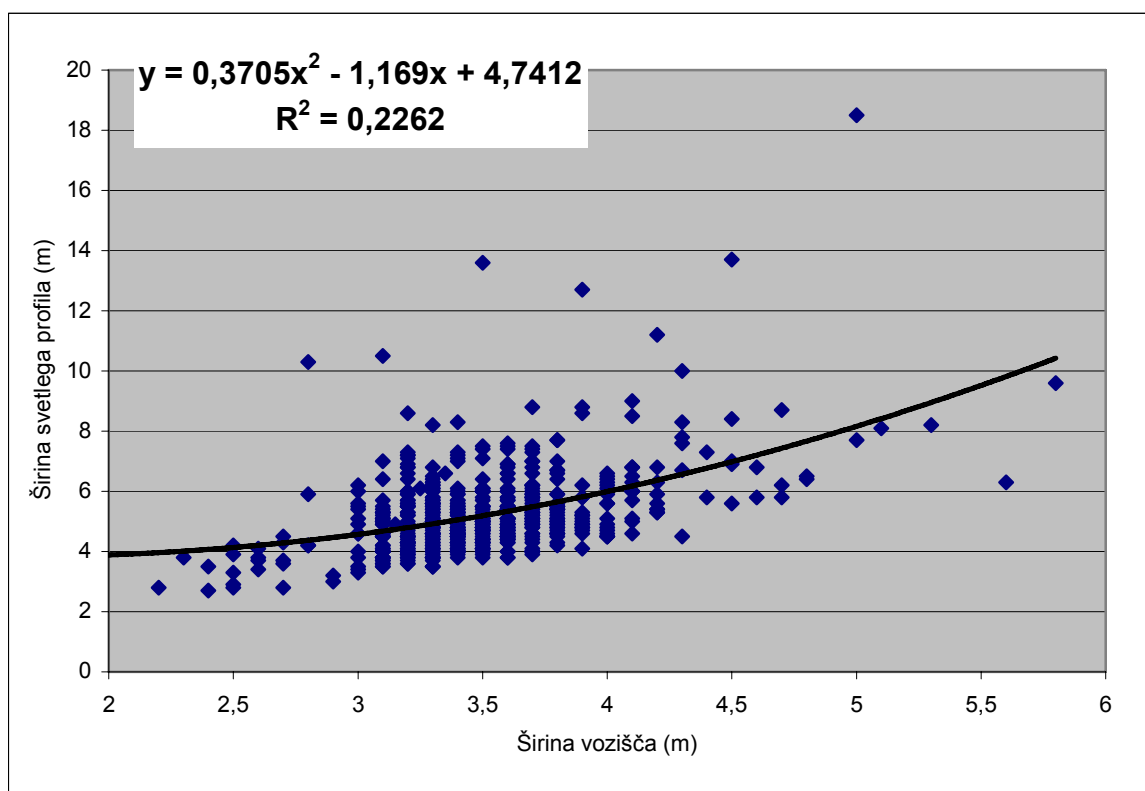
Svetli profil si lahko razlagamo tudi kot prostor, ki ga ima pravilno sredstvo za tovor (koliko prek širine samega pravilnega sredstva lahko sega tovor), oz. če je pravilna pot vijugasta, koliko prostora ima pravilno sredstvo pri zavijanju.

Preglednica 11: Svetli profili (m)

	Vlačenje		Povprečje vlačenje	Vožnja		Povprečje vožnja	Vlačenje in vožnja		Povprečje vlačenje in vožnja	Skupno povprečje
	Dol	Gor		Dol	Gor		Dol	Gor		
Povprečni svetli profil	4,43	4,16	4,28	5,24	5,32	5,28	5,95	4,90	5,23	5,24

Iz preglednice 11 je razvidno, da je pri vožnji svetli profil večji za en meter od tistega pri spravi s traktorjem. Na traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem, je širina svetlega profila približno enaka kot na pravilnih poteh zgibnih polprikoličarjev. Med smerema sprava navzgor ali navzdol pa je nekoliko opaznejša razlika pri traktorskem spravi.

Večje kot so dimenzije pravilnih sredstev, večji morajo biti tudi svetli profili. Širine vozišč se izoblikujejo z vožnjo pravilnih sredstev. Kot smo že omenili, so bile širine vozišč na ovinkastih predelih pravilnih poti večje kot na ravninskih delih. Pri svetlih profilih pa ni vedno tako. Svetli profili so odvisni od sestoja, po katerem poteka gozdna prometnica. Če pravilna pot poteka po redkem sestoju in je ob tej poti manj dreves, je lahko širina svetlega profila velika, ne glede na to ali je to krivina ali ravninski del pravilne poti.



Slika 11: Primerjava širine vozišč in svetlih profilov

Na sliki 11 vidimo, da so tudi pri manjših širinah vozišča nekateri svetli profili zelo veliki. Povprečno pa velja da se širine svetlih profilov večajo sorazmerno s širino vozišč.

5.1.7 Vzdolžni naklon pravih poti

Na terenu smo na vzorčnih profilih s padomerom merili tudi vzdolžne in prečne naklone pravih poti (%). Oba naklona se seveda spreminjata odvisno od terena kjer poti potekajo.

Na strmih terenih pravilne poti zgibnih polprikoličarjev niso imele velikih krivin in so potekale pravokotno na plastnice. V takih primerih pravilna pot ne more imeti velikih krivin, ker bi bil prečni naklon v krivini prevelik. Zgibnemu polprikoličarju vzdolžni naklon ni povzročal težav, vprašanje je, le kje postaviti meje zaradi posledično večjih kolesnic na strmejših predelih in večje obrabe stroja.

Na vzdolžni naklon je treba misliti že pri trasiranju pravih poti, saj je pri optimalnem naklonu delo lažje in bolj varno za strojnika, pri delu nastane manj poškodb na okoliškem drevju in tudi sama obraba stroja je manjša.

Preglednica 12: Povprečni in maksimalni vzdolžni nakloni (%)

	Vlačenje		Vožnja		Vlačenje in vožnja	
	Dol	Gor	Dol	Gor	Dol	Gor
Povprečni naklon	-14,8	12,7	-14,9	16,9	-10,9	13,1
Maksimalni naklon	-31	24	-46	36	-24	37

Povprečni nakloni so navedeni v preglednici št. 12. Pri vožnji so povprečni nakloni nekoliko večji kot pri traktorskem spravlilu. Maksimalni naklon pri spravlilu navzdol pri strojnem spravlilu znaša -46 %, pri traktorskem spravlilu pa -31 %. Pri spravlilu navzgor pa znaša maksimalni naklon pri zgibnem polprikoličarju 36 %, pri traktorju pa 24 %. Pri obeh tehnologijah so bili večji nakloni večji pri spravlilu navzdol, maksimalni nakloni pa so večji pri spravlilu z zgibnim polprikoličarjem.

5.1.8 Prečni naklon

Pri prečnem in vzdolžnem naklonu moramo omeniti, da je teren v raziskovalnem objektu zelo razgiban. Veliko je vrtač in skalovitih predelov, zato se prečni in vzdolžni nakloni hitro spreminjajo.

Preglednica 13: Prečni nakloni (%)

Podatki	Vlačenje		Vožnja		Vlačenje in vožnja	
	Dol	Gor	Dol	Gor	Dol	Gor
Maksimalni prečni naklon	13	17	24	24	17	17
povprečni prečni naklon	5,2	6,5	4,9	4,5	5,8	4,9

Povprečni prečni nakloni so pri traktorskem spraviu celo večji kot pri spraviu z zgibnim polprikoličarjem, vendar moramo vedeti da pravilne poti z gibnega polprikoličarja zavzemajo 61 %, traktorske vlake pa le 12,63 % vseh pravilnih poti v raziskovalnem objektu. Maksimalni prečni naklon pa je pri spraviu z zgibnim polprikoličarjem za 7 % večji kot pri traktorskem spraviu. Nekatere pravilne poti po katerih je potekalo spraviu z zgibnim polprikoličarjem so imele torej večji prečni in vzdolžni naklon od traktorskih vlak.

Ko govorimo o traktorskih vlakah imamo v mislih grajene, načrtovane gozdne prometnice. Pri gradnji se seveda stremi k temu, da bi bili nakloni čim manjši, zato da spraviu poteka čim lažje in da se pri tem pusti čim manj posledic na tleh in okoliških drevesih. Za strojno sečnjo in spraviu se praviloma ne gradi sečnih in pravilnih poti. Zato se tudi prečni in vzdolžni nakloni na pravilnih poteh hitreje spreminjajo, hkrati pa so tudi večji ekstremi kot na traktorskih vlakah.

5.1.9 Delež površine pravilnih poti

Človek z različnimi posegi različno vpliva na gozdni sestoj. Gozdne prometnice v sestoju tudi pomenijo spremembo v gozdnem ekosistemu. Kje, oz. kolikšen je škodljiv vpliv na gozdni sestoj, pa je odvisno od tega, kolikšen delež površine zavzemajo pravilne poti.

Iz podatkov, ki smo jih posneli na terenu, smo tudi izračunali, kolikšen delež celotne površine zavzemajo pravilne poti v raziskovalnem objektu.

Preglednica 14: Delež površine in globine kolesnic

% površine	Vlačenje				Globina kolesnic (cm)	Vlačenje			
	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj		Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj
Dol	0,2	4,3	1,7	6,2	Dol	4,8	6,4	7,1	6,4
Gor	0,1	3,5	3,0	6,7	Gor	4,7	6,2	5,8	6,1
Skupaj	0,4	7,8	4,7	12,9	Skupaj	4,8	6,3	6,2	6,2

V preglednici 14 so prikazani izračuni deležev spravilnih površin za posamezna spravilna sredstva ter globine kolesnic pri različnih spravilnih tehnologijah. Kot smo že omenili, različna spravilna sredstva potrebujejo različne širine in dolžine vozišč, s tem pa se spreminjajo tudi deleži površin za spravilne poti na določenem območju.

Za traktorsko spravilo v raziskovalnem območju potrebujemo 5,1 % površine, za spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa 12,5 % površine. Deležem površin, ki so potrebne za posamezne spravilne tehnike, smo dodali še globine kolesnic posameznih tehnologij in podatke primerjali s kriteriji ki jih je Wästerlund (2002) zbral v preglednici 15. S to primerjavo lahko rečemo, da v raziskovalnem območju pri traktorskem spravilu vpliv na okolje ni škodljiv, pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem pa je vpliv zmeren (preglednica 15).

Preglednica 15: Vpliv na tla (Wästerlund, 2002)

Globina kolesnic (cm)	Delež motene površine (%)			
	< 10	10 - 19,9	20 – 29,9	30 <
< 5	NE	NE	Zmerno	Veliko
5 - 9,9	NE	Zmerno	Veliko	Resno
10 – 14,9	Zmerno	Veliko	Resno	Resno
15 - 19,9	Veliko	Resno	Resno	Nesprejemljivo
20 <	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo	Nesprejemljivo

Globine kolesnic in delež motene površine torej v našem primeru niso pustile velikih posledic. Treba pa je omeniti, da je sestoj, v katerem je potekala strojna sečnja, s prostim očesom videti veliko bolj preredčen od sestoja, kjer je bila izvajana klasična sečnja. Pri strojni sečnji moramo posekati več dreves kot pri klasični, ker je za strojno sečnjo potrebnih več sečno spravilnih poti (stroj se mora pripeljati praktično do vsakega odkazanega drevesa), stroj pa zahteva tudi več prostora, da pri delu ne nastane preveč poškodb na okoliškem drevju.

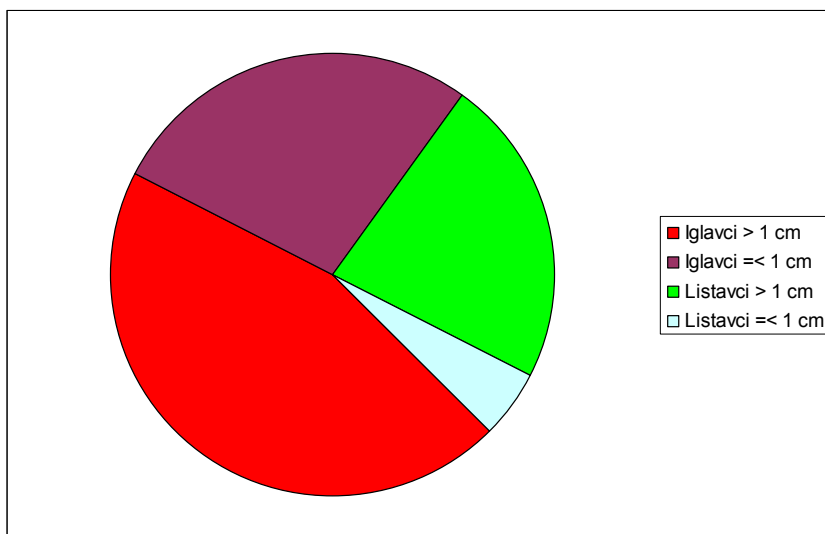
5.2 POŠKODBE DREVES

Poleg vzorčnih profilov smo v raziskovalnem območju evidentirali vsa drevesa ob spravilnih poteh. Pri poškodbah na drevesih smo za večino poškodb določili vzrok poškodbe, za nekatera drevesa pa je bil vzrok poškodbe neznan. Od poškodovanih dreves

smo v raziskavi uporabili le drevesa, za katera je bil vzrok poškodbe spravilo. Ostalih poškodb, katerih vzrok ni poznan, v raziskavi nismo upoštevali. Število vseh dreves ob spravilnih poteh v raziskovalnem objektu znaša 5.960, od tega za 161 dreves ne poznamo vzroka poškodbe. Za raziskavo smo uporabili 5.799 dreves, od teh je 4.415 nepoškodovanih, 1.384 pa jih ima poškodbe na različnih delih drevesa.

5.2.1 Drevesne vrste

Pri popisovanju smo drevesa ločili po drevesnih vrstah (iglavci/listavci) in po debelini lubja (večje/manjše od 1 cm). Iz preglednice 16 je razvidno, da ob spravilnih poteh prevladujejo iglavci. Pri iglavcih s tanjšim lubjem je največ smreke, pri iglavcih z debelejšim lubjem pa prevladuje duglazija. Pri listavcih s tankim lubjem je največ bukve, z debelejšim lubjem pa je največ javorja.



Slika 12: Drevesne vrste ob spravilnih poteh

Preglednica 16: Drevesne vrste po debelini lubja

Drevesne vrste po debelini lubja (cm)	Število dreves
Iglavci > 1	2.608
Iglavci =< 1	1.599
Listavci > 1	1.297
Listavci =< 1	295

5.2.2 Socialni položaj

Glede na socialni položaj smo ob spravih poteh ločili drevesa na izbrana in druga. V preglednici 17 vidimo, da smo večino dreves evidentirali kot izbranca. Vendar pa smo marsikdaj morali kot izbranca določiti tudi nekvalitetno drevo, zato ker kvalitetnih dreves na določenih območjih ni bilo.

Preglednica 17: Socialni položaj dreves

Izbrani	4.064
Drugi	1.735
Skupaj	5.799

V sestoj, kjer smo opravljali meritve, je bila pred kratkim izvedena redna strojna sečnja, izvajale pa so se tudi številne sanitarne sečnje (podlubniki). Posledice preteklih žarišč (jedra golih površin, ostanki kurjenja vej), so vidne tako ob spravih poteh kot ob samih prometnicah. Tako smo marsikdaj naleteli na primer, ko smo za izbrano drevo morali določiti močno poškodovano drevo oz. nekvalitetno drevo ob spravih poti, saj na tem mestu ni bilo nobenega drugega drevesa primerne za izbranca. Veliko število izbranih dreves v raziskovalnem območju torej ne pomeni, da so vsa ta drevesa tudi kvalitetna.

5.2.3 Velikost poškodb

Število in velikost poškodb ob spravih poteh je odvisna od spravnega sredstva, spretnosti strojnika, terenskih značilnosti in dolžine spravnih poti. Številčno je v našem raziskovalnem območju pri traktorskem spravi nastalo veliko manj poškodb kot pri spravi z zgibnim polprikoličarjem, vendar moramo vedeti, da so skupne dolžine traktorskih vlak manjše od spravnih poti po katerih je potekalo spravo z zgibnim polprikoličarjem.

Preglednica 18: Število dreves ob vlakah in velikosti poškodb

Velikost poškodb (cm ²)	Število dreves									
	Vlačenje		Vsota vlačenje	Vožnja		Vsota vožnja	Vlačenje in vožnja		Vsota vlačenje in vožnja	Skupna vsota
	Dol	Gor		Dol	Gor		Dol	Gor		
Brez poškodb	103	96	199	1598	1242	2840	465	912	1377	4416
10 - 30	44	10	54	274	274	548	181	339	520	1122
31 - 50	13		13	57	45	102	51	92	143	258
51 - 100				1		1	1	1	2	3
101 - 200										
> 200										

V preglednici 19 smo za izračun deležev pri posameznih tehnologijah spravila uporabili število dreves (poškodovanih in nepoškodovanih) in dolžine pravih poti pri posamezni pravilni tehniki. Pri traktorskem spravilu so deleži poškodb na drevju večji kot deleži pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem, vendar je dolžina traktorskih vlak veliko krajša od dolžine pravih poti z gibanega polprikoličarja (skupna dolžina traktorskih vlak znaša 978 m, skupna dolžina pravih poti po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa znaša 17.444 m).

Poškodbe, ki so nastale ob traktorskih vlakah, so posledice več zaporednih sečenj oz. spravil iz preteklosti na tem območju, spravilo z zgibnim polprikoličarjem, pa je bilo na tem območju uporabljeno prvič. Lahko bi rekli, da se na traktorskih vlakah skupna količina pravih lesa skozi čas povečuje, mesto in število poškodb pa ostajata bolj ko ne enaka. Verjetno bomo za spravilo z zgibnim polprikoličarjem lahko rekli enako (če bodo v bodoče uporabljene iste strojne poti).

Zgibni polprikoličar opravlja svoje delo tako da naklada in vozi les po pravih poteh. Pri tem lahko ob pravih poteh nastajajo tudi poškodbe. Traktor pa mora najprej opraviti privlačenje nato pa še vlačenje lesa po traktorskih vlakah. Tudi pri privlačenju

nastajajo poškodbe dreves v sestoji, za katere pa v naši raziskavi nimamo podatkov. Natančne primerjave spravila z zgibnim polprikoličarjem in traktorskega spravila glede števila poškodb s pomočjo naših podatkov zato ne moremo narediti. Lahko pa naredimo primerjavo med vožnjo z gibnega polprikoličarja in traktorskim vlačanjem.

S primerjanjem odstotnih deležev vidimo, da so tako pri traktorju kot pri zgibnem polprikoličarju deleži poškodb večji pri spravilu navzdol. Številčno pa je pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem več poškodb pri spravilu navzgor. Nepoškodovanih dreves je pri traktorskem spravilu in pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem največ, dreves z velikostjo poškodb 10-30 cm² je manj, najmanj pa je poškodovanih dreves katerih poškodbe so večje od 31 cm² (preglednici 18 in 19).

Preglednica 19: Poškodbe drevja po velikosti poškodb (%)

Velikost poškodb (cm ²)	Delež poškodb (%)									
	Vlačenje		Vsota vlačenje	Vožnja		Vsota vožnja	Vlačenje in vožnja		Vsota vlačenje in vožnja	Skupna vsota
	Dol	Gor		Dol	Gor		Dol	Gor		
Brez poškodb	60	89	76	83	80	81	69	67	67	79
10-30	31	11	20	14	16	15	24	27	26	17
31-50	9	0	4	3	4	4	7	6	7	4
51-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.2.4 Starost poškodb

Starost poškodb je pogojena s preteklim gospodarjenjem na določenem območju. Vsak poseg v gozdu, pusti določene sledi. V objektu smo posneli vse poškodbe, ki so se nahajale ob pravilnih poteh. Te poškodbe so imele različen vzrok in čas nastanka. Največkrat je bil vzrok nastanka spravilo, opazne pa so bile tudi poškodbe sečnje in posledice divjadi. Pri

nekaterih poškodbah je bil vzrok neprepoznaven in teh poškodb nismo uvrstili med tehnološke poškodbe in jih tudi nismo upoštevali v nadaljnji raziskavi.

Posledice poškodb ostanejo vidne različno dolgo časa. Nekatere poškodbe se zarastejo, druge začnejo trohneti in postanejo vse večje, ostale pa izginejo s tem ko v prihodnjih sečnjah odstranimo poškodovana drevesa. Večja kot je poškodba, dlje časa je vidna njena posledica, težje se zaraste in večji škodljiv vpliv ima. Pri starosti poškodb smo poškodbe razvrstili v tiste ki so nastale pri zadnjem spravilu in tiste ki so nastale pri prejšnjih spravilih. Vse poškodbe ki so nastale pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem so torej nove poškodbe. Pri traktorskem spravilu pa je večino poškodb starih.



Slika 13: Stara poškodba, posledica traktorskega spravila (foto: Žlogar J.)

Preglednica 20: Starost poškodb

Starost poškodbe	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj
Nova	20	575	234	829
Stara	43	55	182	280
Nova in stara	4	22	249	275
Brez poškodb	199	2.839	1.377	4.415

V preglednici 20 so predstavljene starosti poškodb glede na različne tehnologije spravila lesa. Kot smo že omenili, smo poškodbe, ki so nastale pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem, uvrstili med nove poškodbe, pri traktorskem spravilu pa so bile poškodbe večinoma stare. Vedeti pa moramo, da so na nekaterih mestih pravilnih poti po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem, bile prisotne tudi nekatere stare poškodbe, ki smo jih tudi posneli (sečnja izpred let, posledica divjadi ...) in zato najdemo v preglednici pod vožnjo napisane tudi stare poškodbe. Pri traktorskem spravilu je stvar drugačna. Večina poškodb je starih, te poškodbe so nastale pri spravilu v preteklih obdobjih, nekaj poškodb pa je tudi novih. Te so tudi nastale zaradi traktorskega spravila, ki se je izvajalo še po strojni sečnji zaradi varstva (podlubniki). Na traktorskih vlakah kjer je potekalo spravilo s traktorjem in zgibnim polprikoličarjem prevladujejo nove poškodbe, precej pa je tudi starih poškodb.

5.2.5 Mesta poškodb

Tako pri vlačanju kot pri vožnji nastajajo poškodbe na različnih delih dreves. Mesta poškodb so bila tako pri spravilu s traktorjem kot pri zgibnemu polprikoličarju v glavnem enaka, razlika je bila samo v številu poškodb na posameznih delih dreves, kar je seveda posledica različnih dolžin pravilnih poti pri posameznih tehnologijah spravila (preglednica 21).

Preglednica 21: Število in delež poškodb na posameznih delih drevesa

Del drevesa	Število poškodb				Delež v %		
	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja	Skupaj	Vlačenje	Vožnja	Vlačenje in vožnja
Krošnja	1	11	3	15	0	0	0
Veje/deblo		2	4	6	0	0	0
Deblo	28	331	210	569	10	10	11
Koreničnik	11	96	130	237	4	3	7
Korenine	27	212	318	557	10	6	15
Brez poškodb	199	2.839	1.377	4.415	76	81	67

Na pravih poteh, kjer je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in na traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo samo s traktorjem, je bilo največ poškodb na deblu, na drugem mestu so poškodbe korenin, najmanj poškodb pa je na koreničniku. V krošnji in vejah je število poškodb zanemarljivo. Na traktorskih vlakah, kjer je potekalo strojno in traktorsko spravilo, pa smo ugotovili največ poškodb na koreninah, sledijo pa poškodbe na deblu in koreničniku. Na nekaterih drevesih so nastale poškodbe na več mestih. Te poškodbe so bile lahko nove, stare ali pa nove in stare. V takem primeru smo upoštevali tisto poškodbo ki je bila največja. Takih primerov je bilo največ na traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo obeh tehnologij, glavni vzrok pa je širina zgibnega polprikoličarja, ki je večja od širine traktorja. Pri traktorskem spravilu so na vlakah v preteklosti nastale poškodbe, ko je po istih vlakah potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem. Poškodbe so se na istih mestih obnovile ali pa so nastale nove, ki so od starih oddaljene za razliko širin zgibnega polprikoličarja in traktorja.



Slika 14: Nova poškodba, vzrok spravilo z zgibnim polprikoličarjem (foto Žlogar J.)

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

S terenskimi meritvami, smo ugotavljali posledice, ki jih je pustilo spravilo v raziskovalnem območju na tleh in na okoliškem drevju. Celotno terensko delo je bilo torej sestavljeno iz snemanja vzorčnih profilov in snemanja dreves ob spravilnih poteh. Vzorčni profil nam je predstavljal prečni presek spravilne poti na vsakih petdesetih metrih oz. na sredini dolžine spravilne poti, v kolikor je bila spravilna pot krajša od petdesetih metrov. Na vsakem vzorčnem profilu smo posneli naslednje podatke: splošni podatki (oddelek, odsek), številka vlake, tehnologija (vlačenje/vožnja), številka profila, širina vozišča, širina svetlega profila, prečni naklon, vzdolžni naklon, smer spravila, globina kolesnic, opis profila in erozija. Snemanje dreves ob spravilnih poteh je zajemalo popis vseh dreves, ki so bila od spravilne poti oddaljena največ 1,5 m. Tu smo posneli naslednje podatke: splošni podatki (oddelek, odsek), številka vlake, drevesna vrsta (iglavci/listavci) in debelina lubja v prsni višini (večje od 1 cm in manjše od 1cm), socialni položaj (izbrani/drugi), velikost poškodbe v cm² (ni poškodbe, 10-30, 31-50, 51-100, 101-200, nad 200), starost poškodbe (nova, stara, nova in stara, brez poškodb), mesto poškodbe (krošnja, veje in deblo, deblo, korenčnik, korenine).

V raziskovalnem območju je bilo izmerjenih 394 spravilnih poti, katerih skupna dolžina znaša 28.814 m. Dolžina spravilnih poti po katerih je potekalo samo spravilo z zgibnim polprikoličarjem znaša 17.444 m, dolžina spravilnih poti po katerih je potekalo traktorsko spravilo znaša 978 m, dolžina spravilnih poti po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem pa znaša 10.329 m. Za vožnjo z zgibnim polprikoličarjem je bilo v raziskovalnem območju primernih 91,34 % traktorskih vlak. V našem primeru lahko rečemo, da je zelo velik del traktorskih vlak primeren za spravilo z zgibnim polprikoličarjem. Delež vlak, ki ni bil primeren za vožnjo z zgibnim polprikoličarjem, že dolgo časa ni bil uporabljen tudi za traktorsko spravilo. Gre za traktorske vlake, ki so za strojno spravilo preozke, nekatere od njih so se že zarasle, nekatere je bilo tudi težko najti, saj nikoli niso bile grajene. Na območjih, kjer se nahajajo traktorske vlake, po katerih ni potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem, spravilo ni bilo potrebno, ali pa je zaradi lažjega poteka samega spravila potekalo po drugih spravilnih poteh. V raziskovalnem

območju je bilo za spravilo z zgibnim polprikoličarjem potrebnih 61 % več pravih poti kot za traktorsko spravilo.

Skupna gostota pravih poti po katerih je potekalo traktorsko spravilo, znaša 147 m/ha, skupna gostota pravih poti po kateri poteka strojno spravilo pa 359 m/ha. Smeri spravila so odvisne od terena, kjer potekajo pravilne poti. V našem primeru pri traktorskih vlakah, kjer poteka samo traktorsko spravilo in pri pravih poteh, kjer poteka spravilo samo z zgibnim polprikoličarjem prevladuje spravilo navzdol, pri traktorskih vlakah po katerih poteka spravilo s traktorjem in z zgibnim polprikoličarjem, pa prevladuje spravilo navzgor.

Globina kolesnic je odvisna od pravih sredstev, strukture tal in deloma tudi od smeri spravila. Pri vlačitvi znaša povprečna globina kolesnic 4,76 cm, pri vožnji je povprečje 6,30 cm, na traktorskih vlakah kjer je potekalo traktorsko spravilo in spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa je povprečna globina 6,24 cm. Na traktorskih vlakah kjer so potekale obe pravi tehnologiji je tudi največja razlika v globinah kolesnic med različnimi smerema spravila. Pri pravilu navzgor znaša globina kolesnic 5,83 cm, pri pravilu navzdol pa 7,14 cm. Praviloma bi morale biti globine kolesnic večje pri mehkejših talnih strukturah in manjše pri trših strukturah. V našem primeru to v glavnem drži, razen pri kamnitih tleh (4,5 cm), pri katerih je globina večja kot pri kamnitih tleh s primesjo zemlje (1,4 cm). Vendar moramo upoštevati, da je teh vrst tal v našem območju zelo malo. Povsem kamnitih tal je 1 %, kamnitih tal s primesjo zemlje pa 3 %.

Tako širina vozišča kot svetli profil sta sorazmerna s širino pravih sredstev. Povprečna širina vozišča na teh vlakah, kjer je potekalo samo traktorsko spravilo, znaša 2,85 m, širina svetlega profila na tovrstnih vlakah pa znaša 4,28 m. Povprečna širina vozišča na pravih poteh, kjer je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem znaša 3,48 m, širina svetlega profila pa 5,28 m.

Prečni in vzdolžni naklon se v raziskovalnem območju zaradi zelo razgibanega terena (vrtače, velika skalovitost) močno spreminjata. Maksimalni prečni in vzdolžni nakloni so pri strojnem pravilu večji kot pri traktorskem pravilu. Maksimalni vzdolžni naklon pri

spravilu z zgibnim polprikoličarjem je znašal -46 %, pri traktorskem spraviu pa -31 %. Pri večjih naklonih so opazne večje poškodbe na tleh (večja globina kolesnic) in na okoliškem drevju (večje število in velikost poškodb na drevesih).

V raziskovalnem območju zavzamejo spravlne poti za traktorsko spravilo 5,1 % površine, spravlne poti za spravilo lesa z zgibnim polprikoličarjem pa 12,5 % površine. S primerjavo kriterijev Wasterlund-a (2002), so posledice površin in globin kolesnic v našem območju pri traktorskem spraviu neškodljive, pri spraviu z zgibnim polprikoličarjem pa zmerne.

Ob spravnih poteh v območju je bilo evidentiranih 5.960 dreves, od tega za 161 dreves nismo vedeli vzroka poškodbe. Za raziskavo smo uporabili 5.799 dreves, od tega je nepoškodovanih 4.415 dreves, 1.384 pa imajo različne tehnološke poškodbe. Med drevesnimi vrstami je iglavcev 4.207, listavcev pa 1.592. Večina dreves ob spravnih poteh je bilo izbrancev, vendar v veliko primerih posamezno drevo ob sebi ni imelo konkurenta in je tako kljub nevitalnemu izgledu bilo določeno za izbranca.

Število poškodb je obratno sorazmerno z njihovo velikostjo. Pri traktorskem spraviu in pri spraviu z zgibnim polprikoličarjem je od skupnega števila dreves ob spravnih poteh, največ nepoškodovanih dreves, potem pa se število poškodovanih dreves manjša z velikostjo poškodb. Natančne primerjave med traktorskim spraviu in med spraviu z zgibnim polprikoličarjem ne moremo podati, ker nam pri traktorskem spraviu manjkajo podatki o poškodbah ki nastanejo pri privlačevanju. Številčno je manj poškodovanih dreves nastalo pri traktorskem spraviu, vendar je bilo zaradi manjše dolžine traktorskih vlak, po katerih je potekalo samo traktorsko spravilo, tudi število dreves ob teh vlakah manjše kot število dreves ob spravnih poteh, po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem. Delež poškodovanih dreves pri traktorskem spraviu je sicer večji kot delež poškodovanih dreves pri spraviu z zgibnim polprikoličarjem, vendar je potrebno tu upoštevati, da je traktorsko spravilo po traktorskih vlakah na tem območju potekalo že večkrat, spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa je bilo izvajano prvič in dolžina spravnih poti za strojno sečnjo je veliko daljša od dolžine traktorskih vlak.

Na traktorskih vlakah, kjer je potekalo samo spravilo s traktorjem, prevladujejo stare poškodbe, na pravilnih poteh zgibnih polprikoličarjev je največ poškodb novih, na traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in traktorsko spravilo, pa je največ dreves z novimi in starimi poškodbami.

Največ poškodb na drevesih ob traktorskih vlakah, kjer je potekalo samo traktorsko spravilo in ob pravilnih poteh, kjer je potekalo spravilo samo z zgibnim polprikoličarjem je nastalo na deblu, na drugem mestu so poškodbe korenin in na tretjem poškodbe na koreničniku. Ob traktorskih vlakah, kjer je potekalo traktorsko spravilo in spravilo z zgibnim polprikoličarjem, pa je največ drevesnih poškodb nastalo na koreninah, sledijo pa poškodbe na deblu in koreničniku.

Strojna sečnja se je v območju kjer je potekala raziskava izvajala prvič. Ta izkušnja je bila nova za vse, ki so takrat sodelovali pri načrtovanju in izvajanju te tehnologije. Nastale posledice so večje, kot se je pričakovalo pred izvajanjem strojne sečnje in spravila. Poleg večjih dimenzij strojev za sečnjo in spravilo, velike skalovitosti območja in precej razgibanega terena, lahko vzrok za večje posledice pri tovrstni tehnologiji pripišemo tudi takratni neizkušnosti.

Na raziskovalnem območju je izmed vseh obstoječih traktorskih vlak, za spravilo z zgibnim polprikoličarjem, primernih 91,3 % traktorskih vlak. Ta ugotovitev potrjuje hipotezo o možnosti rekonstrukcije traktorskih vlak za delo z zgibnim polprikoličarjem in o premajhni gostoti traktorskih vlak za delo z zgibnim polprikoličarjem. Ista ugotovitev, pa ovrže hipotezo o manjšem deležu uporabnosti traktorskih vlak. Število in velikost poškodb na drevesih ob pravilnih poteh raziskovalnega območja, je bilo pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem večje kot pri traktorskem spravilu, vendar je bilo tudi pravilnih poti po katerih je vozil zgibni polprikoličar veliko več kot traktorskih vlak, res pa je tudi, da je po traktorskih vlakah potekalo traktorsko spravilo že večkrat, spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa je po pravilnih poteh potekalo prvič. S to ugotovitvijo, lahko potrdimo hipotezo o večjem številu in velikosti poškodb ob pravilnih poteh pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem, ob predpostavki, da je za vožnjo z gibnega polprikoličarja potrebno 71 % več pravilnih poti kot za traktorsko vlačenje.

7 POVZETEK

Začetki strojne sečnje segajo v Skandinavske dežele, kjer se je ta tehnologija tudi najbolj razvila. Slovenija je dolgo časa veljala za deželo, kjer so sestojne in terenske razmere neprimerne za tovrstno tehnologijo. Razvoj strojev za sečnjo in spravilo je do danes zelo napredoval in današnji stroji niso več primerni samo za ravninska območja in za golosečni sistem gospodarjenja, temveč so učinkoviti tudi v bolj razgibanem terenu, pri redčenju mešanih gozdov (Krč, 2002).

Pri izločevanju površin, ki naj bi bile primerne za strojno sečnjo, moramo upoštevati: naklon terena, mešanost sestojev, ovire na terenu, jakost sečnje, reliefne posebnosti (Krč, 2002). Uspešnost proizvodnje je odvisna od temeljite priprave dela, pri tem pa moramo poleg lesnoproizvodne funkcije, upoštevati tudi splošno koristne funkcije (Košir, 1992). Z gibanjem zgibnega polprikoličarja in stroja za sečnjo po pravilnih poteh, nastanejo v tleh različne motnje. Ocena motenj zaradi gibanja teh strojev je bistvenega pomena pri tveganju zaradi erozije, možnosti manjše produkcijske sposobnosti rastišč ter izgube estetske vrednosti. Poškodbe tal so odvisne od lastnosti tal in lastnosti strojev (Mali in Košir, 2007). Sistemi kratkega lesa pri strojni sečnji zahtevajo veliko gostoto prometnic, po katerih les vozimo do gozdnih cest. Ta za Slovenijo nova tehnologija pa pomeni bistveno spremembo med poškodbami drevja in poškodbami tal (Košir in Robek, 2002).

V juniju, juliju in avgustu 2007 smo v revirju Unec-Škocjan opravljali terenske meritve, pri katerih smo merili posledice traktorskega spravila in spravila z zgibnim polprikoličarjem na tem območju. Spravilo je v raziskovalnem območju doslej potekalo z različnimi prilagojenimi kmetijskimi traktorji. V letih 2004, 2005 in 2006 pa se je tu prvič izvajalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem Timberjack 1410 D.

Namen naloge je bil pridobiti podatke posledic na pravilnih poteh in ob njih pri obeh tehnologijah, posledice med seboj primerjati in ugotoviti, kolikšen del traktorskih vlak je primeren za delo z zgibnim polprikoličarjem oz. koliko pravilnih poti potrebujemo pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem.

V raziskovalnem območju smo na spravilnih poteh sistematično določili vzorčne ploskve vsakih petdeset metrov oz. na sredini spravilne poti v primeru da je bila le ta krajša od petdesetih metrov. Iz vzorčnih profilov smo dobili podatke o posledicah na tleh spravilnih poti in prehodnosti terena. Ob spravilnih poteh, v širini 1,5 m od zunanjega roba vozišča, pa smo evidentirali tudi vsa drevesa in morebitne poškodbe na njih. Iz teh podatkov pa smo dobili posledice spravila na drevesih. S pridobljenimi podatki smo poskušali primerjati posledice vožnje z gibnega polprikoličarja in vlačenje prilagojenega kmetijskega traktorja.

Skupna dolžina spravilnih poti v raziskovalnem območju znaša 28.814 m. Za spravilo z zgibnim polprikoličarjem 978 m spravilnih poti ni primernih. Pri traktorskem spravilu se je v raziskovalnem območju uporabljalo 11.370 m spravilnih poti, spravilo z zgibnim polprikoličarjem pa je potrebovalo 27.836 m spravilnih poti. Površina raziskovalnega območja znaša 77,46 ha. Skupna gostota traktorskih vlak po katerih je potekalo spravilo lesa s traktorjem je 147 m/ha, skupna gostota spravilnih poti z gibnega polprikoličarja pa 359 m/ha.

V našem območju globine kolesnic zaradi velike skalovitosti niso velike. Nekoliko večje globine se pojavijo samo v vrtačah. Opazna pa je tudi razlika v globinah kolesnic med obema spravilnima tehnologijama. Kolesnice na spravilnih poteh po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem so globlje približno za 1,5 cm od kolesnic na traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo samo s traktorjem. Globina kolesnic pa se spreminja tudi pri različnih talnih strukturah.

Širine vozišč in svetlih profilov spravilnih poti so odvisne od dimenzij spravilnih sredstev. Širše in daljše kot je spravilno sredstvo oz. tovor za njim, večje so širine vozišč in svetlih profilov.

Na spravilnih poteh z gibnih polprikoličarjev smo izmerili večje vzdolžne in prečne naklone kot na traktorski vlakah. Razgiban teren v raziskovalnem območju strojnemu spravilu ni povzročal večjih težav. Vendar pa so pri zahtevnejših terenih opazne večje posledice na tleh in drevesih kot na lažjih terenih.

Podatke globin kolesnic in deleže motene površine pravih poti smo primerjali s kriteriji ki jih je določil Wästerlund (2002) in ugotovili, da je vpliv traktorskega spravila v raziskovalnem območju neškodljiv, vpliv spravila z zgibnim polprikoličarjem pa zmeren.

Med drevesnimi vrstami ob pravih poteh prevladujejo iglavci. Večina dreves je bila določena za izbrance, vendar je potrebno upoštevati, da v veliko primerih posamezna drevesa ob pravih poteh niso imela konkurenta, zato smo takšna drevesa evidentirali kot izbrance.

Število poškodb se manjša z velikostjo poškodb. Pri traktorskem spravilu in pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem je od skupnega števila dreves ob pravih poteh večina nepoškodovanih. Število poškodb na drevju je obratno sorazmerno z njihovo velikostjo. Pri spravilu z zgibnim polprikoličarjem je skupno število poškodovanih dreves večje kot pri traktorskem spravilu, vendar je potrebno upoštevati, da je tudi skupna dolžina pravih poti pri tej tehnologiji veliko večja od dolžine traktorskih poti.

Ker se je na raziskovalnem območju do sedaj uporabljalo le traktorsko spravilo, najdemo večino starih poškodb na drevesih ob traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo samo s traktorjem. Nove poškodbe prevladujejo na pravih poteh, po katerih je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem. Na traktorskih vlakah kjer je potekalo spravilo s traktorjem in z zgibnim polprikoličarjem, pa najdemo veliko starih in novih poškodb.

Najpogostejša mesta poškodb na drevesih pri traktorskem in strojnem spravilu so bila: deblo, korenčnik in korenine. Ob pravih poteh, kjer je potekalo spravilo samo z zgibnim polprikoličarjem in ob traktorskih vlakah, kjer je potekalo spravilo samo s traktorjem, najdemo največ poškodb na deblu, sledijo pa poškodbe na koreninah in korenčniku. Ob traktorskih vlakah, kjer pa je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem, pa so na prvem mestu poškodbe na koreninah na drugem mestu poškodbe debla in na tretjem poškodbe na korenčniku.

8 VIRI

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Škocjan za leto 1994-2003. 1996. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Postojna, krajevna enota Cerknica.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Unec-Škocjan za leto 2004-2013. 2007. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Postojna, krajevna enota Cerknica.

Košir B. 1992. Ekološki vidik priprave dela v gozdarstvu. *Gozdarski vestnik*, 50, 4: 207-214

Košir B. 1997. Pridobivanje lesa: študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 49 str.

Košir B. 2000. Primerjava rezultatov modelov poškodb drevja v sestoji zaradi pridobivanja lesa in rezultatov terenskih opazovanj. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 62: 53-86

Košir B. 2002a. Tehnološke možnosti strojne sečnje. V: *Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju*. Ljubljana, Gospodarna zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 7-20

Košir B. 2002b. Vpliv strojne sečnje na sestoj in gozdna tla. V: *Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju*. Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 66-82

Košir B. 2004. Učinki dela pri strojni sečnji. *Gozdarski vestnik* 62, 1: 19-24

Košir B., Robek R. 2000. Značilnosti poškodb drevja in tal pri redčenju sestojev s tehnologijo strojne sečnje na primeru delovišča Žekanec. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 62: 87-115

Košir B., Cedilnik A. 1996. Model naraščanja števila poškodb drevja pri redčenjih. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48: 135-151

Krč J. 2002. Sestojne in terenske možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: Strojna sečnja v Sloveniji – zbornik ob posvetovanju Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 21-32

Krč J. 2004. Analiza jakosti možnih sečenj z vidika uvajanja sodobnih tehnologij gozdnega dela na severnem predelu Slovenije. Gozdarski vestnik, 62, 1: 12-18

Mali B., Košir B. 2007. Poškodbe tal po strojni sečnji in spravilu lesa z zgibnim polprikoličarjem. Gozdarski vestnik, 65, 3: 131-142

Worldwide Construction and forestry division: priročnik za operaterja 1410D stroj za spravljanje, serijska številka WJ1410D000692. 2004. Tampere, Finland, Timberjack Oy

Wästerlund I. 2002. Soil disturbance in forestry: problems and perspectives. V: Proceedings. of the International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate tending and Harvesting Operations, Sep. 29th – Oct. 5th, 2002 Tokyo, Japan. Tokio, The Japan Forest Engineering Society and IUFRO W6 3. 04/3. 06/3.07: 312 – 315.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem ki so mi na kakršenkoli način pomagali pri izdelavi diplomske naloge.

Najprej se zahvaljujem mentorju prof. dr. Boštjanu Koširju za strokovno pomoč in usmerjanje pri pisanju ter recenzentu prof. dr. Igorju Potočniku za lektoriranje diplomske naloge.

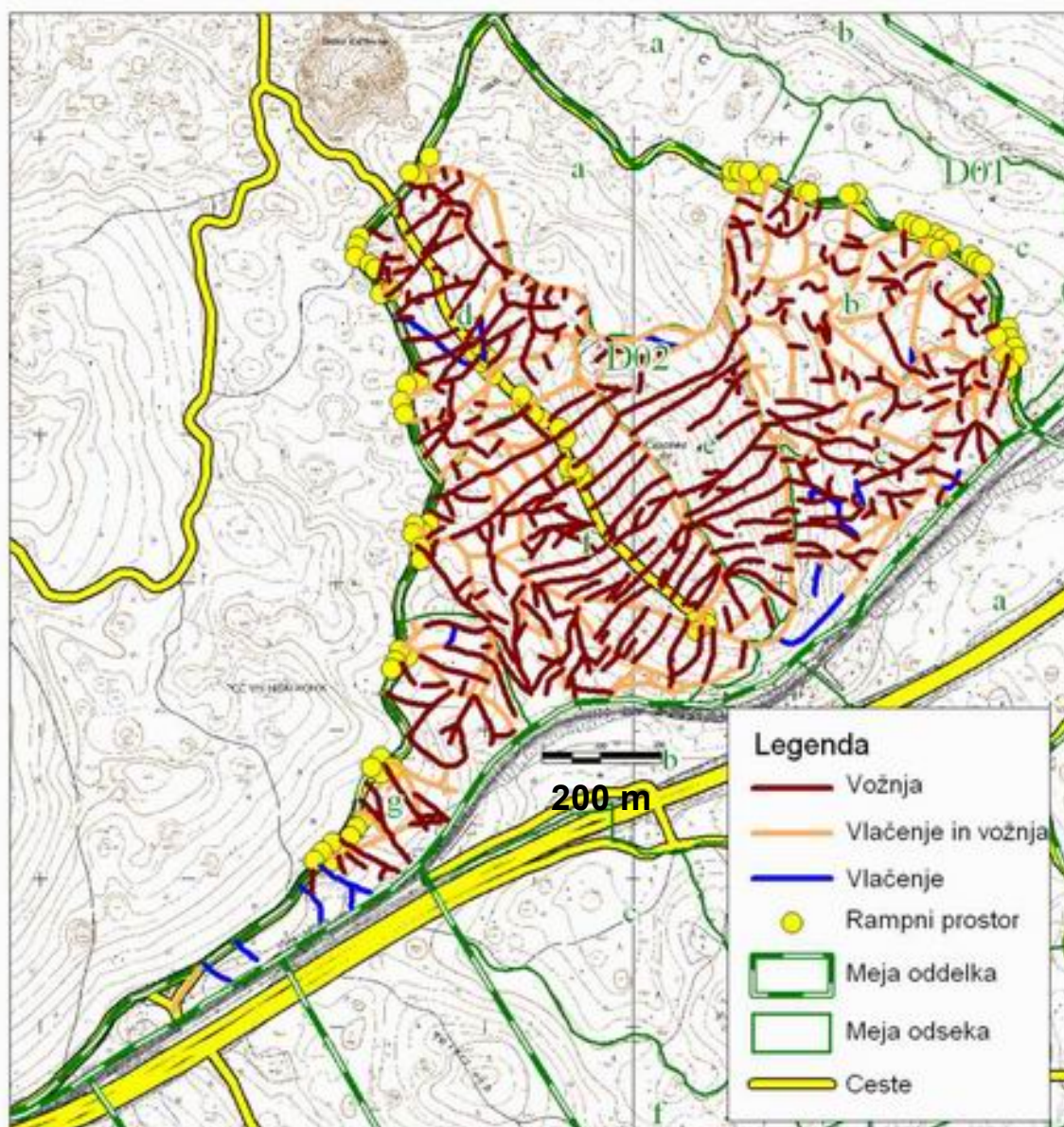
Zahvaljujem se revirnemu gozdarju Igorju Keržiču ter vodji odseka za gozdno tehniko Adolfu Trebcu, ki sta mi bila v veliko pomoč pri pridobivanju informacij o objektu kjer se je izvajalo terensko delo.

Za obdelavo kart v digitalno obliko se zahvaljujem kolegu Danimirju Žuniču, kolegu Andreju Čeču za predstavitev strojne sečnje na terenu, prijatelju Mateju Perku pa sem hvaležen za nasvete in pomoč pri računalniški obdelavi. Za prevod izvlečka se zahvaljujem sosedu Ireni Skuk.

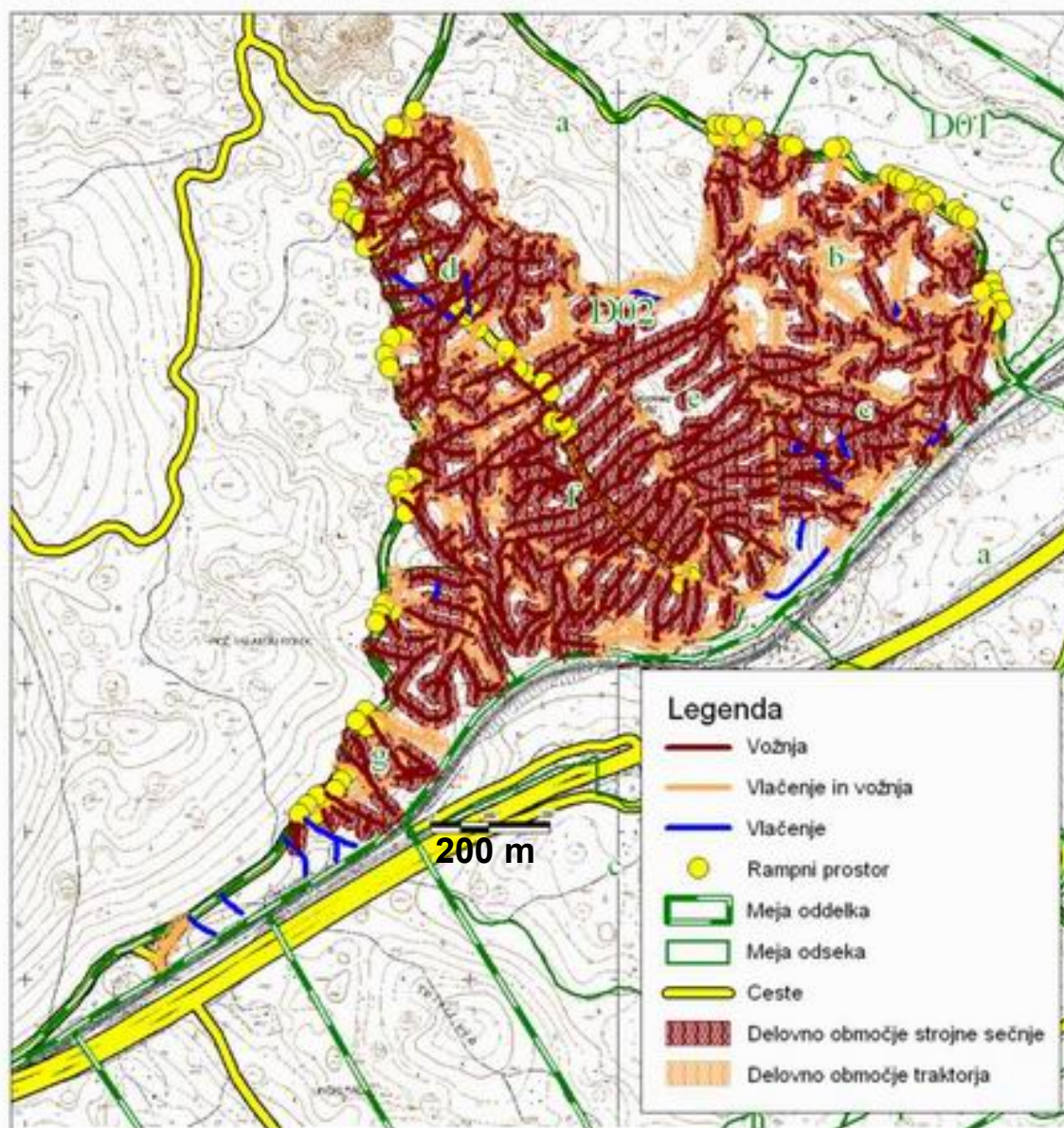
Še posebej pa se zahvaljujem svojim staršem, ki so mi v času študija ves čas stali ob strani.

PRILOGE

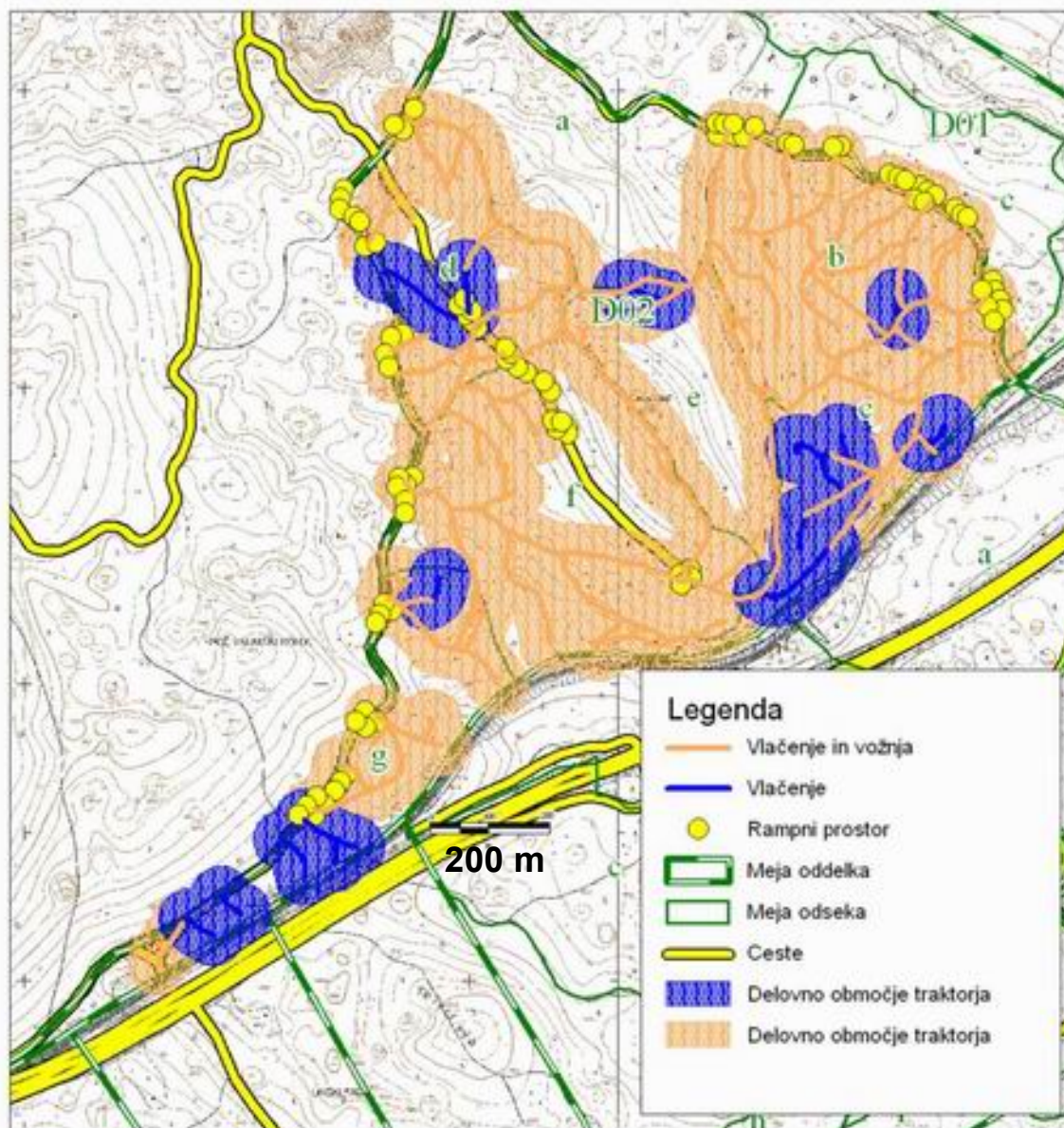
Priloga A: Karta raziskovalnega objekta v GGE Unec-Škocjan



Priloga B: Karta – Doseg stroja za sečnjo s pravilne poti v raziskovalnem območju



Priloga C: Karta – Doseg traktorskega vitla s traktorskih vlak v raziskovalnem območju



Priloga D: Traktorska vlaka po kateri je potekalo spravilo z zgibnim polprikoličarjem in s traktorjem (foto: Žlogar J.)



Priloga E: Spravilna pot po kateri je potekala strojna sečnja in spravilo (foto: Žlogar J.)



