

GDK 30+461+114.59: (497.12 Kras)

Prispelo / Received: 14. 09. 2000

Sprejeto / Accepted: 28. 09. 2000

Izvirni znanstveni članek  
Original scientific paper

## ZNAČILNOSTI POŠKODB DREVJA IN TAL PRI REDČENJU SESTOJEV S TEHNOLOGIJO STROJNE SEČNJE NA PRIMERU DELOVIŠČA ŽEKANC

Boštjan KOŠIR\*, Robert ROBEK\*\*

### Izvleček

V prispevku analiziramo prometno omrežje in poškodovanost sestojev pri redčenju rdečega bora na Krasu s tehnologijo strojne sečnje. Ugotovljena gostota vlak na delovišču je v okviru vrednosti, ki so običajne za tako tehnologijo, obseg vidnih motenj tal pa je višji kot pri sečnji z motorno žago in traktorskem spraviu lesa. Poškodb drevja na analiziranem delovišču je manj, površina poškodb je manjša, skoncentriranost poškodb na deblu pa večja od slovenskega povprečja. Najbolj izrazite poškodbe tal smo ugotovili na primarnih vlakah. Zmanjševanje poškodb tal na sekundarnih in sečnih vlakah s polaganjem sečnih ostankov pod kolesa strojev je bilo na delovišču izvedeno pomanjkljivo. Ključni vzvodi za zmanjševanje poškodovanosti drevja in tal pri strojni sečnji so delovni nalogi primeren izbor strojev, skrbno načrtovanje primarnih in sekundarnih vlak ter kakovostno delo strojnika.

Ključne besede: pridobivanje lesa, tehnologija kratkega lesa, poškodba drevja, vlaka, poškodba tal, Kras (JZ Slovenija)

## CHARACTERISTICS OF THE STAND AND SOIL DAMAGE IN CUT-TO-LENGTH THINNING ON THE ŽEKANC WORKING SITE (SW SLOVENIA)

### Abstract

*In this article, we shall analyse the forest road network and damage to forest stands in the Karst region caused by intermediate cut-to-length thinning of the Scots pine. The established density of skid trails at the worksite is within the values commonly found when using such technology. However, cut-to-length-thinning implies a higher degree of visible soil damage than chainsaw cutting with wood extraction performed by tractors. On the one hand, there is less damage at the analysed worksite, including a smaller surface of damage. On the other hand, more damage concentrates on the stem than on average in Slovenia. We found the most marked soil damage occurred with primary skid trails. A certain reduction of soil damage on the secondary and cutting machinery trails at the worksite was achieved by placing cutting remnants under the wheels of machinery – however, this was not performed to satisfaction. To attain optimum reduction of tree and soil damage with mechanical cut-to-length thinning, it is crucial to choose the machinery according to task, to set up a detailed plan of primary and secondary trails, and for the machinist to provide high-quality work.*

*Keywords: logging, cut-to-length thinning, tree stand damage, skid trails, soil damage, Karst (SW Slovenia)*

\* Doc. dr., BF – odd. gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SVN  
\*\* Mag., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000, Ljubljana, Večna pot 2, SVN

**VSEBINA**  
**CONTENT**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	
	INTRODUCTION .....	89
<b>2</b>	<b>METODE</b>	
	METHODS .....	90
<b>3</b>	<b>REZULTATI</b>	
	RESULTS .....	98
<b>4</b>	<b>RAZPRAVA</b>	
	DISCUSSION .....	106
<b>5</b>	<b>POVZETEK</b> .....	109
<b>6</b>	<b>SUMMARY</b> .....	110
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	
	REFERENCES .....	112
<b>8</b>	<b>ZAHVALE</b>	
	ACKNOWLEDGEMENTS .....	113
<b>9</b>	<b>PRILOGE</b>	
	APPENDIX .....	114

## 1 UVOD INTRODUCTION

V svetu lahko zasledujemo dve težnji pri sodobnih tehnologijah pridobivanja lesa. Prva težnja je, da skušamo iz gozda spraviti čim večja bremena (dolg les, v skrajnosti kar celo drevo) in opraviti krojenje na sortimente na mehaniziranih ali drugih skladiščih v gozdu ali zunaj njega z motorno žago oziroma s stabilnimi ali premičnimi stroji (npr. stroji za kleščenje in krojenje – procesorji). Druga težnja je prav nasprotna in zahteva, da spravimo stroje do drevesa, kjer opravimo poleg podiranja tudi krojenje lesa na sortimente in spravljamo iz gozda kratek les. V prvem primeru uporabljamo za podiranje predvsem motorno žago (drugod po svetu uporabljajo tudi stroje za podiranje in zbiranje lesa – feller-buncher) in nato dolg les vlačimo do ceste z ustreznimi traktorji ali žičnicami. V drugem primeru pa za sečnjo uporabljamo stroje za sečnjo (harvester), nato pa kratek les vozimo z zgibnimi prikoličarji (forwarderji). Za strojno sečnjo lahko uporabljamo dve vrsti strojev, vendar so le stroji za sečnjo sposobni opraviti vse postopke od podiranja, kleščanja, merjenja do krojenja in prežagovanja debel.

Opisani skupini tehnologij pridobivanja lesa sta del različnega pristopa h gospodarjenju z gozdom. Zahtevata različne pristope k operativnemu načrtovanju, vodenju in nadzoru del ter bistveno različno omrežje sekundarnih prometnic. Sistemi kratkega lesa zahtevajo, da se stroji neposredno približajo drevju, kar pomeni zelo veliko gostoto prometnic, ki praviloma nastanejo s ponavljajočo vožnjo strojev po isti trasi. Težkih bremen – dolgega lesa - ne vlačimo po gozdnih tleh, temveč kratek les nakladamo in nato vozimo do ceste. Če opazujemo značilnosti te – za Slovenijo nove tehnologije – z vidika ohranjanja gozdnega okolja, ugotovimo, da se bistveno spremenijo razmerja med poškodbami drevja in poškodbami tal.

Strojna sečnja v Sloveniji ni običajna. V zadnjih letih so sicer to tehnologijo nekajkrat uporabili, vendar vselej s stroji za sečnjo (harvesterji) in z zgibnimi prikoličarji. Zadnji tak primer je redčenje sestojev rdečega bora na Krasu koncem 1999 in v začetku leta 2000. Glede na pomembnost vprašanja o ekološki primernosti takšne tehnologije, smo primer izkoristili za podrobno raziskavo prometnega omrežja, poškodb sestojev ter poškodovanosti tal. Rezultate te raziskave, ki je potekala v okviru projekta Analiza stanja

in razvoj tehnologij za zmanjšanje poškodb gozdov pri pridobivanju lesa (CRP GOZD), prikazujemo v tem sestavku.

## **2 METODE** **METHODS**

### **2.1 OBJEKT RAZISKAVE** **STUDY AREA**

Objekt raziskave nosi krajevno ime Žekanc in se nahaja v gozdnogospodarski enoti Kras 1, oddelek 103. Geološka podlaga je apnenec, nadmorske višine pa med 257 in 280 m. To je zmerno razgiban kraški svet z eno zelo izrazito vrtačo in spremenljivo skalovitostjo. Površina oddelka je 21,22 ha in zajema dva strnjena kompleksa gozda, ki sta med seboj ločena z okoli 50 m širokim pasom odraslih cerov. Vse popise smo delali ločeno po obeh delih – delovnih poljih, ki sta glede spravljenih poti med seboj povsem neodvisni. Površina popisanih delovnih polj je manjša od površine celega delovišča zato, ker smo popisovali samo površino, kjer so izvajali strojno sečnjo. Izločili smo pas cerovega sestoja in površino vrtače. Manjše delovno polje (A) je imelo površino 4,80 ha, večje (B) pa 12,60 ha.

Lesno zalogo na vsem delovišču so ugotavljali po Bitterlichu z mrežo 40 točk (50 x 100 m). Najmanjša ugotovljena lesna zaloga je bila 80 m<sup>3</sup>/ha, največja pa 503 m<sup>3</sup>/ha. Sestoj, ki ga tvori pretežno nasad rdečega bora (preglednica 1), je v različnih razvojnih fazah, od tanjšega drogovnjaka naprej. Srednja sestojna višina je 16,8 ± 1 m.

Preglednica 1: Sestava lesne zaloge na delovišču Žekanc

Table 1: The structure of the growing stock in Žekanc working site

Vrsta / Species	Zaloga m <sup>3</sup> /ha Wood stock m <sup>3</sup> /ha	Delež % Share %
Črni bor / Black pine	50,00	16,41
Rdeči bor / Scots pine	218,20	71,61
Zeleni bor / Eastern white pine	8,00	2,63
Cer / Turkey oak	24,90	8,17
Ostali listavci / Other broadleaves	3,60	1,18
Skupaj / Total	304,70	100,00
Iglavci / Conifers	276,20	90,65
Listavci / Broadleaves	28,50	9,35

V sestoju so načrtovali redčenje z intenziteto 25 % lesne zaloge (preglednica 2). Pred tem redčenjem tod še ni bilo tako intenzivnih sečenj po vsej površini. Glavnina drevja, označenega za posek, je spadala v nižje debelinske stopnje. Tudi primerjava strukture lesne zaloge in načrtovanega poseka (preglednica 3) pokaže, da so pri redčenju načrtovali odstranitev zlasti drobnega drevja. Po sečnji so se pokazale manjše razlike med strukturo načrtovanega in realiziranega poseka. Razlika je nastala zato, ker je strojnik sam izbiral smer sečnje in spravila in je pri tem moral posekati tudi nekaj neoznačenih dreves, vendar je zato puščal v okolici neposekana drevesa, označena za posek. Delež neposekanih dreves smo ugotovili z vzorčno metodo. Gibal se je med 4 in 8 % dreves pred sečnjo oz. med 12 in 21 % dreves označenih za posek ( $p < 0,05$ ). Čeprav je šlo za drugo redčenje, je bila načrtovana jakost poseka večja (77 m<sup>3</sup>/ha) kot je to povprečje pri dosedanjih meritvah poškodb pri pridobivanju lesa v Sloveniji (36 m<sup>3</sup>/ha).

Preglednica 2: Debelinska struktura lesne mase, označene za posek, na delovišču Žekanc  
 Table 2: The width structure of wood biomass planned for cut on the Žekanc working site

Prsni premer <i>Breast height diameter cm</i>	Število dreves <i>Number of trees</i>	Načrtovani posek bruto m <sup>3</sup> <i>Planned cut – gross m<sup>3</sup></i>	Načrtovani posek bruto m <sup>3</sup> /ha <i>Planned cut – gross m<sup>3</sup>/ha</i>	Načrtovani posek neto m <sup>3</sup> <i>Planned cut – net m<sup>3</sup></i>	Povprečno neto drevo - m <sup>3</sup> /drevo <i>Average net tree - m<sup>3</sup>/tree</i>
5 - 9,9	3306	165,3	7,79	140,51	0,04
10 - 14,9	5020	401,6	18,93	341,36	0,07
15 - 19,9	3400	612	28,84	520,20	0,15
20 - 24,9	1211	387,52	18,26	329,39	0,27
25 - 29,9	121	60,5	2,85	51,43	0,43
30 - 34,9	5	3,65	0,17	3,10	0,62
Skupaj / Total	13063	1630,57	76,84	1385,98	0,11

Preglednica 3: Struktura lesne zaloge in načrtovanega poseka (%) na delovišču Žekanc  
 Table 3: The wood stock and planned cut structure (%) of Žekanc working site

Debelinski razred (cm) <i>Width class (cm)</i>	Lesna zaloga % <i>Growing stock %</i>	Načrtovani posek % <i>Planned cut %</i>
Do 30 / Up to 30	87,37	99,74
30 - 50	11,92	0,26
Nad 50 / Above 50	0,70	0,00
Skupaj / Total	100,00	100,00

## 2.2 ODPRTOST GOZDOV PRED PROIZVODNJO IN UPORABLJENA TEHNOLOGIJA PRIDOBIVANJA LESA

### STAND ACCESSIBILITY BEFORE FOREST OPERATIONS AND APPLIED HARVESTING TECHNOLOGY

Delovišče je zelo dobro odprto z gozdnimi cestami, saj leži med dvema cestama, ki sta služili kot začasno skladišče za gozdne sortimente (celulozni les dolžine 2 m). Na obeh delovnih poljih pred pričetkom dela ni bilo grajenih vlak niti izrazitih poti od preteklih spravil, ki bi jih lahko uporabili pri tokratni proizvodnji.

Pogodbeni izvajalec je uporabil moderno tehnologijo kratkega lesa in sortimentno metodo. Ves les so skrojili pri panju in ga z zgibnim prikoličarjem prevažali do ceste, kjer so ga skladiščili do prevoza. Sečnja je potekala s strojem za sečnjo Timberjack 1270B, spravilo – vožnja – lesa pa z zgibnim prikoličarjem Timberjack 1410 (preglednica 4).

Preglednica 4: Osnovne tehnične značilnosti uporabljenih strojev z nekaterimi opcijami  
Table 4: Basic characteristics of the machines with some options

Značilnost / Characteristic	Enota / Unit	Stroj za sečnjo / Harvester Timberjack 1270 B	Zgibni prikoličar / Forwarder Timberjack 1410
Teža / Weight	kN	16.350	17.000
Širina / Width	mm	2.680 – 2.860	2.750 – 2.930
Dolžina / Length	mm	7.185	9.200
Višina / Height	mm	3.645	3.700
Prehodnost / Ground clearance	mm	625	605
Motor / Engine		Perkins 1.306-8T1, turbo, 6 valjev/cylinder, diesel	Perkins 1.006-60TW, turbo, 6 valjev/cylinder, diesel
Moč/obrati / Power/revolutions	kW/rp m	152/1.800	124/2.000
Največji navori/obrati / Max. torque/revolutions	Nm/rp m	847/1.600	663/1.440
Št. osi/koles / No. axles/wheels		(1xBogie+1)/6	2xbogie/8
Pnevmatike spredaj / Tires front		600 –26,5 ali 700-26,5	600 –26,5 ali 700-26,5
Pnevmatike zadaj / Tires rear		600-34 ali 700-34	600 –26,5 ali 700-26,5
Dvigalo tip /Crane – Loader type		TJ 200 H	F71 F72, teleskopski / telescopic
Dvižni moment / Gross lifting moment	kNm	168	99
Doseg dvigala / Range	m	8,6 - 10,0	7,2 – 10,0
Glava za podiranje / Harvesting head		tip 746C	-
Odprtina zg. nožev / Max. opening upper knives	mm	450	-
Odprtina sp. nožev / Max. opening lower knives	mm	500	-
Širina glave za podiranje/ Harvesting head width	mm	1.380	-
Največji premer lesa / Maximum cutting diameter	mm	500	-
Teža glave za podiranje / Harvesting head weight	kg	930 - 960	-
Dolžina letve / Saw bar length	mm	640	
Nosilnost / Max. load rating	kg	-	14.000
Dolžina nakladalnega prostora / Load area - length	m	-	4.225
Presek nakladalnega prostora / Load area -- max- crossec.	m <sup>2</sup>	-	4,6

Oba stroja imata hidrostatsko-mehanski prenos moči z dvostopenjskim gonilom. Največja vlečna sila stroja za sečnjo je 148 kN, razpon hitrosti pa od 0 do 25 km/h. Zgibni prikoličar ima največjo vlečno silo 175 kN, razpon hitrosti pa od 0 do 22 km/h. Na delovišču ni bilo gradbenih posegov. Priprave dela za novo tehnologijo niso opravili, zato je strojnik sam pred pričetkom dela delovišče pregledal in si z barvo označil glavne smeri za sečnjo in izvoz lesa. Delo je potekalo dnevno 24 ur v dveh izmenah. Ob zamenjavi strojnikov so izvedli tudi vsa potrebna vzdrževalna dela.

Naša ocena je, da sta bila oba uporabljena stroja prevelika za redčenje sestojev v takšni razvojni fazi.

### 2.3 UGOTAVLJANJE POŠKODOVANOSTI TAL SOIL DAMAGE DETERMINATION

Naravno stanje gozdnih tal je slojevitost organsko-mineralnih horizontov tal ter pokritost površja s plastjo organske snovi oziroma določene stopnje kamnitosti. Spremembe tal pri pridobivanju lesa so najbolj izrazite na prometnicah in okoli njih, saj nastajajo kot posledica delovanja sil stroja in bremena na naravna tla (STANDISH / COMMANDEUR / SMITH 1988). 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 tem primeru je površina spremenjenega površja tal ocena obsega površin z neposredno ali posredno spremenjenimi pogoji rasti vegetacije (HILDEBRAND 1991, 1994). Ker spremembe tal pri gradnji prometnic in vožnji po naravnih tleh praviloma zmanjšujejo rodovitnost tal in povečujejo ekološko tveganje, govorimo o poškodovanih tleh (ROBEK 1994).

Na vzorcu petih 50 - metrskih slučajnostno izbranih **odsekov** v vsaki kategoriji vlak smo po končani proizvodnji popisali zunanjo morfologijo tal in sečne ostanke na vlaki ter okoli nje. Odsek vlake smo merili vedno po osi od priključka vlake na cesto ali prometnico višje kategorije ter tako zajeli priključek in površine, ki so značilne za posamezne kategorije vlak. Vsak odsek vlake smo pri popisu razčlenili na 10 petmetrskih **pododsekov**, na njih pa opredelili naslednje tri **pasove**:

1. kolesnice, ki zajemajo površino obeh vidnih kolesnic;



2. vmesni prostor, ki zajema površino med kolesnicama;
3. okolico vlake, ki zajema delovni doseg harvesterja levo in desno od vlake.

Na pododseku smo merili:

- **širino pododseka** v dm (merjeno z vzmetnim metrom od začetka zunanjšega roba leve kolesnice - gledano v sestoj - do zunanjšega roba desne kolesnice).
- **širino vmesnega prostora med kolesnicama** v dm (od začetka notranjšega roba leve kolesnice do notranjšega roba desne kolesnice).
- **največjo globino kolesnice** v cm (na meji med dvema pododsekoma).

Na pododseku smo ocenjevali:

- **odstotni razred površine** (na 10 % natančno) **štirih kategorij tal** (ločeno na kolesnicah in med kolesnicami):
  - raščeni skal,
  - s sečnimi ostanki pokritih tal (potlačene debeline debeline 10 cm),
  - s sečnimi ostanki nepokritih in neerodiranih tal ter
  - erodiranih tal.
- **površino sečnih ostankov levo in desno na dolžini pododseka** v m<sup>2</sup>. Sečne ostanke zunaj vlake in v dosegu harvesterja smo 'v mislih' razgnili na okvirno potlačeno debelino 10 cm in ocenili površino take podlage.

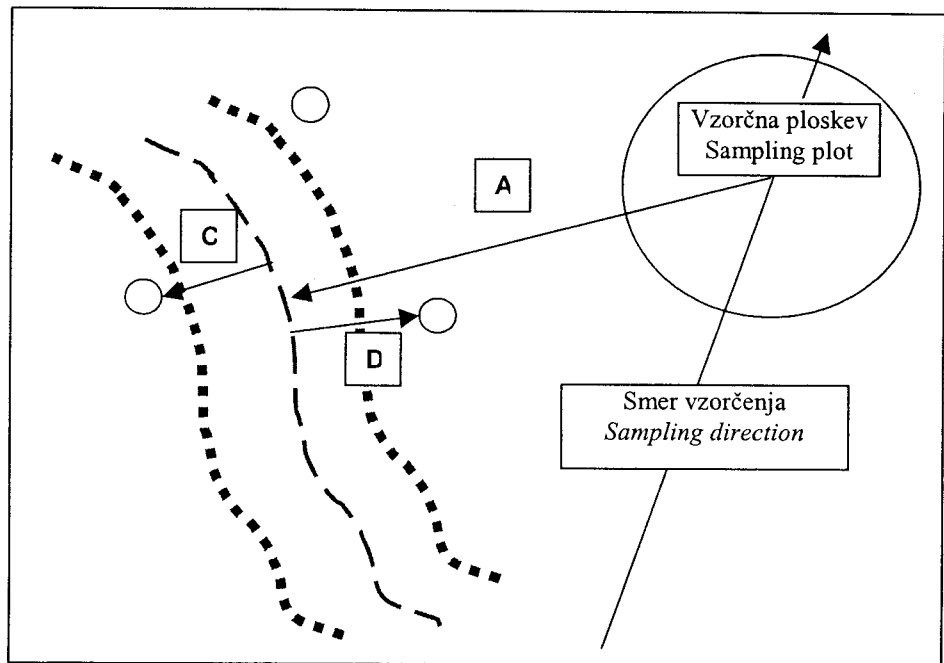
Čeprav smo površino posameznih kategorij tal ocenjevali, je bila zaradi majhnega predmeta vsakokratnega opazovanja napaka relativno majhna. Vse meritve in ocene je v strnjem obdobju opravil isti merilec, kar je povečalo relativno zanesljivost ocen.

#### 2.4 UGOTAVLJANJE POŠKODOVANOSTI SESTOJA STAND DAMAGE DETERMINATION

Mera poškodovanosti sestoja je delež poškodovanih stoječih dreves, pri čemer smo za poškodbo vzeli odrgnine velikosti nad 10 cm<sup>2</sup> in druge poškodbe, kot so zlomljene veje in vrhovi in podobno. Poškodovanost smo ugotavljali po prilagojeni švedski metodi (slika 1, priloga 1), ki jo na Švedskem uporabljajo za enak namen pri tehnologiji kratkega

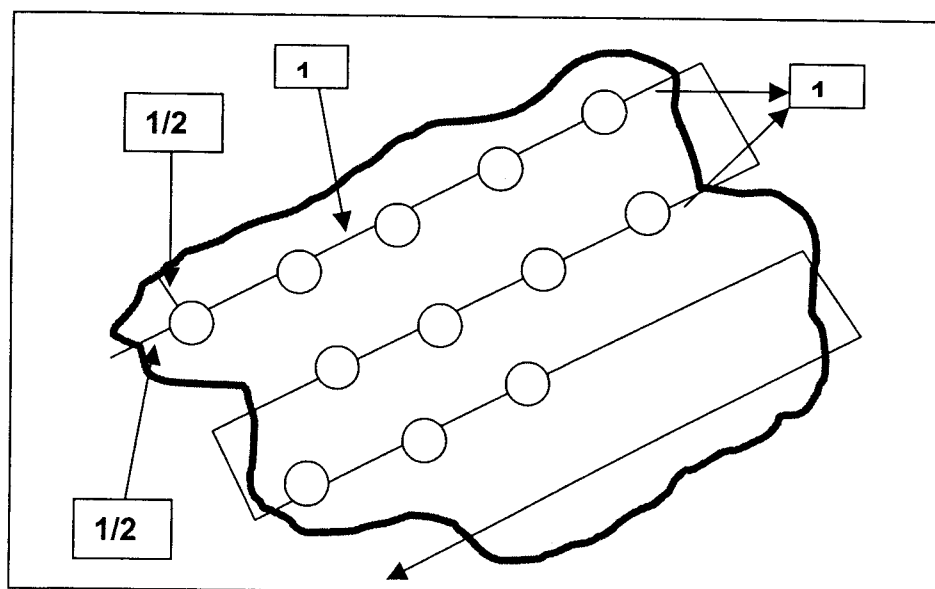
lesa (FRODIG 1992). Prilagojena švedska metoda temelji na sistematičnem vzorčenju ploskev, velikosti  $100 \text{ m}^2$  (polmer je  $5,64 \text{ m}$ ) z razmakom med ploskvami, ki je odvisen od velikosti delovišča (slika 2, preglednica 5).

Na slikah 1 in 2 pomeni: R = razmak (preglednica 5), A = razdalja do vlake (m), C in D = razdalja od vlake do najbližjih dreves (dm) – širina vlake je C + D (vzorec je vzet v pasu  $10 \text{ m}$  levo ali desno od mesta, kjer smo merili razdaljo A).



Slika 1 : Način vzorčenja poškodovanosti drevja in ocenjevanja širine vlak po prilagojeni švedski metodi

*Figure 1: Sampling pattern of the tree damage and skid trails width estimation according to adapted Swedish method*



Slika 2: Položaj ploskev pri švedski metodi ( $R$  = razmak med ploskvami v metrih je odvisen od stopnje vzorčenja)

Figure 2: Sample plots layout according to adapted Swedish method ( $R$  = interval between the plots in meters which is dependent upon the sampling intensity)

Preglednica 5: Razmak med ploskvami in stopnje vzorčenja (FRODIG 1992)

Table 5: Interval between the plots and the sampling intensity (FRODIG 1992)

Velikost delovišča Working unit size ha	Razmak med ploskvami – $R$ Interval between plots - $R$ m	Pribl. število ploskev Approximate number of plots	Pribl. stopnja vzorčenja Approximate sampling intensity
1	30	11	0,11
2	35	16	0,08
3 - 4	40	22	0,06
5 - 6	45	27	0,05
7 - 8	50	30	0,04
9 - 10	55	31	0,03
11 - 15	65	31	0,02
16 - 20	75	32	0,02
21 - 25	80	36	0,02
26 - 30	85	39	0,01
31 - 35	90	41	0,01
36 - 40	95	42	0,01
Nad 40 / Above 40	100	43	0,01

### 3 REZULTATI RESULTS

#### 3.1 OMREŽJE SEKUNDARNIH PROMETNIC PO KONČANI PROIZVODNJI ACCESS INFRASTRUCTURE NETWORK AFTER HARVESTING

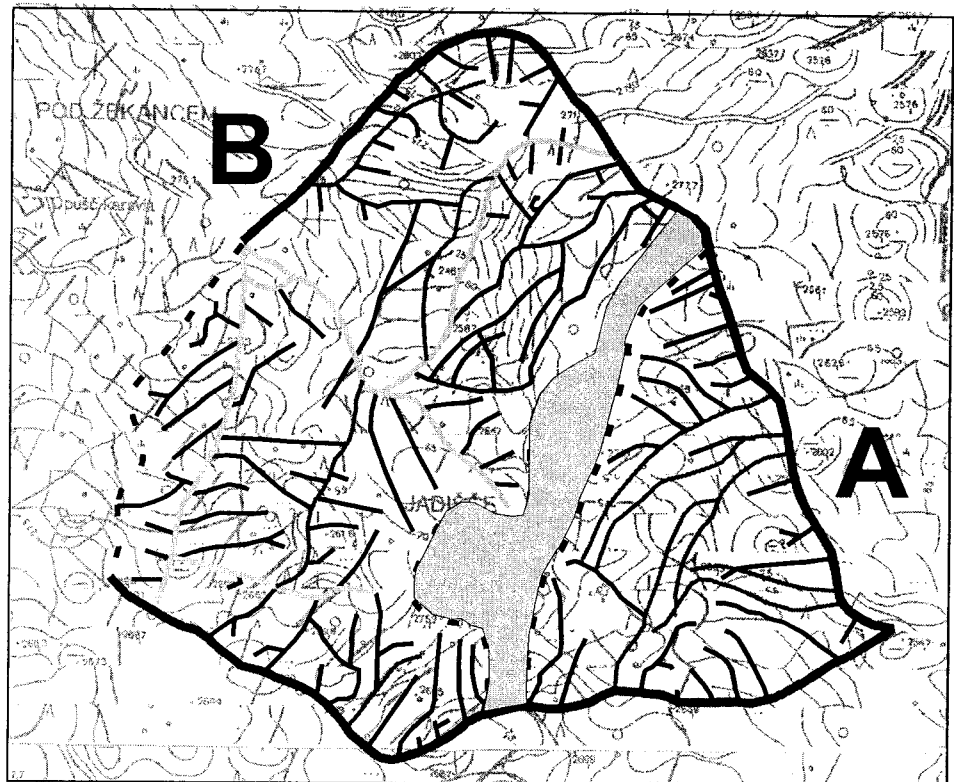
Po končanem delu so v obeh delovnih poljih ostale vidne številne sekundarne prometnice, ki smo jih posneli z metrom in kompasom ter jih razvrstili v tri kategorije:

- močno obremenjene vlake, po katerih je potekal izvoz lesa v večjih količinah. Ta kategorija ustreza stalnim **primarnim vlakam**. Kolesnice so dobro vidne, nepoškodovanih gozdnih tal praktično ni več, saj je vsa površina tal na vlaki spremenjena.
- srednje obremenjene vlake, po katerih je potekal premik stroja za sečnjo in izvoz manjših količin lesa iz manjših delov delovišča. Vlake so manj obremenjene kot tiste v prvi kategoriji in jih štejemo k **sekundarnim vlakam**.
- vlake, ki so namenjene predvsem dostopu stroja za sečnjo do dreves in izjemoma za transport manjših količin lesa. Povečini so to krajši in manj obremenjeni odcepi sekundarnih vlak. Te vlake smo poimenovali **vlake za sečnjo**, ker nastanejo predvsem zaradi premikanja stroja za sečnjo po sestoji.

Prometnice smo narisali na karto (slika 3) in za vsako delovno polje izračunali osnovne kazalnike sekundarne odprtosti (preglednica 6). Gostota vlak je večja v delovnem polju A, kjer zaradi lege cest ni bilo potrebe po primarnih vlakah. Gostota vseh vlak v obeh delovnih poljih je znatno višja od tiste pri uveljavljenih tehnologijah traktorskega spravila lesa v Sloveniji (preglednica 7). Opazimo podobnost med skupno gostoto primarnih in sekundarnih vlak pri strojni sečnji ter gostoto načrtovanih vlak pri uveljavljenih tehnologijah spravila lesa pri nas. Glavnina razlik v skupni gostoti sekundarnih prometnic izhaja iz odstopanj med količino t.i. sečnih vlak in nenačrtovanih vlak. Razlika izvira iz narave tehnologije kratkega lesa, ki povzroča praviloma večji obseg talnih poškodb.

Da bi ugotovili delež površin, poškodovanih pri strojni sečnji in spravilu z zgibnimi prikoličarji prizadete, potrebujemo poleg dolžin prometnic tudi povprečne širine vlak za vsako opredeljeno kategorijo vlak. Povprečna ocenjena širina koridorja sekundarnih prometnic po prilagojeni švedski metodi je v delovnem polju A znašala 4,24 m, v

delovnem polju B pa 4,27 m. Tako ugotovljena širina je opredeljena z okoliškimi drevesi, ne kaže razlik v površini poškodovanih tal pri različnih kategorijah vlak in ni primerna za izračun deleža poškodovanih tal na delovišču.



Legenda / Legend:

- |   |  |
|---|--|
|  Ceste / Roads                     |  Sekundarne vlake / Secondary skid trails |
|  Primarne vlake / Main skid trails |  Sečne vlake / Access to tree             |
|   |  Meja delovišča / Working site boundary   |

Slika 3: Primarne, sekundarne in sečne vlake na delovnih poljih A in B

Figure 3: Plan of the primary, secondary and »access to tree« trails on logging units A and B

Preglednica 6: Gostote prometnega omrežja na delovišču Žekanc

Table 6: Skid trail density on Žekanc working site

Kategorije vlak <i>Skid trail category</i>	Delovno polje / <i>Logging Unit</i>			Delovno polje / <i>Logging Unit</i>		
	A m/ha	B m/ha	Povprečno m/ha <i>Average m/ha</i>	A %	B %	Povprečno % <i>Average %</i>
Primarne / <i>Main skid trails</i>	0	87,46	63,33	0	17	12
Sekundarne <i>Secondary skid trails</i>	214,17	101,83	132,82	38	20	25
Skupaj / <i>Total</i>	214,17	189,29	196,15	38	37	37
Sečne / <i>Access to tree</i>	288,33	290,24	289,71	51	57	55
Skupaj / <i>Total</i>	502,5	479,52	485,86	88	93	92
Ceste / <i>Roads</i>	67,5	33,73	43,05	12	7	8
Skupaj / <i>Total</i>	570	513,25	528,91	100	100	100

Preglednica 7: Gostote prometnic pri dosedanjih meritvah poškodovanosti drevja v Sloveniji (m/ha)

Table 7: Skid trails and forest roads sensity when estimating the stand damages in Slovenia (m/ha)

Načrtovane / <i>Planned</i>	171,51
Nenačrtovane / <i>Unplanned</i>	47,04
Vse vlake / <i>All skid trails</i>	218,55
Ceste / <i>Roads</i>	19,62
Skupaj / <i>Total</i>	238,17

### 3.2 ZNAČILNOSTI POVRŠJA PROMETNIC IN POŠKODBE TAL CHARACTERISTICS OF THE INFRASTRUCTURE SURFACE AND SOIL DAMAGE

Povprečne tlorsne širine telesa posameznih kategorij vlak in globine kolesnic smo merili na slučajnostnem vzorcu odsekov vlak. Na proučevanem delovišču nismo ugotovili statistično značilnih razlik v povprečni širini posameznih kategorij vlak, ugotovili pa smo visoko značilno razliko v globini kolesnic med primarnimi vlakami in ostalima dvema kategorijama vlak (preglednica 8).

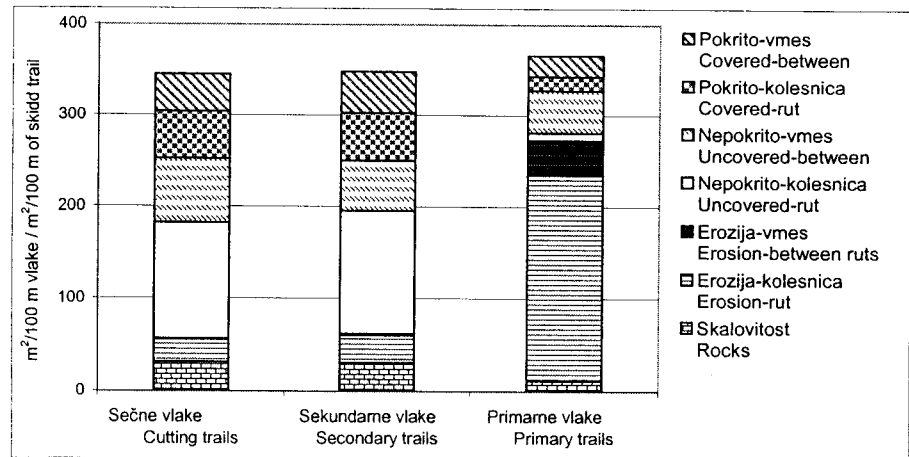
S pomočjo povprečnih vrednosti dolžin in širin posameznih kategorij vlak smo za posamezna delovna polja izračunali intervalne ocene odstotka površin motenih tal na obeh analiziranih delovnih poljih. Med delovnima poljema ni bistvenih razlik v odstotku površin motenih tal (preglednica 8) in povprečne širine vlak. Razlika med izmerjenimi vrednostmi širine vlak in ocenjeno širino po prilagojeni švedski metodi je znatna. Največjo skrb zbuja absolutna vrednost motenih površin, saj je zaradi transporta samo ob tokratni proizvodnji vidno spremenjena skoraj petina površine gozdnih tal na delovišču. V tem izračunu smo upoštevali tudi površino med kolesnicama, čeprav ne kaže vedno vidnih sprememb.

Preglednica 8: Značilnosti sekundarnih prometnic in obseg vidnih motenj tal na delovišču Žekanc

Table 8: Characteristics of the skid trails and extent of visual soil disturbances on the Žekanc working site

Kategorija vlake <i>Skid trail category</i>	Povprečna širina vlake <i>Average width of the skid trails</i> dm	Povprečna globina kolesnic <i>Average depth of the ruts</i> cm	Delež površin motenih tal v delovnem polju (%) <i>Share of the disturbed area in logging unit (%)</i>	
			A	B
Primarne/ <i>Main skid trails</i>	36,6 ± 2,0	12,3 ± 1,8	0	3,0 ± 0,1
Sekundarne <i>Secondary skid trails</i>	34,8 ± 1,1	4,8 ± 0,9	7,4 ± 0,3	3,6 ± 0,1
Sečne / <i>Access to trees</i>	34,4 ± 1,4	3,7 ± 0,8	10,0 ± 0,3	10,6 ± 0,6
Skupaj / <i>Total</i>	35,3 ± 1,5	---	17,4 ± 0,5	17,2 ± 0,7

Podrobnejša analiza površja na vlakah je pokazala, da se na kolesnicah in na vmesni površini pojavijo vse kategorije tal (grafikon 1). Najredkeje smo določili erodirana nepokrita tla na področju med kolesnicama (največkrat na priključku vlake na cesti), delež erodiranih tal na kolesnicah pa se stopnjuje s pogostostjo voženj zgibnega prikoličarja in je največji na primarnih vlakah. Tla na kolesnicah sečnih vlak praviloma ne kažejo znakov progresivne degradacije, medtem ko pri primarnih vlakah ne moremo več govoriti o gozdnih tleh. Z vidika sprememb tal so sekundarne vlake bolj podobne sečnim vlakam.

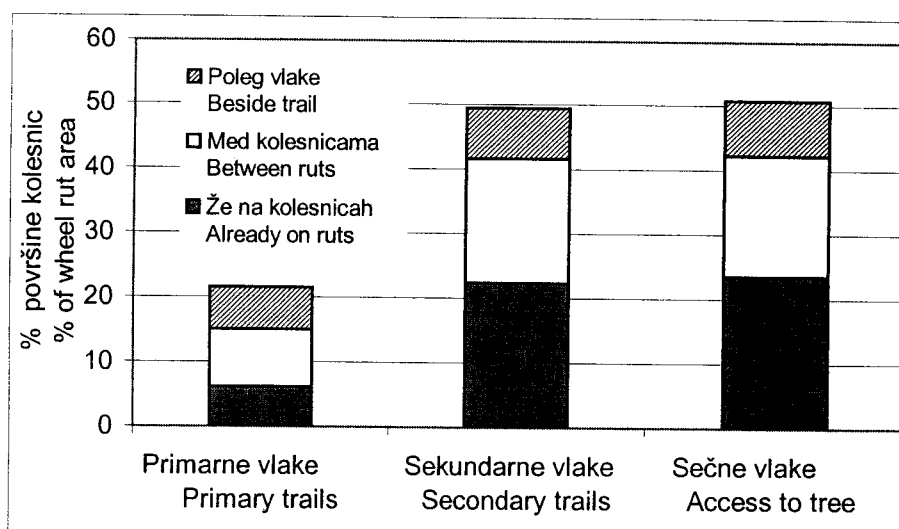


Grafikon 1: Povprečna struktura površja vlak neposredno po končanem delu na delovišču Žekanc

Graph 1: Average structure of the skid trail surface immediately after the work was finished in the Žekanc working site

Različne kategorije vlak imajo na delovišču podobno širino, različen obseg omrežja in bistveno 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. Oceno povprečne količine in lokacije sečnih ostankov na vzorcu vlak pri strojni sečnji na delovišču Žekanc prikazuje grafikon 2. Količina sečnih ostankov pri opravljenem redčenju z nadpovprečno visoko jakostjo še zdaleč ne zadošča za prekritje površine nastalih kolesnic. Del sečnih ostankov je obležal v sestoju, del pa med kolesnicami in ni prispeval k zmanjševanju pritiska strojev na tla. Največji delež površin kolesnic, pokritih s sečnimi ostanki, je bil na sečnih vlakih, vendar tudi tam ne preseže 25 %. Tudi če bi vse sečne ostanke razporedili po kolesnicah, bi bilo na delovišču še vedno več kot 50 % površin kolesnic nepokritih s sečnimi ostanki in tako nezavarovanih pred zbijanjem tal zaradi vožnje strojev z velikim statičnim in dinamičnim pritiskom na tla.





Grafikon 2: Povprečna količina in lokacija sečnih ostankov za pokrivanje kolesnic v stlačeni debelini 10 cm pri različnih kategorijah vlak na delovišču Žekanc  
 Graph 2: Average quantity and location of the cutting residues for covering the ruts in 10 cm compacted depth in different skid trail categories in Žekanc working site

### 3.3 POŠKODOVANOST SESTOJA STAND DAMAGE

Pomemben vidik študije je bilo ugotavljanje poškodovanosti drevja po sečnji in spravilu, saj je šlo za novo tehnologijo, do katere so mnogi zelo nezaupljivi. Preveriti je bilo potrebno, ali so poškodbe drevja pri uporabljeni tehnologiji v pričakovanih mejah, ki veljajo za uporabo obstoječih tehnologij pri nas. V naslednji preglednici so podatki o številu drevja pred sečnjo in po njej. Jakost načrtovanega redčenja je bila primerno visoka, vendar je pri izvajanju sečnje prišlo do nekaterih razlik. Tako ni bilo vnaprej določeno, kje se bo gibal stroj, zato je moral strojnik določeno drevje, ki ni bilo označeno za posek, na svoji poti posekati. Kjer se je to zgodilo, je v zamenjavo v bližini pustil neposekano označeno drevje. Zaradi takšne naknadne izbire drevja za posek se jakost sečnje ni bistveno spremenila, nejasna pa je struktura tega dela izbranega drevja, ki je nismo mogli preveriti (preglednica 9).

Preglednica 9: Sestoj pred sečnjo in po njej

Table 9: Stand before and after thinning

Kazalci redčenja <i>Thinning parameters</i>	Enota <i>Unit</i>	Delovno polje / <i>Logging unit</i>	
		A	B
Skupaj dreves pred redčenjem <i>No. of trees before thinning</i>	n	1711	1581
Skupaj dreves po redčenju <i>No. of trees after thinning</i>	n	1163	1135
Jakost redčenja <i>Thinning intensity</i>	%	32	28
Delež neposekanih dreves <i>Share of left marked trees</i>	%	4	8

Razlog, da smo pri ocenjevanju poškodb drevja uporabili švedsko metodo, je v tem, da je bolj prilagojena deloviščem z zelo gostim vzorcem sekundarnih prometnic. Slovenske metode (ROBEK / KOŠIR 1996) pravzaprav ne bi mogli uporabiti, če bi se hoteli strogo držati njenih pravil. Stopnja vzorčenja, ki smo jo uporabili je bila primerljiva z drugimi študijami poškodb drevja pri nas in je bila v delovnem polju A 4,0 %, v delovnem polju B pa 2,1 % oziroma v povprečju 2,6 %.

Preglednica 10: Struktura poškodovanosti drevja na delovišču Žekanc

Table 10: Structure of the tree damages on the Žekanc working site

Delovno polje <i>Logging unit</i>	Iglavci <i>Conifers</i>	Listavci <i>Broadleaves</i>	Povprečno <i>Average</i>
A	0,03	0,14	0,08
B	0,12	0,11	0,12
Povprečno <i>Average</i>	0,08	0,13	0,10

Poškodovanost (preglednica 10) je večja, kot ugotavljajo avtorji v skandinavskih deželah, vendar so tudi sestojne razmere drugačne (HARSTELA 1995). Neposredna primerjava poškodovanosti iglavcev in listavcev s slovenskim povprečjem ni mogoča, ker tega pri slovenski metodi nismo ugotavljali (ROBEK / KOŠIR 1996, KOŠIR 1998). Z dosedanjimi meritvami smo vsekakor ugotovili poškodovanost (vse nove poškodbe) v sestojih, kjer prevladujejo iglavci (25 %) in listavci (24 %), vendar je razlika neznačilna.

Povprečna poškodovanost, ki smo jo ugotovili s slovensko metodo pri različnih oblikah spravila lesa v Sloveniji, je 24 %, pri čemer so vštete vse nove poškodbe, torej vse drevje, ki je bilo poškodovano v zadnjem posegu, ne glede na to, ali je bilo pred tem že kdaj prej poškodovano. Ta poškodovanost je primerljiva z raziskavami v tujini pri podobnih tehnoloških procesih (BUTORA / SCHWAGER 1986).

Struktura poškodb po velikosti daje po obeh metodah podobne rezultate (preglednica 11). Večina poškodb se nahaja v razredu najmanjših poškodb med 10 in 29 cm<sup>2</sup> ter do 49 cm<sup>2</sup>. Razlika med slovenskim povprečjem in to meritvijo je znatna, saj smo pri naših tehnologijah doslej ugotovili največ poškodb v razredu največjih poškodb.

Preglednica 11: Povprečna velikost poškodb na drevju

Table 11: Average tree wound size

Delovno polje <i>Logging Unit</i>	10 – 29 cm <sup>2</sup>	30 – 49 cm <sup>2</sup>	50 – 99 cm <sup>2</sup>	100 – 199 cm <sup>2</sup>	nad 200 cm <sup>2</sup>
A	0,43	0,13	0,06	0,25	0,13
B	0,19	0,33	0,16	0,06	0,26
<i>Povprečno / Average</i>	0,28	0,26	0,13	0,13	0,21
<i>Slovensko povprečje Average in Slovenia</i>	0,18	0,16	0,19	0,19	0,28

Deleži poškodb glede na lego na drevesu kažejo v primerjavi s slovenskim povprečjem nekoliko drugačno porazdelitev (preglednica 12). Precej večji je delež poškodb na deblu in na vejah, znatno manjši pa so deleži poškodb na krošnji in na koreničniku. To razlagamo z drugačno tehniko pri delu. Glava za podiranje drevja čvrsto drži podžagano drevo in ga – če ni prostora – tudi v pokončnem položaju potegne tja, kjer je mogoče drevo spraviti v ležeč položaj. Očitno pa pri tem nastaja več poškodb na deblih sosednjih dreves.

Preglednica 12: Poškodbe glede na lego na drevesu

Table 12: Structure of damage according to the part of the tree

Delovno polje <i>Logging Unit</i>	Lega poškodbe <i>Damaged part of the tree</i>				
	Krošnja <i>Canopy</i>	Veje <i>Branches</i>	Deblo <i>Stem</i>	Koreničnik <i>Stump</i>	Korenine <i>Roots</i>
A	0,00	0,00	0,68	0,13	0,19
B	0,00	0,13	0,68	0,13	0,06
Povprečno / <i>Average</i>	0,00	0,08	0,68	0,13	0,11
Slovensko povprečje <i>Average in Slovenia</i>	0,05	0,06	0,43	0,34	0,12

Analiza poškodb drevja na delovnih poljih A in B kaže, da je poškodb pri strojni sečnji manj, kot je slovensko povprečje, ter da je površina poškodb manjša. Razporeditev poškodb vzdolž drevesa pa kaže, da je največ poškodb pri tej metodi na deblu, in to precej večji delež kot pri slovenskem povprečju.

#### 4 RAZPRAVA DISCUSSION

Proučevani primer uporabe tehnologije kratkega lesa ni značilen za trenutne težnje razvoja tehnologij v Sloveniji. Iz več razlogov tudi ne moremo trditi, da je bil ves potek dela tipičen za takšne sestoje. Objekt se je nahajal na območju Krasa v nasadih rdečega bora, kar ni značilno za potencialna delovišča, kjer bi v Sloveniji lahko povečini uporabili takšno tehnologijo. Drugi vidik predstavljajo značilnosti obeh uporabljenih strojev, ki sta bila, če naredimo miselno primerjavo s podobnimi sestoji v Skandinaviji, bolj primerna za sečnjo in prevoz debelejšega drevja. Podobno lahko trdimo za pripravo dela, ki je potekala po naših merilih in ne tako, kot je običajno v deželah, kjer so doma sodobne tehnologije kratkega lesa. Kljub temu je proučeni objekt in delovni proces v njem zelo dobra priložnost, da v naših razmerah ocenimo določene značilnosti dela in posledice v sestojih, ki so lahko značilne za takšne tehnologije. V prihodnosti, ko bo takšnih primerov več in bodo podobni stroji delali tudi v drugačnih sestojnih razmerah, bo mogoče rezultate te raziskave ustrezno dopolniti.

Gostota prometnic na analiziranem delovišču je bila v okviru vrednosti, ki so običajne za takšno tehnologijo, obseg vidnih motenj gozdnih tal pa je precej višji kot pri uveljavljeni tehnologiji pri nas. Vidni obseg motenj gozdnih tal še ne pomeni deleža trajne izgube gozdne površine, predstavlja pa poškodbo naravne strukture gozdnih tal, ki lahko traja več desetletij (RYDER / BRIGGS / MORIN / SEYMOUR 1994). Čeprav se regeneracijski procesi pričnejo takoj po končanem delu, nas obseg vidnih motenj gozdnih tal in tudi gostota sekundarnih prometnic opozarjata na potrebo po primerni pripravi in nadzoru poteka dela.

Izrazite poškodbe tal v obliki globokih kolesnic in progresivne površinske erozije so bile v obeh delovnih poljih praviloma omejene na primarne vlake. Po količini jih je razmeroma malo, vendar jim je potrebno prišteti še sekundarne vlake. Obeh kategorij vlak je le nekaj več, kot je povprečje gostote načrtovanih vlak v Sloveniji, ki je tipično za domače tehnologije sečnje in spravila lesa. Gostota teh dveh kategorij skupaj je obenem znatno višja od gostote, ki je z veljavnim pravilnikom o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic (1999) določena za sekundarno odpiranje gozdov pri nas, vendar velja to tudi za povprečne gostote traktorskih vlak pri nas.

Sekundarne vlake – te so v opisanem delovišču namenjene še vedno predvsem vožnji z zgibnim prikoličarjem – so z vidika sprememb tal bolj podobne sečnim vlakam. Gostota sečnih vlak je najvišja, saj so namenjene dostopu stroja za sečnjo k drevju in le v manjši meri odvozu lesa. Vse tri kategorije vlak predstavljajo zelo visoko gostoto sekundarnih prometnic, ki pa je skladna z dosedanjimi spoznanji o uporabi tehnologij kratkega lesa. Po spoznanjih iz dežel, kjer so te tehnologije že dolgo udomačene, strojniki polagajo sečne ostanke pred kolesa stroja, ki prodira v sestoj. Glede na to, da se po istih kolesnicah opravlja tudi prevoz lesa, lahko pričakujemo manjše poškodbe tal, če je debelina podloženih sečnih ostankov dovolj velika. Takšno ravnanje je torej skladno z običaji oz. navodili za delo pri tovrstnih tehnologijah, vendar ni v skladu s pri nas uveljavljenim ravnanjem s sečnimi ostanki. Res pa je zopet, da je polaganje sečnih ostankov pod kolesa okolju bolj primerno, zato bi bile motnje tal še neprimerno večje, če bi strojnika ravnala s sečnimi ostanki drugače. Kljub temu smo ugotovili, da je veliko sečnih ostankov obležalo na mestu, kjer niso prispevali k manjši poškodovanosti tal. To je znak površnega dela, ki bi lahko bilo okolju bolje prilagojeno. Kljub visoki jakosti redčenja količina sečnih ostankov še zdaleč ni zadoščala za primerno prekritje površine kolesnic.

Poškodbe sestojaja po sečnji in spravi so manjše kot pri tehnologijah, ki so uveljavljene pri nas, vendar so večje, kot pri enakih tehnologijah v skandinavskih deželah, kar lahko pripišemo drugačnim sestojnim razmeram (večja gostota) in prevelikim strojem. Ugodnejši kot pri domačih tehnologijah pridobivanja lesa so tudi rezultati razporejenosti poškodb drevja glede na velikost in lego poškodb na stoječem drevju.

Po naši presoji je bistvenega pomena za strojno sečnjo in vožnjo lesa delovni nalogi primeren izbor strojev, skrbno načrtovanje primarnih in sekundarnih vlak ter kakovostno delo strojnika, medtem ko lahko položaj in obseg sečnih vlak prepustimo strojnikom. Pokazalo se je, da je potrebna gostota primarnih in sekundarnih vlak višja od največje gostote, ki je dovoljena za načrtovanje vlak po naših predpisih. Če bi sečne vlake uvrstili med »prave« vlake, potem tehnologije kratkega lesa v Sloveniji preprosto ne pridejo v poštev, saj gostota vseh vlak več kot trikrat presega zgornjo mejo dovoljene gostote vlak pri nas.

Ponekod v tujini v podobnih sestojnih razmerah (enomerni sestoji iglavcev) prepuščajo strojnikom celo izbiro drevja za posek, vendar so strojniki ustrezno usposobljeni (mnogi imajo srednjo ali celo visoko strokovno šolo gozdarske smeri in ustrezne praktične izkušnje). V tem primeru tudi nimajo težav z evidenco drevja, ki ni bilo izbrano za posek in ovira stroj pri napredovanju. Na našem delovišču je bilo takšnih dreves med 4 in 8 %, če drži predpostavka, da je strojnik za vsako posekano, neoznačeno in neodkazano drevo pustil v bližini neposekano drevo, ki je bilo označeno za posek.

Ocenjujemo, da je študij tehnologije kratkega lesa na delovišču Žekanc odprl vprašanja, ki jih moramo nujno rešiti pred prihodom novih tehnologij, ki sicer dobivajo tudi izven Skandinavije vse večji zagon. Odgovorili smo tudi na nekatera metodološka vprašanja in poiskali odgovore na zastavljene raziskovalne cilje. Med slednjimi tokrat nismo ugotavljali učinkov in ekonomičnosti dela.

## 5 POVZETEK

Strojna sečnja v Sloveniji ni običajna, se pa občasno pojavlja. Na delovišču Žekanc (področje Krasa konec 1999 in v začetku leta 2000) je potekalo redčenje sestojev rdečega bora s tehnologijo strojne sečnje. Pogodbeni izvajalec je uporabil moderno tehnologijo kratkega lesa in sortimentno metodo. Sečnja je potekala s strojem za sečnjo timberjack 1270B, spravilo – voznja – lesa pa z zgibnim prikoličarjem timberjack 1410. Glede na pomembnost ekološke primernosti takšne tehnologije, smo primer izkoristili za podrobno raziskavo prometnega omrežja ter poškodovanosti sestojev in tal. Delovišče smo za raziskavo razdelili na delovno polje A in delovno polje B.

Po končanem delu so v obeh delovnih poljih ostale vidne številne sekundarne prometnice, ki smo jih posneli z metrom in kompasom ter jih razvrstili na primarne vlake (izvoz večjih količin lesa), sekundarne vlake (premik stroja za sečnjo in izvoz manjših količin lesa) in vlake za sečnjo (krajši in manj obremenjeni odcepi sekundarnih vlak). Na vzorcu petih 50 – metrskih, slučajnostno izbranih odsekov v vsaki kategoriji vlak smo po končani proizvodnji izvedli popis stanja zunanje morfologije tal in sečnih ostankov na vlaki ter okoli nje. Poškodovanost sestoja smo ugotavljali po švedski metodi (FRODIG 1992), ki smo jo prilagodili našim razmeram in ciljem raziskave (priloga 1). Mera poškodovanosti sestoja je bil delež poškodovanih stoječih dreves, pri čemer smo za poškodbo vzeli odrgnine in druge poškodbe velikosti nad 10 cm<sup>2</sup>.

Zmanjševanje poškodovanosti tal s polaganjem sečnih ostankov pred kolesa stroja je skladno z navodili za delo pri takšnih tehnologijah v tujini, vendar ni v skladu s pri nas uveljavljenim ravnanjem s sečnimi ostanki. Na obravnavanem delovišču je veliko sečnih ostankov obležalo na mestih, kjer niso prispevali k manjši poškodovanosti tal. To je znak površnega dela, ki bi lahko bilo okolju bolje prilagojeno. Kljub visoki jakosti redčenja količina sečnih ostankov na delovišču še zdaleč ni zadoščala za primerno prekritje površine kolesnic.

V raziskavi ugotovljene poškodbe sestoja po sečnji in spravilu so manjše kot pri tehnologijah, ki so uveljavljene pri nas, in večje, kot pri enakih tehnologijah v skandinavskih deželah. To pojasnjujemo z drugačnimi sestojnimi razmerami (večja gostota) in z uporabo prevelikega stroja v proučevanem primeru. Večina ugotovljenih

poškodb drevja se nahaja v razredu najmanjših poškodb med 10 in 29 cm<sup>2</sup> ter do 49 cm<sup>2</sup>. Precej večji je delež poškodb na deblu in vejah, znatno manjši pa so deleži poškodb na krošnji in koreničniku.

Z vidika poškodovanosti drevja je bila analizirana tehnologija primernejša, z vidika poškodovanosti tal pa manj primerna glede na uveljavljene tehnologije pridobivanja lesa v Sloveniji. Po naši presoji je bistvenega pomena za strojno sečnjo in vožnjo lesa delovni nalogi primeren izbor strojev, skrbno načrtovanje primarnih in sekundarnih vlak ter kakovostno delo strojnika, medtem ko lahko položaj in obseg sečnih vlak prepustimo strojnikom. Potrebna gostota primarnih in sekundarnih vlak pri strojni sečnji je višja od največje gostote, ki je dovoljena za načrtovanje vlak po naših predpisih.

## 6 SUMMARY

*In Slovenia, cut-to-length thinning is still being introduced. This technology was used at the Zekanc worksite in the Karst region (end of 1999 and early 2000) in thinning Scots pine stands. The contracting party applied modern short-log technology and the wood assortment method. The thinning was performed with a Timberjack 1270B harvester, while for wood extraction (i.e. wood transportation) a Timberjack 1410 forwarder was used. Respecting the important issue of ecological appropriateness of technology, we used our case a detailed study of the road infrastructure, as well as of tree stand and soil damage. For this purpose, the worksite was divided into a logging unit A and a logging unit B.*

*After work was finished in both logging units, numerous secondary, connecting lines became apparent. We measured them with the help of a ruler and a compass, assigning them to three categories: primary skid trails (extraction of large quantities of wood), secondary skid trails (transfer of cutting machinery, extraction of less important quantities of wood), and harvester trails (short and less burdened secondary skid trails). We randomly selected five skid trail sections of 50 metres in each category, we then made a description of the morphological soil situation and of cutting remnants on the skid trails and nearby. The degree of damage was established by using the Swedish method (FRODIG 1992), which we adapted to our situation and to the goals of our research*



work (appendix 1). The unit of measurement was provided by the percentage of standing damaged trees, damage being acknowledged in case of abrasion or other damage covering more than 10 cm<sup>2</sup>.

In Slovenia, cutting remnants are not normally used to underlay the wheels of the harvesting machinery, as is the case in other countries where the mechanical cut-to-length technology implies such instructions so that soil damage can be reduced. At the studied worksite, large quantities of cutting remnants remained in places where they did not contribute to a reduction of soil damage. This is a sign of superficial work, lacking in environmental awareness. Despite the high degree of thinning, the quantities of cutting remnants at the worksite were by far insufficient for an adequate coverage of the wheel ruts.

It is true that tree stand damage after thinning and extraction - as established in our research work - is smaller compared to conventional cutting methods used in Slovenia. However, the same technology applied in Scandinavia results in less damage. This can be explained first by different tree stand situations (higher density) and second by the use of an oversized machine in the studied area. Most damage is within the smallest tree damage class (between 10 cm<sup>2</sup> and 29 cm<sup>2</sup>), but a damaged surface of 49 cm<sup>2</sup> has also been registered. The most affected tree parts are the stem and the branches, while the crown and the base are usually in a markedly better condition.

From a perspective of tree stand damage, the technology used showed a clear improvement, but was less appropriate for soil damage, which in our case exceeded damage caused by conventional cutting methods in Slovenia. We are convinced that, in mechanical cut-to-length felling and wood extraction, it is crucial to select the machinery according to the planned task, to make a detailed plan of the primary and secondary skid trails and for the machinists to provide high-quality work, including a sensible location and size of machinery skid trails. Interestingly, the density of primary and secondary skid trails necessary for this technology exceeds the highest density permitted by Slovenian regulations.

**7 VIRI**

## REFERENCES

- BUTORA, A. / SCHWAGER, G., 1986. Holzernteschaden in Durforstungbeständen.- Berichte 288, Eidgenossische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, 51 s.
- FRODIG, A., 1992. Thinning damage – A study of 403 stands in Sweden in 1988.- Rapp. Nr 193, Sweriges Landbruks-universitet, Institut for skogsteknik, Garpenberg, 45 s.
- HARSTELA, P., 1995. Environmental impacts of wood harvesting in nordic countries.- V: Environmental impacts of Forestry and Forest Industry. EFI Proc. 3, s. 37 – 44.
- HILDEBRAND, E. E., 1991. Der Einfluss der Befahrung auf die Bodenfunktionen im Forststandart.- V: Bodenschäden durch Forstmaschinen, KWF - Bericht Nr 4, 21 - 23 September 1987 Gross - Umstadt, Deutschland, 2. ed. , s. 35-50.
- HILDEBRAND, E.E., 1994. Forest soils - Medium for Root Growth.- V: Proceedings of IUFRO P3.08.00 seminar on soil, tree, machine interactions, 4. - 8. July 1994 , Feldafing, Germany, 14 s.
- KOŠIR, B., 1998. Poškodbe gorskih smrekovih sestojev zaradi pridobivanja lesa.- V: Gorski gozd. Diaci, J. (ed.), XIX. gozd.štud.dnevi, Zbornik referatov, Logarska dolina, marec 98. Ljubljana, Univerza v Ljubljani , Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire , s. 95-107.
- ROBEK, R., 1994. Vpliv transporta lesa na tla gozdnega predela Planina Vetrh.- Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 132 s.
- ROBEK, R. / KOŠIR, B., 1996. Razvoj metode vzorčnega ocenjevanja motenj pri izkoriščanju gozdov.- V: Izzivi gozdne tehnike. Zbornik mednarodnega posveta, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo; Gozdarski inštitut Slovenije; Šumarski fakultet u Zagrebu, Ljubljana, s. 73-81.
- RYDER, R. / BRIGGS, R. / MORIN, L. / SEYMOUR, R., 1994. Harvest design relationships to soil disturbance.- V: Proceedings of the Meeting on Advanced Technology in Forest Operations: Applied Ecology in Action, Portland/Corvallis July 24-29, 1994, Oregon, s.167-172.
- STANDISH, J. T. / COMMANDEUR, P. R. / SMITH, R. B., 1988. Impacts of forest harvesting on physical properties of soils with references to increased Biomass recovery

- a review.- Information report, BC - X - 301, Pacific Forestry Centre, Canadian Forestry service, 24 s.

Pravilnik o gradnji, vzdrževanju in načinu uporabe gozdnih prometnic.- Uradni list RS, 7 / 2000, s.

## **8 ZAHVALE**

### **ACKNOWLEDGEMENTS**

Raziskava je nastala v projektu **Analiza stanja in razvoj tehnologij za zmanjšanje poškodb gozdov pri pridobivanju lesa (Ciljni raziskovalni program GOZD)** s sodelovanjem Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Gozdarskega inštituta Slovenije in Zavoda za gozdove Slovenije. Avtorja se zahvaljujeta kolegom z OE Kraškega gozdnogospodarskega območja: univ.dipl.inž.gozd. Boštjanu Košičku in univ.dipl.inž.gozd. Bogdanu Magajni, ki sta nesebično in zavzeto sodelovala pri načrtovanju raziskav ter nam posredovala potrebne podatke o značilnosti rastišč in sestojev na objektu Žekanc. Pri terenskih in kabinetnih delih sta vestno sodelovala še Darko Klobučar, inž.gozd. in Robert Krajnc.

## 9 PRILOGE APPENDIX

Priloga 1: Snemalni list prilagojene švedske metode popisovanja poškodovanosti sestojaja zaradi pridobivanja lesa

Appendix 1: Field form for adapted swedish methods survey of stand damages due to wood harvesting operations

Datum / Date: \_\_\_\_\_ Delovišče / Working site: \_\_\_\_\_ Izvajalec / Operator: \_\_\_\_\_  
 Čas izvedbe / Operation time: \_\_\_\_\_ Metoda dela / Working method: \_\_\_\_\_  
 Stroj / Machine: \_\_\_\_\_ Snemalec / Surveyour: \_\_\_\_\_

Znak / Parameter		Zapis / Record			
		1	2	3	..
Ploskev / Plot	Številka / Number				
Število dreves / Number of trees	Iglavci / Conifers				
	Listavci / Broadleaves				
Število panjev / Number of stumps	Iglavci / Conifers				
	Listavci / Broadleaves				
Neposekano drevje / Uncut trees	Številka / Number				
Število poškodb / Number of wounds	Iglavci / Conifers				
	Listavci / Broadleaves				
Mesto poškodb / Position of wounds	Krošnja / Tree crown				
	Veje / Branches				
	Deblo / Stem				
	Koreničnik / Stump				
	Korenine / Roots				
Velikost poškodb / Size of wounds	>10<30				
	>30<50				
	>50<100				
	>100<200				
	>200				
Razdalja do vlake / Distance to the skid trail	m				
Globina kolesnic / Wheel rut depth	cm				
Širina vlake / Skid trail width	dm				

Pojasnilo k prilogi 1:

Neposekano drevje      Število dreves, ki bi morala biti posekana, pa so bila pomotoma izpuščena oz. odkazano neposekano drevje

Mesto poškodb      Panj/kor.: Panj in korenine, Sp.debilo: spodnji del debla, koreničnik do 0,5m, Zg.debilo: zgornji del debla nad 0,5m (list 1), po naši metodi: krošnja, veje, deblo, koreničnik, korenine

---

Velikost poškodb:	<15, 15-100, >100 cm <sup>2</sup> originalni velikostni razredi poškodb (list 1), naša metoda ima naslednje razrede: >10 -30, >30-50, >50-100, >100-200, >200cm <sup>2</sup> (list 2)
Temeljnica	ocena z relaskopom (list 1)
Razdalja do vlake	pravokotna razdalja do osi najbližje vlake
Globina kolesnic	globina glede na okoliški teren, ne upošteva se narita zemlja ob kolesnici
Širina vlake	izmerimo razdaljo med dvema drevesoma do osi vlake; vzamemo najbližja drevesa ob vlaki v pasu 10 m od mesta, kjer smo izmerili pravokotno razdaljo do vlake.

Ploskve, ki padejo na mejo oddelka, ne upoštevamo, če je njihova površina zmanjšana za več kot 10 %. Če je oblika delovišča zelo neenakomerna, vzamemo za eno stopnjo večjo gostoto vzorčenja, kot bi bilo potrebno glede na velikost delovišča.