

GDK 30+461

Prispelo / Received: 20. 07. 2000

Sprejeto / Accepted: 29. 08. 2000

Izvorni znanstveni članek
Original scientific paper

PRIMERJAVA REZULTATOV MODELA POŠKODB DREVJA V SESTOJU ZARADI PRIDOBIVANJA LESA IN REZULTATOV TERENSKIH OPAZOVANJ

Boštjan KOŠIR*

Izvleček

Obravnavamo poškodbe drevja zaradi sečnje in spravila lesa. Predstavljamo rezultate napovedovanja poškodb drevja v sestoji s pomočjo modela in primerjavo s terenskimi meritvami poškodb. Deleži poškodovanosti dreves so postavljeni v odvisnost od posekane lesne mase na hektar, gostote sekundarnih prometnic in števila drevja na hektar oz. starosti sestoja. Ugotovili smo pomembne podobnosti med obema pristopoma, vendar tudi razlike, ki jih lahko deloma pripišemo zgradbi modela, deloma pa tudi terenskim meritvam, ki še niso mogle zajeti v zadovoljivi meri razpona najvažnejših spremenljivk. Prikazujemo tudi povprečne vrednosti poškodovanosti drevja v sestojih po sečnji in spravilu lesa po vrsti spravilnih sredstev. S pomočjo modela smo izračunali povprečno in največje število poškodovanega drevja.

Ključne besede: poškodba drevja, model, pridobivanje lesa

COMPARISON OF RESULTS FROM A MODEL DETERMINING DAMAGE CAUSED TO TREE STANDS DUE TO WOOD PRODUCTION, AND RESULTS FROM OBSERVATIONS IN THE FIELD

Abstract

This article deals with tree damage caused by felling and wood extraction. It presents the results of anticipated tree stand damage determined on the basis of a model, and makes a comparison with field measurements of the damage on the spot. The constituent parts of damage caused are established on the basis of the quantity of cut wood per hectare, the density of secondary infrastructure, the number of trees per hectare, and the age of tree stand. Both the model and field measurements show important similarities, however discrepancies also appear. The latter may be partly due to the construction of the model, and partly to the field measurements, as they could not as yet encompass all the most important variants to a satisfactory extent. The average values of tree damage in the stands after cutting and wood extraction are shown according to extraction types. Average and greatest numbers of damaged trees were calculated according to our model.

Key words: tree damage, model, harvesting

* doc., dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive naravne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1	UVOD	
	INTRODUCTION	55
2	METODA	
	METHODS	56
3	REZULTATI	
	RESULTS	62
4	RAZPRAVA	
	DISCUSSION	76
5	POVZETEK	77
6	SUMMARY	78
7	VIRI	
	REFERENCES	80
8	PRILOGE	
	APPENDICES	83

1 UVOD INTRODUCTION

Poškodbe drevja nastajajo pri vsakokratnem posegu v sestojih zaradi pridobivanja lesa. Nastajajo zaradi sečnje dreves in predvsem zaradi spravila sortimentov po brezpotju do prve prometnice – vlake ali linije žičnega žerjava. Za vso panogo je pomembno poznati ne le vzročnost pojavljanja, temveč predvsem obseg poškodb v sestojih, ki je odvisen od številnih dejavnikov. Večkrat smo že analizirali poškodbe, njihovo pojavljanje in zlasti obseg poškodb (KOŠIR 1998a), ki ga izražamo z deležem poškodovanih dreves po končani sečnji in spravilu lesa. Ugotovili smo že, da se poškodbe v sestojih kopičijo, saj so pri vsakokratnem naslednjem posegu poškodovana povsem nova drevesa in del dreves z že starimi poškodbami. Čim več je posegov v sestojih, tem hitreje se večja tudi delež poškodovanosti drevja v sestojih in se – kot nam kaže model (KOŠIR / CEDILNIK 1996) - v skrajnostih bliža stotim odstotkom. Terenska opazovanja doslej niso potrdila tako velikih skrajnosti poškodovanosti zaradi sečnje in spravila lesa, čeprav so tudi ugotovitve iz teh opazovanj zelo zaskrbljujoče.

Pomen uporabe modela je v tem, da bi z dovolj zanesljivim modelom lahko za določene vplivne dejavnike lahko napovedali normalno poškodovanost in jo primerjali z dejansko poškodovanostjo na terenu. Ugotovili bi lahko, koliko v konkretnem primeru poškodovanost sestojev odstopa od normalne poškodovanosti. Nenehno se zato postavlja vprašanje skladnosti med modelom in terenskimi opazovanji poškodovanosti drevja zaradi pridobivanja lesa. Namen prispevka je prikazati vpliv nekaterih najvažnejših vplivnih spremenljivk na obnašanje modela in rezultate primerjati s terenskimi opazovanji, ki potekajo zadnja leta. Nekatera med njimi so že bila objavljena (SEREC 1997, FABJAN 1998, KLUN / POJE 2000 in drugi). Zavedamo se, da je težava tovrstnih terenskih opazovanj, ki so vezana na življenjsko resničnost prav tam, kjer imajo modeli največjo prednost – v zadovoljivem pokritju razpona najvažnejših spremenljivk z objektivnimi meritvami. V tem prispevku se nismo mogli izogniti omenjenim slabostim, s katerimi so obremenjene takšne primerjave. Variabilnost terenskih opazovanj smo tudi nekoliko povečali s tem, da smo obravnavali vse podatke o poškodovanosti naenkrat in torej nismo razlikovali med različnimi spravnimi sredstvi. To je opravičljivo zato, ker nas zanimajo predvsem splošni rezultati za vso tehnično raven v danem trenutku, iz

praktičnih razlogov pa je tako ravnanje opravičljivo zato, ker za posamezne vrste
spravilnih sredstev nimamo na voljo dovolj širokega razpona spremenljivk.

2 METODA METHODS

V sestavku smo primerjali rezultate, ki se nanašajo na deleže (v odstotkih ali strukturnih
deležih) na novo poškodovanega drevja v sestoji pri sečnji in spravilu lesa, dobljene na
dva načina:

- z izračunom poškodovanosti sestojev po modelu,
- z analizo podatkov, dobljenih na terenu.

Zanimale so nas povprečne in maksimalne vrednosti poškodovanega drevja, izraženega v
odstotkih stoječega drevja.

2.1 ZNAČILNOSTI MODELA MODEL CHARACTERISTICS

Uporabili smo deterministični model, ki je upošteval naslednje neodvisne spremenljivke:

- število drevja na hektar kot kazalec razvojne faze sestoja (od 250 do 2500),
- jakost sečnje, izraženo v m³/ha (od 10 do 90 m³/ha),
- gostoto sekundarnih prometnic v m/ha (od 100 do 250 m/ha).

Vse nove poškodbe so poškodbe, nastale na doslej že poškodovanem in nepoškodovanem
drevju zaradi zadnje sečnje in spravila lesa. Razdelimo jih na tiste, ki se nahajajo ob
sekundarnih prometnicah in so neposredno vezane na njihovo gostoto, ter poškodbe v
sestoji izven prometnic, ki so od gostote prometnic odvisne samo posredno.

$$NOVE = \frac{POVL + POSE}{NSE}$$

POVL – število poškodovanega drevja ob sekundarnih prometnicah / *number of damaged trees at secondary infrastructure*

POSE – število poškodovanega drevja v sestoji izven prometnic / *number of damaged trees in stand outside of infrastructure*

NSE – število drevja na hektar po sečnji in spravilu lesa / *number of trees per hectare after felling and extraction*

Število poškodovanega drevja ob sekundarnih prometnicah izračunamo tako, da ugotovimo število drevja ob sekundarnih prometnicah in ga pomnožimo s faktorjem poškodovanosti, ki se giblje med 0 in 1. Število drevja ob sekundarnih prometnicah je odvisno od gostote sestoja, ki določa povprečni razmak med drevesi, in od gostote sekundarnih prometnic. Glede na to, da pri zbiranju lesa delujeta oba robova sekundarne prometnice, moramo upoštevati dvojno dolžino njene gostote, če so prometnice idealno razporejene, oz. nekaj manj, če niso vsi robovi enako produktivni. Vrednosti faktorja produktivne lege sekundarnih prometnic, ki to ponazarja, se gibljejo med 1 in 2.

$$POVL = NVL \cdot K_1$$

NVL – število dreves ob sekundarnih prometnicah / *number of trees at secondary infrastructure*

K₁ – faktor poškodovanosti dreves ob sekundarnih prometnicah / *damage factor for trees at secondary infrastructure*

Faktor poškodovanosti dreves ob sekundarnih prometnicah je v modelu odvisen od jakosti sečnje in gostote sekundarnih prometnic (koliko m³ gre po metru prometnic). Izbrali smo naslednjo odvisnost:

$$K_1 = 1 - e^{-\frac{KON}{G}}$$

KON – jakost sečnje m³/ha / *cutting intensity (m³/ha)*

G – gostota sekundarnih prometnic (m/ha) / *density of secondary infrastructure (m/ha)*

$$NVL = \frac{K_2 \cdot G}{R} = \frac{K_2 \cdot G \cdot \sqrt{NSE}}{120,71}$$

$$R = \frac{120,71}{\sqrt{NSE}}$$

R – povprečni razmak med drevesi (m) / *average distance between trees (m)*

K_2 – faktor produktivne lege sekundarnih prometnic / *factor of productive location of secondary infrastructure*

120,71 – konstanta / *constant*

Število poškodovanega drevja v sestoji smo izračunali na podoben način:

$$POSE = (NSE - NVL) \cdot K_3$$

K_3 – faktor poškodovanosti drevja v sestoji ($0 < K_3 < 1$) / *damage factor for trees in stand ($0 < K_3 < 1$)*

Faktor poškodovanosti drevja v sestoji je odvisen od gostote sekundarnih prometnic in od jakosti sečnje. Gostota prometnic v tem primeru deluje posredno preko razdalje zbiranja. Opazovanja so pokazala, da pri večji razdalji zbiranja lesa nastaja tudi več poškodb (drevje dalj časa potuje skozi sestoj, npr. BUTORA/SCHWAGER 1986). Jakost sečnje pa po naših opazovanjih vpliva linearno. Obe spoznanji smo vgradili v naslednjo enačbo:

$$K_3 = a + b_1 \cdot KON - b_2 \cdot G$$

a konstanta (upoštevali smo 0,19) / *constant (for our case: 0.19)*

b_1 vpliv jakosti sečnje (0,0005) / *impact of cutting intensity (0.0005)*

b_2 vpliv gostote sekundarnih prometnic (0,0001). / *impact of density of secondary infrastructure (0.0001)*

Zgornje enačbe veljajo za pričakovane srednje vrednosti poškodovanosti drevja, izražene kot strukturni delež. Maksimalne vrednosti smo dobili tako, da smo izračunane pričakovane vrednosti povečali za 20 % (nekoliko zaokrožena ocena iz izkušenj terenskih meritev). S pomočjo modela smo izračunali tudi število drevja (recimo temu kar dopustno število drevja), ki je v povprečju lahko poškodovano ob določeni kombinaciji vhodnih spremenljivk.

S pomočjo metode, ki smo jo že objavili (KOŠIR / CEDILNIK 1996, KOŠIR 1998), smo izračunali tudi vse poškodbe v sestoji, torej poškodbe zaradi sečnje in spravila lesa pri

posamezni starosti sestoja. To smo naredili predvsem zato, ker smo pri oblikovanju modela potrebovali ustrezne kontrole. Ena je bila primerjava z rezultati terenskih meritev, ki jo predstavljamo v tem sestavku, druga pa primerjava z doslej obravnavanimi modeli.

$$VSE_{i+1} = ((1 - \delta_{i+1}) \cdot \Delta_i + \delta_{i+1}) \cdot (1 - K_6)$$

δ_{i+1} delež poškodb pri redčenju $i+1$ / *share of damage in thinning $i + 1$*

Δ_i delež poškodb v vseh dosedanjih redčenjih / *share of damage in all cases of thinning to this day*

K_6 faktor izginjanja poškodb ($0 < K_6 < 0,5$) / *factor of disappearance of damage ($0 < K_6 < 0.5$)*

Kot vidimo, delež poškodb ni neposredno odvisen od jakosti redčenja. Odvisnost je posredna, saj je od jakosti redčenja odvisen delež poškodovanega drevja (δ_{i+1}). Glede na prej uporabljene modele je v enačbi novost še korekcijski faktor K_6 , ki predstavlja delež poškodb, ki se v določenem času zarastejo in niso več vidne ter po vsej verjetnosti tudi ne predstavljajo več posebne grožnje za rast drevja, saj so to predvsem najmanjše poškodbe. Vrednost tega faktorja smo ocenili na podlagi razlike med terenskimi opazovanji in obnašanjem osnovnega modela (0,35).

2.2 METODA TERENSKIH MERITEV

METHOD OF FIELD MEASUREMENTS

Metodo ugotavljanja poškodovanosti sestojev s terenskimi opazovanji smo prav tako že prikazali (ROBEK / KOŠIR 1996, KOŠIR 1998). Doslej smo v bazi podatkov zbrali 8.181 dreves na 1.168 pasovih. Popisi vključujejo različna delovna sredstva na različnih krajih v Sloveniji. Poškodbe sestojev smo ugotavljali pri rednih sečnjah v državnih gozdovih. Trenutno predstavlja ta baza najboljšo osnovo za splošno analizo poškodovanosti sestojev zaradi pridobivanja lesa v Sloveniji. Gre za vzorčno metodo 4 m širokih in od 20 do 40 m dolgih (odvisno od razvojne faze sestoja) pasov, ki so pravokotni na uporabljane vlake ali linije žičnih žerjavov. Vzorčenje je bilo na 50 m pri traktorjih in 25 m pri žičnicah, izmenično levo in desno od vlake ali linije.

Teoretično je stopnja vzorčenja, če jo izrazimo kot odstotek opazovane površine oz. delovišča, odvisna od gostote vlak in razvojne faze sestojev ter razmaka med pasovi in se je v večini primerov gibala med 4 in 8 % pri traktorskem spravilu in do 20 % pri žičničnem spravilu lesa (preglednica 1).

Preglednica 1: Stopnje vzorčenja

Table 1: Sampling details

Gostota vlak <i>Density of skid trails m/ha</i>	Pasovi na 50m / Belts of 50 m				Pasovi na 25m / Belts of 25 m			
	Pas/ha <i>Belt/ha</i>	Mladje <i>Young wood</i>	Drogovnjak <i>Polewood forest</i>	Debeljak <i>Stand of mature trees</i>	Pas/ha <i>Belt/ha</i>	Mladje <i>Young wood</i>	Drogovnjak <i>Polewood forest</i>	Debeljak <i>Stand of mature trees</i>
100	2,0	1,6	2,4	3,2	4	3,2	4,8	6,4
125	2,5	2,0	3,0	4,0	5	4,0	6,0	8,0
150	3,0	2,4	3,6	4,8	6	4,8	7,2	9,6
175	3,5	2,8	4,2	5,6	7	5,6	8,4	11,2
200	4,0	3,2	4,8	6,4	8	6,4	9,6	12,8
225	4,5	3,6	5,4	7,2	9	7,2	10,8	14,4
250	5,0	4,0	6,0	8,0	10	8,0	12,0	16,0
275	5,5	4,4	6,6	8,8	11	8,8	13,2	17,6
300	6,0	4,8	7,2	9,6	12	9,6	14,4	19,2
Dolžina pasov <i>Belt length</i>		20	30	40	20	30	40	

Snemalni list je v prilogi. Za vsak objekt smo zapisali tudi vrsto splošnih podatkov ter podatke o odkazani lesni masi. Ugotovili smo tudi odprtost sestojev s sekundarnimi prometnicami, ki neposredno vpliva na dolžino vlačanja bremen po sestojih. Število drevja na hektar smo ugotavljali računsko iz podatkov posameznega vzorca (pasu). V tem sestavku se bomo posvetili samo delu zbranih spremenljivk.

Čeprav smo želeli ohraniti čimbolj uravnoteženo razmerje med opazovanji v različno starih sestojih, med letno in zimsko sečnjo, med prevladujočo drevesno vrsto in med posameznimi spravnimi sredstvi, nam to zaradi objektivnih razlogov ni vedno uspevalo

(preglednici 2 in 3). Baza podatkov je odprta in jo gradimo še naprej. Računamo lahko, da bo zanesljivost rezultatov sčasoma postala večja.

Preglednica 2: Število meritev (pasov) glede na prevladujočo drevesno vrsto

Table 2: Number of measurements (belts) with respect to prevailing tree species

Oblika spravila <i>Extraction type</i>	Prevladujejo iglavci <i>Conifers prevailing</i>	Prevladujejo listavci <i>Broadleaves prevailing</i>	Skupaj število pasov <i>Total number of belts</i>
Belt	6	35	41
Fiat	26	14	40
Iwafuji	99	172	271
Pril	168	279	447
Syncrofalke	118	74	192
Timberjack	43	1	44
TVS 1500	8	3	11
Woody	87	35	122
Skupna vsota <i>Total amount</i>	555	613	1.168

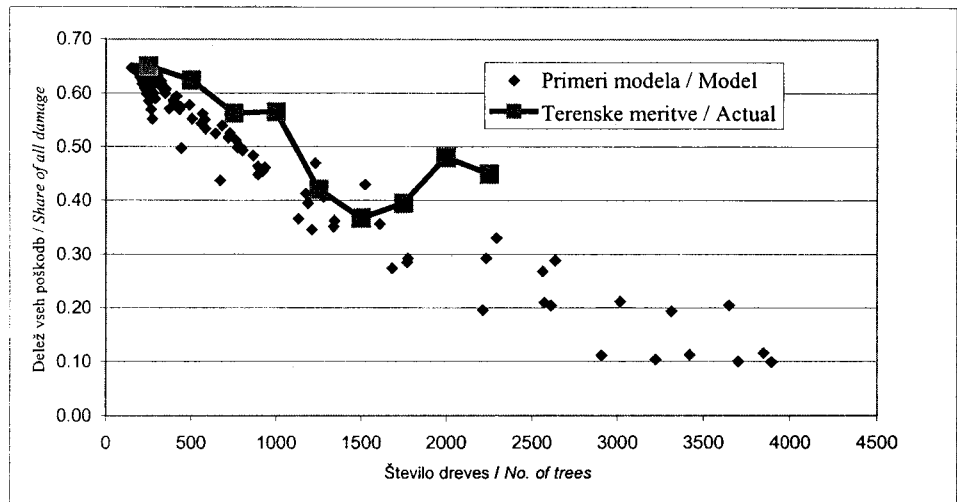
Preglednica 3: Število meritev glede na sezono sečnje in spravila lesa

Table 3: Number of measurements with respect to cutting season and wood extraction

Oblika spravila <i>Extraction type</i>	Letna <i>In summer</i>	Zimska <i>In winter</i>	Skupaj število pasov <i>Total number of belts</i>
Belt		41	41
Fiat	17	23	40
Iwafuji	54	217	271
Pril	264	183	447
Syncrofalke		192	192
Timberjack	32	12	44
TVS 1500		11	11
Woody		122	122
Skupna vsota <i>Total amount</i>	367	801	1.168

3 REZULTATI RESULTS

3.1 ANALIZA MODELA ANALYSIS OF MODEL

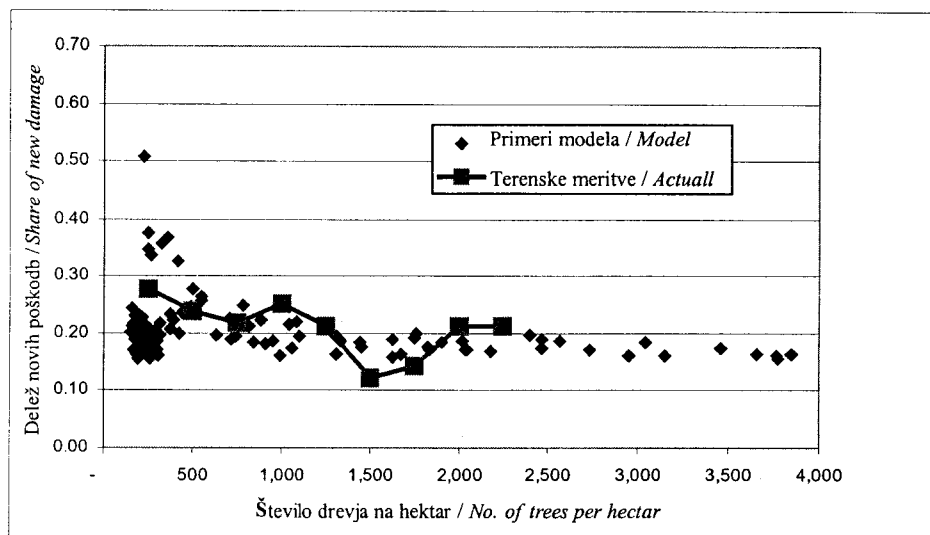


Grafikon 1: Naraščanje vseh poškodb glede na starost sestoja, predstavljeno s številom drevja na hektar – nekaj primerov modelnih izračunov (vhodni podatki so generirani slučajnostno) v primerjavi s povprečji terenskih meritev

Picture 1: Increase of total damage according to tree stand age, represented by number of trees per hectare – with some examples of model calculations (input data generated at random) compared to the averages of field measurements

Več pozornosti bomo posvetili novim poškodbam, vendar je pomembno poznati tudi podatek o vseh poškodbah v sestoju, saj predstavljajo rezultat dosedanjega gospodarjenja v sestoju. Osnovno obnašanje modela, kot ga poznamo doslej (KOŠIR / CEDILNIK 1996, KOŠIR 1998a), se nam pokaže v nekoliko drugačni luči, če postavimo delež poškodb v sestojih še v odvisnost od jakosti redčenja, izraženo v količini posekane lesne mase, ne le od starosti, kot smo to počeli doslej, ter od odprtosti gozdov s sekundarnimi prometnicami. Osnovna značilnost modela ostane prepoznavna še naprej. V mlajših sestojih (veliko drevja na hektar) so poškodbe majhne, nato pa naraščajo, najprej hitro,

kasneje – v starejših sestojih –pa počasneje (grafikon 1). Teoretično seveda vpliva tudi jakost redčenja, in sicer je pri večjih jakostih pričakovati tudi večje deleže poškodovanega drevja. Ta vpliv je še posebno velik v mlajših sestojih. V starejših sestojih je vpliv jakosti redčenj na skupno poškodovanost manjši, saj se je takrat glavčina poškodb že zgodila in končnega izida skoraj ne moremo več pokvariti oz. popraviti. Čeprav je delež novih poškodb v teh sestojih višji (grafikon 2), je med temi poškodbami vse več nekoč že poškodovanega drevja, zato je delež povsem poškodovanih dreves s starostjo sestoja vse manjši. Model upošteva v tem primeru tudi dejstvo ($K_6 = 0,35$), da se mnoge – predvsem manjše poškodbe – zarastejo in mnoge ne pustijo za seboj kakšnih usodnih posledic za rast drevesa in sestoja.



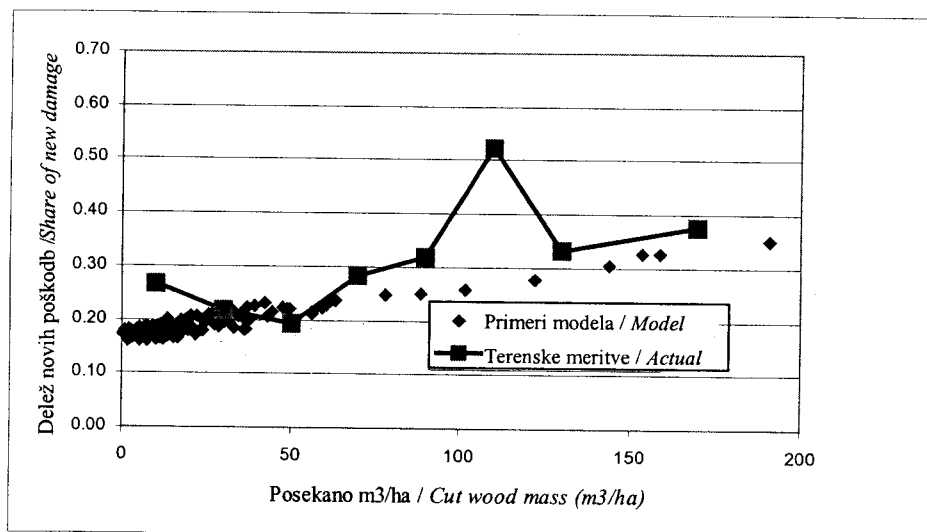
Grafikon 2: Naraščanje novih poškodb glede na starost sestoja, predstavljeno s številom drevja na hektar – nekaj primerov modelnih izračunov (vhodni podatki so generirani slučajnostno) v primerjavi s povprečji terenskih meritev

Picture 2: Increase of new damage according to tree stand age, represented by number of trees per hectare - with some examples of model calculations (input data generated at random) compared to the averages of field measurements

Jakost redčenja, izražena z odstotkom glede na število drevja, je razmeroma neroden kazalec. Bolj smo navajeni izražati jakost s koncentracijo označene (posekane) lesne

mase na hektar. S prehodom na količino lesa uvedemo v model novo odvisnost: med starostjo sestoja, ki jo nadomeščamo s številom drevja na hektar, in velikostjo povprečnega označenega (posekanega) drevesa. Odvisnost med deležem poškodb v sestoji in koncentracijo označene lesne mase (grafikon 3) zato pokaže veliko bolj dramatičen potek. Osnovna ugotovitev iz prejšnjega grafikona še vedno drži – najmanj poškodb je v sestojih mlajših razvojnih faz in seveda pri nižjih koncentracijah posekane lesne mase. Vpliv koncentracije posekane mase je močan in lahko rečemo, da je pri koncentracijah nad 10 m³/ha pri zgodnjih redčenjih poškodovanost hitro v območjih zelo velike poškodovanosti, ki je običajna za stare sestoje pri koncu proizvodne dobe. Pri srednjedobnih in starejših sestojih, kjer so večje koncentracije povsem običajne, pa je poškodovanost zaradi prejšnjih sečenj že tako velika, da večje koncentracije ne prispevajo več bistveno k povečevanju vseh poškodb v sestojih. Deleži vsakokrat poškodovanega drevja (nove poškodbe) so pomembni z več vidikov in nas najbolj zanimajo, čeprav ena sama posrečena ali ponesrečena sečnja - če ne gre za ekstreme - ne vpliva odločilno na končni izid po velikem številu redčenj.

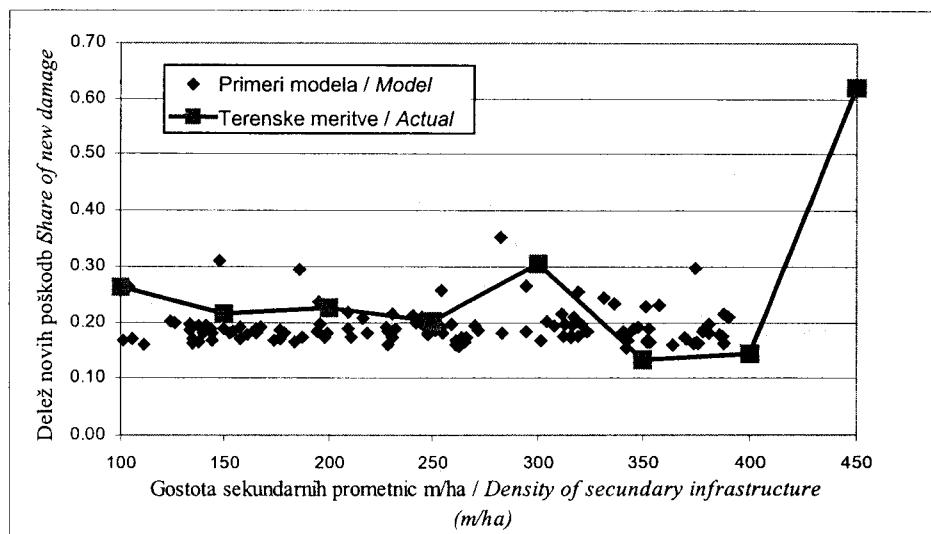
Na grafikonu 4 prikazujemo še odvisnost novih poškodb od gostote sekundarnih prometnic. Ta zelo pomembna odvisnost zahteva več razlage. Pri modelnih podatkih, ki so v tem primeru generirani slučajnostno, skoraj ni čutiti vpliva gostote sekundarnih prometnic na višino poškodb, ker je vpliv drugih v modelu pomembnih dejavnikov (generiranih slučajnostno) zelo velik. Povprečja terenskih meritev pa kažejo v začetku upadanje deleža poškodb, pri zelo visokih gostotah pa na veliko naraščanje teh deležev. Seveda je v tem območju gostote sekundarnih prometnic razmeroma malo meritev (predvsem so to žične linije) in je tudi zanesljivost te ocene manjša.



Grafikon 3: Odvisnost deleža novih poškodb od koncentracije posekane mase - nekaj primerov modelnih izračunov (vhodni podatki so generirani slučajnostno) v primerjavi s povprečji terenskih meritev

Picture 3: How the share of new damage depends on the concentration of cut wood mass – some examples of model calculations (input data generated at random) compared to the averages of field measurements

Grafikoni od 2 do 4 prikazujejo vpliv glavnih spremenljivk, ki smo jih upoštevali v modelu in so se v predhodnih analizah pokazale za najpomembnejše tudi pri terenskih meritvah. Ujemanje med obojimi rezultati je dokaj dobro, čeprav gre pri tem predvsem za orientacijsko predstavitev, ki pri modelnih izračunih upošteva slučajnostno generirane vhodne spremenljivke.



Grafikon 4: Odvisnost deleža novih poškodb od gostote sekundarnih prometnic – nekaj primerov modelnih izračunov (vhodni podatki so generirani slučajnostno) v primerjavi s povprečji terenskih meritev

Picture 4: How the share of new damage depends on the density of secondary infrastructure – some examples of model calculations (input data generated at random) compared to the averages of field measurements

Rezultate modelnih izračunov prikazuje preglednica 4. Izračunali smo povprečne in maksimalne vrednosti deležev novih poškodb drevja, ki je poškodovano povsem na novo, ali pa je doslej že bilo poškodovano (upoštevano je torej tudi že večkrat poškodovano drevje). Razpon spremenljivk ustreza razponu, v katerem smo izmerili tudi podatke na terenu, pri čemer ekstremnih vrednosti nismo upoštevali.

Povprečna poškodovanost po modelu je 23 %. Giblje se v mejah med 17 in 27 %, maksimalna poškodovanost pa med 18 in 33 %. Manj poškodb je v mlajših sestojih, nato pa poškodovanost malenkostno narašča. Poškodovanost upada nekoliko tudi z naraščanjem gostote sekundarnih prometnic, vendar je tudi ta vpliv majhen. Najmočnejše

vpliva jakost sečnje. Z večjo jakostjo lahko pričakujemo tudi več poškodb. Največja poškodovanost vedno nastopi pri največjih koncentracijah lesne mase na hektar.

Preglednica 4: Odstotki poškodovanih dreves po sečnji in spravilu lesa po modelu (povprečje – maksimum)

Table 4: Percentage of damaged trees after cutting and extraction according to model (average – maximum)

Gostota sekundarnih prometnic m ³ /ha/Density of secondary infrastructure (m ³ /ha)	Število drevja na ha Number of trees per ha	Koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha Concentration of cut wood mass in m ³ /ha								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	1.500	19 - 23	20 - 24	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29	24 - 29
	1.250	19 - 23	20 - 24	20 - 25	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30
	1.000	19 - 23	20 - 24	21 - 25	21 - 26	22 - 27	23 - 27	24 - 28	24 - 29	25 - 30
	750	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	22 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30	25 - 30
	500	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	24 - 28	24 - 29	25 - 30	26 - 31
150	250	19 - 23	21 - 25	22 - 26	23 - 27	24 - 29	25 - 30	26 - 31	27 - 32	27 - 33
	1.500	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	21 - 26	22 - 27	23 - 27	24 - 28	24 - 29
	1.250	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	22 - 27	23 - 28	24 - 29	24 - 29
	1.000	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30
	750	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	24 - 28	24 - 29	25 - 30
200	500	19 - 22	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30	26 - 31
	250	19 - 23	20 - 24	21 - 26	22 - 27	24 - 28	25 - 30	26 - 31	27 - 32	28 - 33
	1.500	18 - 21	19 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29
	1.250	18 - 21	19 - 22	20 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29
	1.000	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	21 - 26	22 - 27	23 - 28	24 - 28	24 - 29
250	750	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30
	500	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30	26 - 31
	250	18 - 22	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 28	24 - 29	25 - 31	26 - 32	27 - 33
	1.500	17 - 21	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	21 - 26	22 - 27	23 - 27	24 - 28
	1.250	17 - 21	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	22 - 27	23 - 28	24 - 29
300	1.000	17 - 21	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	23 - 28	24 - 29
	750	17 - 21	18 - 22	19 - 23	20 - 24	21 - 25	22 - 27	23 - 28	24 - 29	25 - 30
	500	18 - 21	19 - 22	20 - 24	21 - 25	22 - 26	23 - 27	24 - 28	25 - 29	25 - 31
	250	18 - 21	19 - 23	20 - 25	22 - 26	23 - 27	24 - 29	25 - 30	26 - 31	27 - 33

3.2 TERENSKÉ MERITVE FIELD MEASUREMENTS

Analiza terenskih podatkov kaže, da so deleži poškodovanega drevja precej različni med posameznimi delovnimi sredstvi, vendar za to ne smemo kriviti le posamezne vrste stroja ali delavske ekipe, saj smo že videli, da na deleže poškodb vplivajo še drugi dejavniki in

seveda značilnosti meritev. Povsem nemogoče je bilo – vsaj v času trajanja naših raziskav – za vsa upoštevana delovna sredstva usmeriti meritve tako, da bi dobili povsem primerljive range najvažnejših spremenljivk. To velja zlasti za koncentracijo sečnje pa tudi za razvojno fazo sestojev. Razlike v sekundarni odprtosti sestojev so bile prav tako velike, vendar načeloma manjše, saj je ta spremenljivka odvisna od tehnologije in oblike spravila lesa, ki pa je bila primerljiva. Analiza statistične značilnosti razlik med posameznimi delovnimi sredstvi v tem primeru ne bi dala zadovoljivih rezultatov. Kljub vsemu so ti podatki dobra orientacija, kaj je na današnji tehnološki stopnji običajno.

Preglednica 5: Povzetek povprečij sredin deležev poškodovanega drevja (vse v strukturnih deležih)

Table 5: Summarising medium of shares of damaged trees (in structural shares)

Delež poškodovanega drevja % / Share of damaged trees in %					
Spravilno sredstvo / Means of extraction	Nove New	Nove+stare New and old	Vse nove New total	Stare / Old	Vse / Total
Prilagojeni traktorji / Adapted tractors	12	9	21	34	54
Goseničar / Caterpillar	6	9	15	37	52
Zgibnik / Skidder	8	11	19	41	60
Žičnica srednja / Medium-sized cablecrane	10	2	12	49	61
Žičnica velika / Large cablecrane	27	12	39	17	56
Traktorji / Tractors	10	10	20	37	57
Žičnice / Cablecranes	27	11	38	18	56

Iz terenskih podatkov smo izračunali polinomsko multiplo regresijo med strukturnim deležem vseh novih poškodb (poškodovana drevesa s starimi poškodbami in povsem na novo poškodovana drevesa) ter številom drevja na hektar (*NSE*), količino posekane mase (*KON*) in odprtostjo sestojev s sekundarnimi prometnicami (*G*). Dobili smo naslednjo regresijsko odvisnost (vsi koeficienti so značilni pri tveganju 0,05) (preglednica 6).

Preglednica 6: Parametri regresijskih odvisnosti terenskih meritev (odvisna spremenljivka je strukturni delež vseh novih poškodb)

Table 6: Parameters of regressive dependence of field measurements (the dependent variable is the structural share of the new damage total)

Parameter oz. neodvisna spremenljivka <i>Parameter or independent variant</i>	Vrednost / Value
N	1.168
R	0,25
R ²	0,06
	Koeficienti <i>Coefficient</i>
a	0,275
KON	0,00118
1/KON	0,431
1/NSE	12,218
G	-0,00166
G ²	0,00000420

Legenda/Legend:

KON – koncentracija sečnje (m³/ha) /
cutting intensity (m³/ha);

NSE – število drevja na hektar /
number of trees per h.;

G – gostota sekundarnih prometnic
(m/ha) / density of secondary
infrastructure

Rezultati iz preglednice 5 so začasni, saj je število podatkov po spravilnih sredstvih zelo različno, prav tako so bile različne razmere, v katerih so delali posamezni stroji. Namen posredovanja teh podatkov je predvsem v tem, da dobimo občutek za realne vrednosti, v katerih se gibljejo deleži poškodovanega drevja pri nas. Zanimiva je primerjava med traktorji in žičnicami, iz katere se vidi, da traktorji delajo predvsem v sestojih, kjer so redčenja zelo pogosta (večji delež starih poškodb), žičnice pa v težje dosegljivih sestojih z redkejšimi posegi (še enkrat manj starih poškodb). Glede na zelo velik delež novih poškodb pri žičničnem spravilu lesa – kar ni presenetljivo glede na višje koncentracije lesa – pa so sestoji po končanem zadnjem spravilu približno enako poškodovani.

V preglednici 7 prikazujemo s pomočjo regresije izračunane deleže novih poškodb, in sicer minimalne, povprečne in maksimalne vrednosti za meje zaupanja 5 %. Povprečna poškodovanost je 22 %. Pri tem se gibljejo spodnje meje med 13 in 18 %, zgornje meje pa med 20 in 41 %. Povprečne vrednosti se gibljejo med 16 in 31 %. Manjše poškodovanosti so v gostejših sestojih ter pri manjših koncentracijah posekane lesne mase. Vpliv gostote sekundarnih prometnic kaže, da so najmanjše poškodbe sestojev pri gostotah 200 m/ha, nato pa spet nekoliko naraščajo.

Preglednica 7: Odstotki poškodovanih dreves po sečnji in spravilu lesa po regresijski odvisnosti iz terenskih opazovanj (minimum – povprečje – maksimum, 5 % tveganje)

Table 7: Percentages of damaged trees after felling and wood extraction according to regressive dependence from field observations – minimum – maximum (5% tolerance)

Gostota sekund. Prometnic m ³ /ha Density of secondary infrastructure m ³ /ha	Število drevja na ha Number of trees per hectare	Koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha / Concentration of cut wood mass in m ³ /ha								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	1.500	15 - 21 - 28	15 - 20 - 26	15 - 21 - 27	15 - 22 - 28	16 - 23 - 29	16 - 24 - 31	17 - 25 - 33	17 - 26 - 34	18 - 27 - 36
	1.250	15 - 22 - 28	15 - 21 - 26	15 - 21 - 27	15 - 22 - 28	16 - 23 - 30	16 - 24 - 31	17 - 25 - 33	17 - 26 - 35	18 - 27 - 36
	1.000	15 - 22 - 28	15 - 21 - 27	15 - 21 - 27	16 - 22 - 29	16 - 23 - 30	17 - 24 - 32	17 - 25 - 33	18 - 26 - 35	18 - 27 - 37
	750	16 - 22 - 29	15 - 21 - 27	15 - 22 - 28	16 - 23 - 29	16 - 23 - 31	17 - 25 - 32	17 - 26 - 34	18 - 27 - 36	18 - 28 - 37
	500	16 - 23 - 30	15 - 22 - 29	16 - 23 - 29	16 - 23 - 31	17 - 24 - 32	17 - 25 - 34	18 - 26 - 35	18 - 28 - 37	19 - 29 - 39
	250	17 - 25 - 34	16 - 25 - 33	17 - 25 - 33	17 - 26 - 34	18 - 27 - 36	18 - 28 - 38	19 - 29 - 39	19 - 30 - 41	20 - 31 - 43
150	1.500	14 - 18 - 23	13 - 17 - 21	14 - 18 - 22	14 - 19 - 23	14 - 20 - 25	15 - 21 - 26	15 - 22 - 28	16 - 23 - 30	16 - 24 - 31
	1.250	14 - 18 - 23	13 - 18 - 22	14 - 18 - 22	14 - 19 - 24	14 - 20 - 25	15 - 21 - 27	15 - 22 - 28	16 - 23 - 30	16 - 24 - 32
	1.000	14 - 19 - 24	13 - 18 - 22	14 - 18 - 23	14 - 19 - 24	15 - 20 - 26	15 - 21 - 27	16 - 22 - 29	16 - 23 - 30	17 - 24 - 32
	750	14 - 19 - 24	14 - 18 - 23	14 - 19 - 23	14 - 19 - 25	15 - 20 - 26	15 - 21 - 28	16 - 23 - 29	16 - 24 - 31	17 - 25 - 33
	500	14 - 20 - 26	14 - 19 - 24	14 - 19 - 25	15 - 20 - 26	15 - 21 - 27	16 - 22 - 29	16 - 23 - 31	17 - 24 - 32	17 - 26 - 34
	250	15 - 22 - 29	15 - 21 - 28	15 - 22 - 29	16 - 23 - 30	16 - 24 - 31	17 - 25 - 33	17 - 26 - 35	18 - 27 - 36	18 - 28 - 38
200	1.500	14 - 17 - 21	13 - 16 - 20	13 - 17 - 20	14 - 18 - 22	14 - 19 - 23	15 - 20 - 25	15 - 21 - 26	16 - 22 - 28	16 - 23 - 30
	1.250	14 - 18 - 21	13 - 17 - 20	13 - 17 - 21	14 - 18 - 22	14 - 19 - 23	15 - 20 - 25	15 - 21 - 26	16 - 22 - 28	16 - 23 - 30
	1.000	14 - 18 - 22	13 - 17 - 20	14 - 17 - 21	14 - 18 - 22	14 - 19 - 24	15 - 20 - 25	15 - 21 - 27	16 - 22 - 29	17 - 23 - 30
	750	14 - 18 - 22	14 - 17 - 21	14 - 18 - 22	14 - 18 - 23	15 - 19 - 24	15 - 20 - 26	16 - 22 - 28	16 - 23 - 29	17 - 24 - 31
	500	14 - 19 - 24	14 - 18 - 22	14 - 18 - 23	15 - 19 - 24	15 - 20 - 26	15 - 21 - 27	16 - 22 - 29	16 - 23 - 31	17 - 25 - 32
	250	15 - 21 - 28	15 - 20 - 26	15 - 21 - 27	16 - 22 - 28	16 - 23 - 29	16 - 24 - 31	17 - 25 - 33	17 - 26 - 34	18 - 27 - 36

(nadaljevanje / continuation)

Preglednica 7: Nadaljevanje

Table 7: Continuation

Gostota sekund. prometnic m/ha Density of secondary infrastructure m/ha	Število drevja na ha Number of trees per hectare	Koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha / Concentration of cut wood mass in m ³ /ha								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
250	1.500	15 - 19 - 22	15 - 18 - 21	15 - 18 - 21	15 - 19 - 22	16 - 20 - 24	16 - 21 - 26	17 - 22 - 27	17 - 23 - 29	18 - 24 - 31
	1.250	15 - 19 - 22	15 - 18 - 21	15 - 18 - 21	15 - 19 - 23	16 - 20 - 24	16 - 21 - 26	17 - 22 - 27	17 - 23 - 29	18 - 24 - 31
	1.000	15 - 19 - 23	15 - 18 - 21	15 - 18 - 22	15 - 19 - 23	16 - 20 - 25	16 - 21 - 26	17 - 22 - 28	17 - 23 - 29	18 - 25 - 31
	750	15 - 19 - 23	15 - 18 - 22	15 - 19 - 23	16 - 20 - 24	16 - 21 - 25	16 - 22 - 27	17 - 23 - 28	17 - 24 - 30	18 - 25 - 32
	500	16 - 20 - 25	15 - 19 - 23	15 - 20 - 24	16 - 20 - 25	16 - 21 - 27	17 - 22 - 28	17 - 24 - 30	18 - 25 - 31	18 - 26 - 33
	250	17 - 23 - 29	16 - 22 - 27	16 - 22 - 28	17 - 23 - 29	17 - 24 - 30	18 - 25 - 32	18 - 26 - 34	19 - 27 - 35	19 - 28 - 37

3.3 PRIMERJAVA REZULTATOV MODELA IN TERENSKIH MERITEV COMPARISON OF MODEL RESULTS AND FIELD MEASUREMENTS

Iz zgradbe modela in značilnosti terenskih meritev se že da razbrati razlike med rezultati posameznega pristopa. Razlike smo izračunali v preglednici 8, in sicer tako, da smo od modelno izračunanih odstotkov poškodovanosti odšteli rezultate terenskih meritev, dobljenih z regresijo. Razlike se gibljejo v mejah med -6 in 3 odstotki, vendar v povprečju komaj za -0,01 %. Najmanjše so razlike pri gostoti sekundarnih prometnic 250 m/ha ter pri zelo majhnih in večjih koncentracijah posekane lesne mase na hektar.

Najmanj novih poškodb po modelu je pri majhnih koncentracijah lesne mase, ne glede na odprtost s sekundarnimi prometnicami, in pri zelo visokih koncentracijah in odprtostih do okrog 300 m/ha (za linije žičnih žerjavov takšne gostote niso neobičajne). Pri koncentracijah med 50 in 150 m³/ha pa nastaja največ poškodb, še posebej pri visokih odprtostih s sekundarnimi prometnicami. Terenske meritve so pokazale drugačno sliko. Zelo visoke deleže poškodb smo izmerili pri majhnih gostotah prometnic in pri velikih koncentracijah lesne mase, tudi pri majhnih koncentracijah posekane mase in zelo visoki odprtosti sestojev, torej v primerih, ko je bila razdalja zbiranja majhna (traktor se je

približal lesu). Zanimivo je, da meritve kažejo na majhno poškodovanost sestojev pri visokih koncentracijah posekanega lesa, vendar pri razmeroma visoki odprtosti sestojev.

Preglednica 8: Razlika med rezultati modela in terenskih meritev (regresija) – v %

Table 8: Difference between model results and field measurements (regression) in %

Gostota sekundarnih prometnic m ³ /ha Density of secondary infrastructure	Število drevja na ha Number of trees per hectare	Koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha Concentration of cut wood mass in m ³ /ha									Max	Min	Povpr. Aver.
		10	20	30	40	50	60	70	80	90			
100	1.500	-3	-1	0	-1	-1	-1	-2	-2	-3	0	-3	-1,4
	1.250	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-3	-1,5
	1.000	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-3	-1,5
	750	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-3	-1,7
	500	-4	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-1	-4	-2,1
	250	-6	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-6	-3,7
150	1.500	0	2	2	2	2	2	1	1	0	2	0	1,29
	1.250	0	2	2	2	2	2	1	1	0	2	0	1,26
	1.000	0	2	2	2	2	2	1	1	0	2	0	1,19
	750	-1	1	2	2	2	1	1	1	0	2	-1	1,05
	500	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-1	0,67
	250	-4	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-4	-0,8
200	1.500	0	2	3	3	2	2	2	1	1	3	0	1,83
	1.250	0	2	3	3	2	2	2	1	1	3	0	1,81
	1.000	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	0	1,75
	750	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	0	1,62
	500	-1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	-1	1,27
	250	-3	-1	0	0	1	1	1	1	0	1	-3	-0,1
250	1.500	-1	1	1	1	1	1	0	0	-1	1	-1	0,25
	1.250	-1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-1	0,23
	1.000	-1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-1	0,19
	750	-2	0	1	1	1	0	0	0	0	1	-2	0,07
	500	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-0,3
	250	-5	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-1,6
Max.		0	2	3	3	2	2	2	1	1	3		
Min.		-6	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4		-6	
Povp. / Aver.		-1,8	0,11	0,59	0,67	0,58	0,39	0,13	-0,2	-0,5			-0,01

Gostota sekundarnih prometnic vpliva na nove poškodbe v povezavi s številom dreves na hektar tako, da je najmanj poškodb pri visokih gostotah prometnic in v mlajših razvojnih fazah. Poškodbe naraščajo v starejših razvojnih fazah (manj drevja na hektar) in so večje pri zelo majhnih in pri zelo visokih gostotah sekundarnih prometnic. Gostote med 100 in 200 m³/ha omogočajo delo z manjšimi poškodbami. Na terenu smo izmerili podatke, ki

kažejo v bistvu podobno odvisnost, le da je polje najmanjših poškodb premaknjeno v sredino prikazanega območja spremenljivk. Najvišje deleže na novo poškodovanega drevja smo ugotovili pri zelo velikih gostotah sekundarnih prometnic v mlajših sestojih in pri majhnih gostotah (pod 100 m/ha) v starih sestojih. Med tema ekstremoma poškodbe drevja upadajo in so najmanjše v sredini prikazanega polja, če opišemo bolj ohlapno: pri gostotah drevja med 2.300 in 800 dreves/ha ter pri gostotah sekundarnih prometnic do 250 m/ha.

Za nekatere vrednosti gostot sekundarnih prometnic, števila drevja in posekane lesne mase smo izračunali deleže na novo poškodovanega drevja za oba pristopa in vrednosti med seboj podelili. Tako izračunana podobnost med rezultati terenskih meritev in rezultati modela pokaže zgornje ugotovitve na podoben način (preglednici 9 in 10). Razlike med pristopoma so v povprečju majhne, vendar dosega pri posamezni kombinaciji dejavnikov tudi do 19 %, čeprav so to le posamezni primeri. Velika večina primerjav leži v rangi 10 % pod ali nad povprečjem modela. Glede na veliko variabilnost podatkov in dosedanje poznavanje poškodovanosti ocenjujemo, da je skladnost dovolj dobra, da lahko na podlagi modela ocenimo poškodovanost tudi v razponih spremenljivk, ki s terenskimi meritvami niso bili dovolj dobro pokriti.

Preglednica 9: Podobnost med terenskimi meritvami in modelom glede na gostoto sestoja in gostoto sekundarnih prometnic

Table 9: Similarities between field measurements and model, according to tree stand density and density of secondary infrastructure

Dreves na ha <i>Trees per ha</i>	Gostota sekundarnih prometnic m/ha <i>Density of secondary infrastructure m/ha</i>			
	100	150	200	250
1.500	0,90	1,03	1,08	1,00
1.250	0,89	1,03	1,07	1,00
1.000	0,89	1,02	1,07	1,00
750	0,88	1,01	1,05	0,99
500	0,87	0,99	1,03	0,97
250	0,81	0,91	0,95	0,90

Preglednica 10: Podobnost med terenskimi meritvami in modelom glede na koncentracijo sečnje in gostoto sekundarnih prometnic

Table 10: Similarities between field measurements and model according to cutting intensity (concentration of cut wood mass) and density of secondary infrastructure

Gostota sekundarnih prometnic m ³ /ha <i>Density of secondary infrastructure in m³/ha</i>	Koncentracija sečnje m ³ /ha <i>Concentration of cut wood mass in m³/ha</i>								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
100	0,84	0,92	0,94	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90
150	0,95	1,05	1,07	1,07	1,07	1,05	1,04	1,02	1,01
200	0,97	1,08	1,11	1,11	1,10	1,09	1,07	1,06	1,04
250	0,89	0,99	1,02	1,02	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98

Za širše razpone vhodnih spremenljivk smo izračunali število poškodovanega drevja na hektar, in sicer povprečne in maksimalne vrednosti (priloga 2). Številke so zelo visoke, vendar so rezultat dosedanjega obravnavanja tega problema in predstavljajo poškodovanost po sečnji in spravi lu lesa na današnji tehnološki stopnji. Upoštevajo vse nove poškodbe nad 10 cm² ne glede na to, ali je bilo drevo pred tem že poškodovano ali ne.

3.4 PRIMERJAVA REZULTATOV Z DOGNANJI DRUGOD COMPARISON OF RESULTS WITH FINDINGS ABROAD

Primerjave rezultatov z dosedanjimi raziskavami pri nas pokažejo, da se deloma razlikujejo zaradi raziskovalne metode (vprašanje: kaj se šteje za poškodbo), delovnih sredstev in časovnega odmika, v katerem so bile raziskave opravljene. Krivec (1975) poroča o naslednjih deležih poškodb: 6,95 % pri konjski vpregi, 10,39 in 8,69 % pri zgibnikih, 7,03 % pri prilagojenem traktorju IMT 558 ter celo 52,95 % pri ročnem spravi lu lesa. Južnič (1984) je raziskoval vpliv dolžine lesa pri spravi lu na deleže poškodovanega drevja in ugotovil 11,2% poškodb pri sortimentni in 18,7% poškodb pri debelni metodi. V različnih razvojnih fazah smrekovih sestojev na Pohorju je Ivanek (1976) ugotovil poškodovanost od 9,8 do 23,6 % in sicer 13,2 % pri konjskem, 20,4 %

pri spravilu s prilagojenim traktorjem in 18,9% pri spravilu z zgibnikom. Deleži poškodb so očitno močno odvisni od sestojnih razmer in delovnega sredstva. Vidimo, da so rezultati drugih avtorjev v naših razmerah pokazali veliko podobnost z našimi rezultati. Analiza vzrokov za nastanek razlik bi nas pripeljala predaleč, zato se zadovoljimo z ugotovitvijo, da so bile poškodbe merjene v različnih sestojnih razmerah (drevesna vrsta, razvojna faza) in pri različnih delovnih sredstvih.

Ostane nam še ocena, ali smo s poškodovanostjo sestojev pri današnjih prevladujočih tehnologijah primerljivi z drugimi deželami. Dostopni viri kažejo različne rezultate takšnih primerjav. Delež poškodovanega drevja pri enkratnem posegu je zelo velik, vendar tipičen za današnjo tehnologijo tudi drugod. Butora in Schwager (1986) sta npr. za nekoliko drugačne švicarske razmere izmerila 25 % poškodovanost pri traktorskem, 33 % pri žičničnem in celo 38 % pri ročnem spravilu pri enaki tehnologiji, kot jo uporabljamo danes pri nas. Ti rezultati kažejo torej na nekaj večjo poškodovanost po sečnji in spravilu v švicarskih razmerah. Nekatere starejše raziskave nemških avtorjev so pokazale poškodovanost od 6,4 do 28,8 %, odvisno od delovnega sredstva (KHALISY / OESTEN / WOLFLE 1971) podatki švedskih raziskovalcev kažejo na izrazito ugodnejše rezultate pri tehnologijah kratkega lesa. Analize kažejo (FROHM 1988, 1993), da so zaradi različnih ukrepov poškodbe v sestojih v upadanju. Pri sečnji z motorno žago in spravilu z zgibnim prikoličarjem so poškodbe pri redčenjih v letih od 1980 do 1988 upadle od 7,7 na 2,6 %, pri uporabi procesorjev od 12,1 na 6,3% in pri uporabi harvesterjev so okoli 4,8% (originalne vrednosti smo povečali za 10 %, ker pri njih prag upoštevanja poškodbe 15 cm²). Omenimo naj še, da švedski zakon o gozdovih dopušča delež poškodb največ 5 %. Finske raziskave kažejo še nižje vrednosti poškodovanega drevja v sestoju (HARSTELA 1995). Pri sečnji z motorno žago in uporabi zgibnega prikoličarja so se poškodbe gibale okrog 4,4 %, danes pa ob povsem mehanizirani sečnji in spravilu pričakujejo do 3 % poškodb. Naši rezultati seveda niso primerljivi s skandinavskimi iz več razlogov, vendar je prav, da smo s temi rezultati seznanjeni. Rezultati meritev ameriških avtorjev so precej neugodnejši od naših (npr. REISINGER / POPE 1991), vendar je potrebno upoštevati njihov povsem drugačen pristop k redčenjem sestojev. Ta dva avtorja sta ugotovila poškodovanost do 70 % pri sečnji z motorno žago in traktorskem spravilu celih dreves. Razlike nekaterih tujih meritev z našimi meritvami so zelo velike v pozitivni in negativni smeri, saj gre tudi tu za vpliv sestojnih razmer,

predvsem pa razmer zaradi različnih načinov gospodarjenja z gozdovi in uporabe različnih tehnologij pridobivanja lesa.

Dejstvo je, da je poškodovanost sestojev po sečnji in spravilu lesa prevelika tudi v najboljših primerih. Prav bi bilo, da bi tudi za oceno poškodb prilagodili metodo opazovanja tako, da bi bilo mogoče z vzorci ocenjevati poškodovanost sestojev in ugotavljati poškodovanost v časovnih intervalih ter preverjati, kakšne sadove rodijo naši ukrepi. Kateri ukrepi bi bili najbolj učinkoviti, za zdaj ne vemo, ker se takšnih opazovanj in organiziranega pristopa k zmanjšanju poškodb še nismo lotili. Ukrepe so že večkrat predlagali (npr. PAPAC 1996, ŠOLAR 1996, LJUBEC 1996, KOŠIR 1996, SEREC 1997, FABJAN 1998) in bi jih bilo potrebno operativno prilagoditi.

4 RAZPRAVA DISCUSSION

V povedanem se ne zrcali samo tehnološka stopnja današnjega trenutka, temveč ves pristop h gospodarjenju z gozdovi. Takšni ali drugačni modeli so vedno odraz določenega vnaprej načrtovanega reda, ki spoštuje določene zakonitosti, dejansko stanje pa reagira poleg tega še na množico drugih vplivov, ki, kot kažejo izkušnje te primerjave, prevladujejo. Modeli so pomembni med drugim zato, ker nam prihranijo čas in nam včasih omogočijo, da ocenimo vrednosti pomembnih spremenljivk bodisi v prihodnosti bodisi v dosegu, v katerem dejanske meritve niso mogoče ali pa bi bile na kakršenkoli način ovirane. Pomembno je, da rezultatom modela dovolj zaupamo, sicer tvegamo pot po še večji temi, kot če bi bili odvisni le od nezadostnih meritev ali pa tvegamo, da so naši zaključki napačni. Razlogov za primerjanje meritev, z modelnimi izračuni je zato dovolj. Res pa je, da je takšnih priložnosti velikokrat premalo.

Komplicirani modeli nepoučenim pogosto vzbujajo zaupanje prav zaradi svoje kompliciranosti, kar pa je pri delu z gozdom zelo nevarno. Naš sestavek podaja poskus takšne primerjave rezultatov zelo preprostega modela z rezultati terenskih meritev. Ugotavlja se določene skladnosti pa tudi razhajanja med modelom in meritvami. Nepošteno bi bilo kriviti za to (ali hvaliti) model ali meritve. Model je obremenjen s predpostavkami in z določenimi povprečji, ki so lastna gozdarski stroki, saj v vsej

pestrosti naravnih spremenljivosti sestojev sicer nalogam ne bi bil kos. Meritve pa so obremenjene predvsem z veliko variabilnostjo in problemom primerljivosti podatkov, saj je nemogoče v dovolj kratkem času zajeti primerljiv razpon vrednosti vseh najpomembnejših spremenljivk. Kljub omenjenim težavam pri takšnih primerjavah menimo, da je edina možnost preizkušanja tovrstnih hipotez pa tudi opazovanj prav v neodvisnih primerjavah. Ostaja še pomembno delo za prihodnost: izboljšati zanesljivost modelov z ugotovitvami opazovanj in hkrati zbrati še več terenskih meritev in tako izboljšati zanesljivost ocen poškodovanosti drevja zaradi sečnje in spravila lesa.

5 POVZETEK

Poškodbe drevja nastajajo zaradi sečnje dreves in predvsem zaradi spravila sortimentov po brezpotju do prve prometnice – vlake ali linije žičnega žerjava. Obseg poškodb v sestojih je odvisen od številnih dejavnikov. Poškodbe v sestojih se kopičijo, saj so pri vsakokratnem naslednjem posegu poškodovana povsem nova drevesa in del dreves z že starimi poškodbami. Delež poškodovanega drevja ob koncu proizvodne dobe je odvisen od števila posegov in od deleža poškodb pri vsakokratnem posegu. Pomen uporabe modela je v tem, da bi z dovolj zanesljivim modelom lahko za določene vplivne dejavnike lahko napovedali normalno poškodovanost in jo primerjali z dejansko poškodovanostjo na terenu. V sestavku smo primerjali rezultate, ki se nanašajo na deleže (v odstotkih ali v strukturnih deležih) na novo poškodovanega drevja v sestoju pri sečnji in spravilu lesa, dobljene z izračunom poškodovanosti sestojev po modelu in analizo podatkov dobljenih na terenu. Zanimale so nas povprečne in maksimalne vrednosti poškodovanega drevja, izraženega v odstotkih stoječega drevja. Uporabili smo deterministični model, ki je upošteval naslednje neodvisne spremenljivke: število drevja na hektar kot pokazatelj razvojne faze sestoja (od 1700 do 250), jakost sečnje izraženo v m^3/ha (od 10 do 90 m^3/ha) in gostoto sekundarnih prometnic (od 100 do 250 m/ha). Metoda ugotavljanja poškodovanosti sestojev s terenskimi opazovanji je vzorčna na osnovi 4m širokih in od 20 do 40m dolgih pasov (odvisno od razvojne faze sestoja). Doslej smo v bazi podatkov zbrali 8.181 dreves na 1168 pasovih. V popisih so vključena različna delovna sredstva na različnih krajih v Sloveniji. Poškodbe sestojev smo ugotavljali pri rednih sečnjah v državnih gozdovih. Teoretično je stopnja vzorčenja, če jo izrazimo kot odstotek opazovane površine oz. delovišča, odvisna od gostote vlak in

razvojne faze sestojev in se je v večini primerov gibala med 4 in 8% pri traktorskem spravilu in do 20% pri žičničnem spravilu lesa. Baza podatkov je odprta in jo gradimo še naprej. Računamo lahko, da bo zanesljivost rezultatov sčasoma postala še večja. Na slikah od 1 do 4 so prikazane primerjave med modelnimi izračuni in povprečji terenskih opazovanja za najvažnejše vhodne spremenljivke. Skladnost je pričakovana in zadovoljiva, če upoštevamo veliko variabilnost terenskih meritev. V preglednici 4 in 5 so izračunani odstotki poškodovanih dreves po sečnji in spravilu lesa po modelu (povprečje – maksimum). Za terenske meritve v preglednici 5 prikazujemo povprečja po vrstah pravilnih sredstev, nato pa smo iz vseh podatkov izračunali multiplo regresijo (preglednica 6) in v preglednici 7 izračunali odstotke poškodovanosti sestojev (minimum – povprečje – maksimum). Razlike med rezultati poškodovanosti sestojev po modelu in terenskih meritev smo izračunali v preglednici 8 in sicer tako, da smo od modelno izračunanih odstotkov poškodovanosti odšteli rezultate terenskih meritev, dobljenih z regresijo. Razlike se gibljejo v mejah med -6 in 3 odstotki, vendar v povprečju komaj za -0,01%. Najmanjše so razlike pri gostotah 250m/ha ter pri zelo majhnih in večjih koncentracijah posekane lesne mase na hektar. Povprečna poškodovanost sestojev po sečnji in spravilu je 23% po modelu oz. 22% po terenskih meritvah (razlika je manjša od 1%), pri čemer so upoštevane vse nove poškodbe, torej tudi poškodbe doslej že poškodovanega drevja. Poškodovanost sestojev po sečnji in spravilu lesa je prevelika tudi v najboljših primerih. Predlagamo, da bi tudi za oceno poškodb prilagodili metodo opazovanja tako, da bi bilo mogoče z vzorci ocenjevati poškodovanost sestojev in ugotavljati poškodovanost v časovnih intervalih ter preverjati učinkovitost preventivnih ukrepov.

6 SUMMARY

In wood production, standing trees are often damaged, particularly when the wood assortments are transported over forest ground to the connecting infrastructure, i.e. at first a skid trail or cable corridors. The extent of damage in the stands depends on many factors. Damage in the stands accumulates, because in every new cutting operation previously undamaged trees are also damaged. Thus, the share of damaged trees in a stand depends on the number of cutting operations, and on the percentage of damaged trees in every individual operation. The benefit of an adequately reliable model would be for us to be able to anticipate damage normally caused, with respect to the influencing

factors. This damage could then be compared to the actually observed damage in the forest.

In this article, we compared the results referring to the shares (in percentages or in structural shares) of newly damaged trees after felling and wood extraction – the results were obtained by means of a model – with those observed and analysed on the spot. We were interested in the average and maximum values of damaged trees, expressed in the percentage of standing trees. We used a deterministic model with respect to the following independent variants: the number of trees per hectare as an indicator of the development phase of the tree stand (from 250 to 1700), the cutting intensity expressed in m^3/ha of cut wood mass (from 10 to 90 m^3/ha), and the density of secondary infrastructure (from 100 to 250 m/ha). The method of establishing the degree of damage to tree stands was carried out by sampling belts of 4 m in width and 20 to 40 m in length (with respect to the development phase of the tree stand). The description comprises different working tools used in different parts of Slovenia. Damage was established with regular cutting in state-owned forests. Theoretically, the degree of sampling expressed as a percentage of the studied area or working site, is dependent on the skid trail density and the development phase of the tree stands. In most cases, it fluctuated between 4 and 8% with wood extraction by tractor, and up to 20% with extraction by cableway. Our data bank is open and still being completed. We believe that, in time, the results will become still more reliable. The pictures 1 to 4 show a comparison of model calculations with average field observations for the most important input variables. The compliance is as expected and satisfactory, with respect to the high variability of field measurements. The tables 4 and 5 show the percentages of damaged trees after felling and wood extraction according to our model (average – maximum). Table 5 shows the average field measurements according to the means used for wood extraction. All the data was used to calculate the multiple regression (table 6), after which we calculated the percentages of damaged tree stands (table 7), including minimum, average and maximum. Table 8 shows the difference of the damaged trees according to the model, and field measurements; this was calculated by subtracting the results of field measurements (obtained by means of regression) from the calculated percentages of damaged trees (according to the model). The differences vary between -6% and 3%, however, an average of hardly -0.01% was calculated. The smallest differences occurred in densities of 250 m/ha , as well as in very small or major concentrations of cut wood mass per hectare. The average damage caused to a tree stand due to felling and wood extraction is 23% (according to the

model), or 22% (according to field measurements) – the difference is below 1%. This includes all new damage, i.e. including new damage to trees that have been damaged before. Even in the best cases, damage to trees due to felling and wood extraction is too high. We suggest that the observation method be adapted in a way that the degree of damage may be determined by means of samples. Moreover, sampling should be performed in regular intervals, and the method should also include a check of the effectiveness of measures preventing major damage to be caused.

7 VIRI REFERENCES

- BUTORA, A. / SCHWAGER, G., 1986. Holzernteschaden in Durforstungbeständen.- Berichte, 288, Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 51 s.
- FABJAN, D., 1998. Poškodbe v sestoji pri sečnji in spravilu lesa z večbobskim žičnim žerjavom s stolpom - Syncrofalke.- Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 39 s.
- FROHM, S., 1992. Thinning damage – A study of 403 stands in Sweden in 1988.- Report 193, The Swedish University of Agricultural Sciences; Dep. of Operational Efficiency, Garpenberg 1992, 45 s.
- FROHM, S. 1993. Efficient and Safe Thinning.- V: Efficient, Sustainable and Ecologically Sound Forestry, Skogforsk Report 5, s.43-49.
- HARSTELA, P., 1995. Environmental impacts of wood harvesting in nordic countries.- Environmental impacts of Forestry and Forest Industry. EFI Proc. 3, s. 37 – 44.
- IVANEK, F., 1976. Vrednotenje poškodb pri spravilu lesa v gozdovih na Pohorju.- Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 184 s.
- JUŽNIČ, B. 1984. Poškodbe pri sečnji in spravilu lesa v bukovih drogovnjakih.- Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, s.88
- KHALISY, M. / OESTEN, G. / WOLFLE G., 1971. Fall- und Rückeschaden in Buchen-Schwachholz in Abhängigkeit von Gelände, Jahreszeit, Sortenlänge und Rückeverfahren.- Mitteil. der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, 38, s. 6.

- KOŠIR, B. / CEDILNIK, A., 1996. Model naraščanja števila poškodb drevja pri redčenjih.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, s.135-151.
- KOŠIR, B., 1996. How to manage thinnings with low damages of standing trees: Experience from the model.- USDA Dep. Of Agriculture, Forest Service, NCFES, Gen. Tech. Report NC-186, Proc., COFE-IUFRO, St.Paul, MI, s.82-91.
- KOŠIR, B., 1998a. Poškodbe gorskih smrekovih sestojev zaradi pridobivanja lesa.- V: Gorski gozd. Diaci, J. XIX. Gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina, marec 98, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 95-107.
- KOŠIR, B., 1998b. Presoja koncepta zgodnjih redčenj z vidika porabe energije in poškodb sestojev.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 56, s. 55-71.
- KLUN, J. / POJE, T., 2000. Spravilo lesa z zgibnim traktorjem Iwafuji T-41 in poškodbe sestoja pri sečnji in spravilu.- Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 140 s.
- KRIVEC, A., 1975. Racionalizacija delovnih procesov v sečnji in izdelavi ter spravilu lesa glede na delovne razmere in poškodbe.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 13, 2, Ljubljana, s. 145-193.
- LJUBEC, M. 1993. Sanacija poškodb gozdnega drevja z zaščitnimi premazi. - Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 88 s.
- REISINGER, W.T / POPE, P.E., 1991. Impact of Timber Harvesting on Residual Trees in a Central Hardwood Forest in Indiana.- Proc. 8th Central Hardwood Forest Conference, USDA FS, Gen. Tech. Rep. NE 148, s.82-91.
- PAPAC, B. 1992. Prostorska in časovna predstavitev nastanka poškodb pri sečnji in spravilu lesa s traktorjem. - Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 79 s.
- ROBEK, R. / KOŠIR, B., 1996. Razvoj metode vzorčnega ocenjevanja motenj pri izkoriščanju gozdov.- Izzivi gozdne tehnike, Zbornik mednarodnega posveta, UL, GIS, SZ, Ljubljana, s. 73-81.
- SEREC, T., 1997. Poškodbe v sestoju pri zimski sečnji in spravilu lesa z zgibnim traktorjem GT 70 - WOODY.- Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 39 s.

ŠOLAR, S. 1994. Nastanek poškodb v sestoji po miniranju ter sečnji in spravilu lesa. -
Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za
gozdarstvo, 75 s.

8 PRILOGE APPENDICES

Priloga 1: Snemalni list za popis poškodb drevja v sestoju
Appendix 1: Data sheet describing tree damage in tree stands

	Datum snemanja / Date of observation						
	Odgovorni merilec / Responsible measurer						
	Šifra objekta / Object code						
P	Položaj pasu / Belt location	Šifrant / Description					
A	Dolžina pasu / Belt length	M					
S	Naklon terena / Belt inclination	%					
P O Š K	Drevesna vrsta / Tree species	Igl > 1cm lubja Con. > 1cm bark					
		Igl ≤ 1cm lubja Con. = < 1cm bark					
		Lis > 1cm lubja Brl. > 1cm bark					
		Lis ≤ 1cm lubja Brl. = < 1cm bark					
K	Socialni položaj / Social status	Izbrani / Selected Drugi / Other					
O D B	Položaj v sestoju / Position within stand	Ob prometnici / At road, trail V sestoju / Within stand					
		Na razlesnici / Predominant skidding direction					
E S E S	Velikost poškodbe Degree of damage	Nepoškodovan / Undamaged					
		10 - 30 cm ²					
		31 - 50 cm ²					
		51 - 100 cm ²					
		101 - 200 cm ² >200 cm ²					
S T O	Starost poškodbe Age of damage	Nova / New Stara / Old					
		Nova in stara / New and old Ni / None					
J A	Mesto poškodbe Location of damage	Krošnja / Crown					
		Veje-deblo / Branches-stem Deblo / Stem					
		Koreničnik / Base Korenine / Roots					
	Mladovje Young wood	% površine / % of surface % poškodovan / % of damage					
	Dolžina prometnic / Length of infrastructure (road, path, trail)	Trajnih (m) / Permanent Začasnih (m) / Provisional					

Šifra odseka XYY: YY=zap.št. X=0-javna c., 1-glavna c., 2-stranska c., 3-pot, 4-nač.gr.v., 5-nenač.gr.v., 6-nač.negr.v., 7-nenač.negr.v., 8-ani.v., 9-linija žič. / *Section code XYY: YY=running No. X=0-public road, 1-main road, 2-minor road, 3-path, 4-skidding trail, planned and constructed, 5-skidding trail, unplanned, constructed, 6-skidding trail, planned, not built, 7-skidding trail, not planned, not built, 8-animal skidding trail, 9-cableway*

Poškodbe sestojaja: vsako drevo se glede na svoje atribute po ogledu punktira v šest oken na ustrezna polja. / *Stand damage: all trees are marked according to their characteristics, and described in the data sheet in relation to six attributes*

Položaj pasu: 1-nad prometnico, 2-ob prometnici, 3-pod prometnico. / *Belt location: 1 - above road, path or trail, 2 - at road, path or trail, 3 - below road, path or trail*

Dolžina pasu: mladovja = 20m, letvenjaki & drogovnjaki = 30 m, debeljaki & pomlajenci & prebiralni gozdovi = 40 m / *Belt length: young trees = 20 m, polewood forest stand & drogovnjaki = 30 m, stand of mature trees, pomlajenci & prebiralni gozdovi = 40 m*

Velikost poškodbe: Površina poškodb se sešteva in obravnava kot enota (tudi pri mestu in starosti). Če je površina pod 10 cm² drevo ni poškodovano. / *Degree of damage: The damaged surfaces are added and treated as an entity (also with location and age). If the surface is below 10 cm², the tree is not damaged.*

Priloga 2: Povprečno in maksimalno število poškodovanih dreves po sečnji in spravilu lesa po modelu

Appendix 2: Average and maximum number of damaged trees after cutting and wood extraction according to model

G m/ha	NSE Dre/ha Tre/ha	KON - koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha							
		Concentration of cut wood mass in m ³ /ha							
		10	30	50	70	90	100	150	200
100	2500	469-563	505-606	538-646	570-684	601-721	620-744	690-828	756-907
	2250	422-506	455-546	486-583	515-618	542-650	560-672	624-749	683-820
	2000	376-451	405-486	433-520	459-551	484-581	500-600	557-668	610-732
	1750	329-395	356-427	380-456	404-485	426-511	440-528	490-588	537-644
	1500	282-338	306-367	328-394	348-418	367-440	379-455	423-508	463-556
	1250	236-283	256-307	275-330	292-350	308-370	318-382	355-426	389-467
	1000	189-227	206-247	221-265	236-283	249-299	257-308	287-344	315-378
	750	142-170	156-187	168-202	179-215	190-228	196-235	219-263	240-288
	500	95-114	105-126	114-137	122-146	130-156	134-161	150-180	164-197
250	48-58	54-65	59-71	64-77	68-82	71-85	79-95	87-104	
150	2500	457-548	493-592	528-634	562-674	594-713	617-740	691-829	761-913
	2250	411-493	445-534	477-572	507-608	536-643	557-668	625-750	688-826
	2000	366-439	396-475	425-510	453-544	479-575	498-598	558-670	615-738
	1750	320-384	348-418	374-449	398-478	422-506	438-526	492-590	542-650
	1500	275-330	299-359	322-386	343-412	364-437	378-454	425-510	468-562
	1250	230-276	250-300	270-324	288-346	306-367	318-382	358-430	394-473
	1000	184-221	202-242	218-262	233-280	248-298	258-310	290-348	320-384
	750	139-167	152-182	165-198	178-214	189-227	197-236	222-266	245-294
	500	93-112	103-124	113-136	121-145	130-156	135-162	153-184	169-203
250	47-56	53-64	59-71	64-77	69-83	72-86	82-98	90-108	
200	2500	444-533	481-577	517-620	551-661	585-702	611-733	688-826	761-913
	2250	400-480	434-521	467-560	498-598	528-634	552-662	623-748	689-827
	2000	356-427	387-464	416-499	445-534	472-566	493-592	557-668	616-739
	1750	312-374	339-407	366-439	391-469	416-499	434-521	491-589	543-652
	1500	268-322	292-350	315-378	338-406	359-431	375-450	424-509	470-564
	1250	223-268	245-294	265-318	284-341	302-362	316-379	358-430	396-475
	1000	179-215	197-236	214-257	230-276	245-294	256-307	291-349	322-386
	750	135-162	149-179	162-194	175-210	187-224	196-235	223-268	247-296
	500	90-108	101-121	111-133	120-144	129-155	135-162	154-185	171-205
250	46-55	52-62	58-70	64-77	69-83	72-86	83-100	93-112	
250	2500	432-518	469-563	505-606	540-648	574-689	603-724	683-820	758-910
	2250	389-467	423-508	456-547	488-586	519-623	546-655	618-742	686-823
	2000	346-415	377-452	407-488	436-523	464-557	488-586	553-664	614-737
	1750	303-364	331-397	358-430	384-461	409-491	430-516	488-586	542-650
	1500	260-312	285-342	309-371	331-397	353-424	371-445	422-506	469-563
	1250	217-260	239-287	259-311	279-335	297-356	313-376	356-427	396-475
	1000	174-209	192-230	209-251	226-271	241-289	254-305	290-348	323-388
	750	131-157	146-175	159-191	172-206	185-222	194-233	222-266	248-298
	500	88-106	99-119	109-131	118-142	127-152	134-161	154-185	172-206
250	45-54	51-61	57-68	63-76	68-82	72-86	84-101	94-113	

(nadaljevanje / continuation)

Priloga 2: Nadaljevanje

Appendix 2: Continuation

G m/ha	NSE Dre/ha Tre/ha	KON - koncentracija posekane lesne mase m ³ /ha							
		Concentration of cut wood mass in m ³ /ha							
		10	30	50	70	90	100	150	200
300	2500	419-503	457-548	494-593	529-635	564-677	581-697	662-794	739-887
	2250	378-454	412-494	446-535	478-574	510-612	525-630	600-720	670-804
	2000	336-403	367-440	398-478	427-512	456-547	470-564	537-644	600-720
	1750	294-353	323-388	350-420	376-451	402-482	414-497	474-569	530-636
	1500	253-304	278-334	302-362	325-390	347-416	358-430	410-492	459-551
	1250	211-253	233-280	253-304	273-328	292-350	302-362	347-416	388-466
	1000	169-203	187-224	205-246	221-265	237-284	245-294	282-338	317-380
	750	127-152	142-170	156-187	169-203	182-218	188-226	217-260	244-293
	500	86-103	96-115	106-127	116-139	125-150	130-156	151-181	170-204
250	43-52	50-60	56-67	62-74	67-80	70-84	82-98	93-112	
350	2500	407-488	445-534	482-578	518-622	553-664	570-684	653-784	732-878
	2250	367-440	401-481	435-522	468-562	500-600	516-619	591-709	663-796
	2000	326-391	358-430	388-466	418-502	447-536	461-553	530-636	594-713
	1750	286-343	314-377	341-409	368-442	394-473	407-488	468-562	525-630
	1500	245-294	270-324	295-354	318-382	341-409	352-422	405-486	455-546
	1250	205-246	226-271	247-296	268-322	287-344	297-356	343-412	385-462
	1000	164-197	183-220	200-240	217-260	233-280	241-289	279-335	314-377
	750	124-149	138-166	152-182	166-199	179-215	185-222	215-258	243-292
	500	83-100	94-113	104-125	114-137	124-149	128-154	150-180	170-204
250	42-50	49-59	55-66	61-73	67-80	69-83	82-98	93-112	
400	2500	394-473	432-518	470-564	506-607	541-649	559-671	643-772	723-868
	2250	355-426	390-468	424-509	457-548	490-588	506-607	582-698	655-786
	2000	316-379	348-418	379-455	409-491	438-526	452-542	522-626	587-704
	1750	277-332	305-366	333-400	360-432	386-463	399-479	461-553	519-623
	1500	238-286	263-316	287-344	311-373	334-401	345-414	400-480	451-541
	1250	199-239	220-264	241-289	262-314	282-338	291-349	338-406	382-458
	1000	159-191	178-214	195-234	212-254	229-275	237-284	276-331	312-374
	750	120-144	135-162	149-179	162-194	176-211	182-218	213-256	241-289
	500	81-97	91-109	102-122	112-134	122-146	126-151	148-178	169-203
250	41-49	48-58	54-65	60-72	66-79	69-83	82-98	93-112	