

## OBEČNÝ MODEL PRO ODHAD FINANČNÍ ZTRÁTY NA POŠKOZENÝCH DŘEVINÁCH PO TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍ ČINNOSTI

### GENERAL MODEL FOR ESTIMATION OF FINANCIAL LOSS ON DAMAGED TREES AFTER LOGGING AND HAULING PROCESSING

JIŘÍ DVOŘÁK - JAROSLAV TOMÁNEK  
FLD ČZU Praha

#### ABSTRACT

Damages to trees are negative income from operations that are connected with the logging and the arch skidding in the forest. The financial evaluation of the secondary damage to trees, which comes after a dosing interval depending on the expansive trunk rot and the falling tree increment, is neglected. The high probability is the fungal attack causing. It is dependent on the amount of injuries and tree sanitation. The minimal risk is for injuries to 10 cm<sup>2</sup> (0 %) and maximal for tree injuries over 200 cm<sup>2</sup> (100 %). Analytical results have demonstrated that 15 – 63 % of tree-wood can be qualitatively damaged after ten years. The significant factor is more damages up the one tree. 10 – 40 % of trees were damaged with double and more injuries depending on the 3rd – 5th age class. The injuries are cumulating so on small number of trees. The increments of damaged trees decrease by about 1 – 2 %.

**Klíčová slova:** těžební technologie, poškozené stromy, finanční ztráty  
**Key words:** harvester technologies, damaged trees, financial loss

#### ÚVOD

Poškození lesních dřevin je stále zdůrazňovaným nedostatkem vázaným na těžební a dopravní činnost v lesním hospodářství, tj. v našich experimentálních měřeních na nasazení harvesterových technologií. Přestože počet škod v lesních porostech je při nasazení harvesterů a forwardérů nejnižší ve srovnání s klasickými technologiemi, ani zde nelze dosáhnout čistoty práce s nulovými škodami (DVOŘÁK 2005, ULRICH et al. 2002). Analýza škod na lesních porostech je prováděna od počátku 90. let (DVOŘÁK, UHLÍŘ 2006, DVOŘÁK 2005, JANEČEK et al. 2000 atd.). Ve všech studiích je opomíjeno finanční vyčíslení sekundárních škod na dřevinách, které mohou vznikat s časovým odstupem v závislosti na šířící se hnilobě poškozeným stromem, snižujícím se přírůstu a dalších faktorech.

Cílem práce je tak vytvoření obecného modelu pro odhad finanční ztráty, která může na poškozené surovině vzniknout v časovém období, nejčastěji do doby dalšího těžebního zásahu. Zohledňovány jsou vybrané faktory, které se na degradaci dříví mohou podílet. Dílčím cílem je i verifikace škod na lesních porostech vznikajících s nasazením druhé nejrozšířenější harvesterové technologie při těžbě a dopravní činnosti.

#### MATERIÁL A METODIKA

Měření škod v lesních porostech ŠLP bylo prováděno na zkusných plochách o plošné velikosti 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) za účelem verifikace vztahu pro odhad škod na dřevinách. Středem zkusné plochy prochází vyvážecí linka. Na ploše 7,5 ha bylo rovnoměrně rozloženo a vytyčeno 12 zkusných ploch, na kterých byla prováděna experi-

mentální měření. Podmínkou pro umístění zkusné plochy byla vzdálenost minimálně 10 metrů od okraje lesního porostu a vzdálenost ploch více jak 20 m od sebe. Pro kontrolní metodiku byla použita metoda zkusných pásů. Pásky o šíři 2 metry byly vytyčeny 20 m od sebe kolmo na přibližovací linky.

Experimentální měření probíhala v lesních porostech se zastoupením smrku 75 - 95 % se střední hmotností 0,51 m<sup>3</sup>. Další minoritní podíl tvoří borovice, modřín, dub a bříza. Věk porostů se pohybuje v intervalu 73 – 76 let a zakmenění je 8. Terénní podmínky můžeme označit terénním typem 11 (sklonitost do 8 %, terén průjezdný a bez překážek). Vyráběnými sortimenty byla vlákna o délce výřezů do 2 m, agregátní kulatina a kulatina o délce 4 – 6 m.

Na zkusných plochách byly zaznamenávány škody na lesních dřevinách s rozdělením do tříd podle stromové partie (kořen, náběh, kmen) a velikosti poranění (0 – 10 cm<sup>2</sup>, 11 – 50 cm<sup>2</sup>, 51 – 200 cm<sup>2</sup>, 201 – 500 cm<sup>2</sup> a 501 – 1 000 cm<sup>2</sup>). Škody na kořenech byly evidovány do vzdálenosti 1,5 m od kmene stromu. Zaregistrovány byly ošetřené a neošetřené oděry.

V lesním porostu byl prováděn těžebně-dopravní zásah harvesterem Timberjack 1070 a vyvážecím traktorem Valmet 840.1.

#### VÝSLEDKY A DISKUSE

V posledním účetním roce 2006 bylo na Školním lesním podniku zpracováno harvestory 21,1 % z objemu těžebního dříví. Sledování potvrzuje, že počet poškozených stromů při těžebně-dopravní činnosti je závislý především na druhu těžby, přírodních a výrobních podmínkách, těžební metodě, těžební technologii, strojovému osazení technologie, výkonnosti strojů, lidské faktoru a dalších.

$$P_S = f(D_P, P_P, T_M, T_{PS}, S, W, L),$$

kde

- $P_S$  počet poškozených stromů (ks/ha)
- $D_T$  druh těžby – mýtní úmyslná, předmýtní úmyslná nebo nahodilá
- $P_T$  přírodní a terénní podmínky
- $T_M$  těžební metoda – sortimentní, kmenová nebo stromová
- $T$  těžební technologie – harvesterová, klasická
- $T_p$  technické parametry strojů v závislosti na strojovém osazení
- $W$  výkonnost (m<sup>3</sup>/Mth)
- $L$  lidský faktor – specifikovaný vzděláním a délkou praxe operátora stroje

- $c_D$  průměrná finanční výtěžnost ze zdravého kmene (Kč/m<sup>3</sup>)
- $c_p$  průměrná finanční výtěžnost z hnilobou poškozeného kmene (Kč/m<sup>3</sup>)

- Předpokládaná hmotnatost středního kmene v době následujícího zásahu ( $V_p$ )

Hodnota je specifikována z růstových tabulek, které jsou součástí vyhlášky Ministerstva zemědělství o lesním hospodářském plánování č. 84/1996 Sb. Předpokládaná hmotnatost závisí na absolutní bonitě a věku porostu (graf 1).

- Koefficient rizika napadení stromů hnilobou ( $k_n$ )

Koefficient je specifikovaný velikostí poranění a nebezpečím vstupu infekce do dřeva. GRAMMEL (1988) uvádí riziko napadení stromu infekcí od 0 do 44 % s ohledem na plošnou velikost rány. Podle ISOMÁKIHO (1979) (in HOREK 1991) sloupnutí kůry smrku o ploše přes 100 cm<sup>2</sup> představuje 40% riziko napadení červenou hnilobou. Poškození o ploše 200 cm<sup>2</sup>, zasahující již do dřeva, znamená 100% jistotu infekce.

- Koefficient vícečetného poranění stromu ( $k_{vp}$ )

Koefficient je definován počtem ran na jedné dřevině. S vyšším počtem poranění na jednom stromě narůstá riziko jeho infikování, na druhou stranu se snižuje škoda na porostu jako celku. Koefficient je specifikován na základě experimentálních měření a je definovaný pro věkové třídy, kde byly středně výkonové harvesterové technologie nasazeny (tab. 1).

- Koefficient kvalitativní ztráty po napadení dřeviny hnilobou ( $k_h$ )

Dřevo stromu napadené hnilobou ztrácí na kvalitě. Rychlost šíření hniloby nelze jednoznačně definovat. Koefficient specifikuje rychlost šíření hniloby dřevem. S ohledem na rychlost pronikání hniloby se hodnota koeficientu mění s časem od těžebního zásahu, při kterém byl strom poškozen (tab. 2).

- Koefficient redukce přírůstu ( $k_p$ )

Koefficient specifikuje kvantitativní ztrátu objemu způsobenou poškozením stromu. Největším rizikem pro redukci přírůstu je amputace hlavního kořene pojezdem, a to až o 50 % (KALLIO 1974). Koefficient nezahrnuje riziko snižování přírůstu tlakem stroje na půdňi povrch a s ním i na kořeny lesní dřeviny.

### Teorie odhadu finanční ztráty na poškozených dřevinách

Finanční ztráty, které vzniknou vlastníkovému lesu z poškozených lesních dřevin po nastávajícím těžebním zásahu, tak lze odhadnout ze vztahu (1):

$$Z_D = (Z_1 + Z_2) \cdot V_s \cdot \left(1 + \frac{\Delta V_p}{V_s}\right) \cdot (1 + k_n) \cdot (1 - k_{vp}) \cdot k_h \cdot k_p \cdot c_D \cdot \left(1 - \frac{c_p}{c_D}\right) \quad (\text{Kč/ha}), \quad (1)$$

kde

- $Z_1$  počet poranění na stávajících stromech způsobené kácením a zpracováním stromu (ks/ha)
- $Z_2$  počet poranění na stávajících stromech způsobené vyvážení dříví (ks/ha)
- $V_s$  hmotnatost středního kmene stávajícího porostu (m<sup>3</sup>/kmen)
- $\Delta V_p$  rozdíl mezi předpokládanou hmotností středního stromu v době následujícího zásahu a současnou hmotností středního stromu, tzn.  $\Delta V_p = V_p - V_s$
- $V_p$  předpokládaná hmotnatost středního kmene v době následujícího zásahu – viz graf 1 (m<sup>3</sup>/kmen)
- $k_n$  koefficient rizika napadení stromu hnilobou (-)  
 $k_n \in <0,1 - 1 >$
- $k_{vp}$  koefficient vícečetného poranění stromu – viz tabulka 2 (-)
- $k_h$  koefficient kvalitativní ztráty po napadení dřeviny hnilobou – viz tabulka 3 (-)
- $k_p$  koefficient redukce přírůstu (-)  
 $k_p \in <0,5 - 0,99 >$

Tab. 1.

Koefficient vícečetného poranění stromu ( $k_{vp}$ )  
Coefficient of multipath damage to tree ( $k_{vp}$ )

Věková třída/Age class	3	4	5
$k_{vp}$	0,1 – 0,4	0,1 - 0,3	0,1 – 0,2

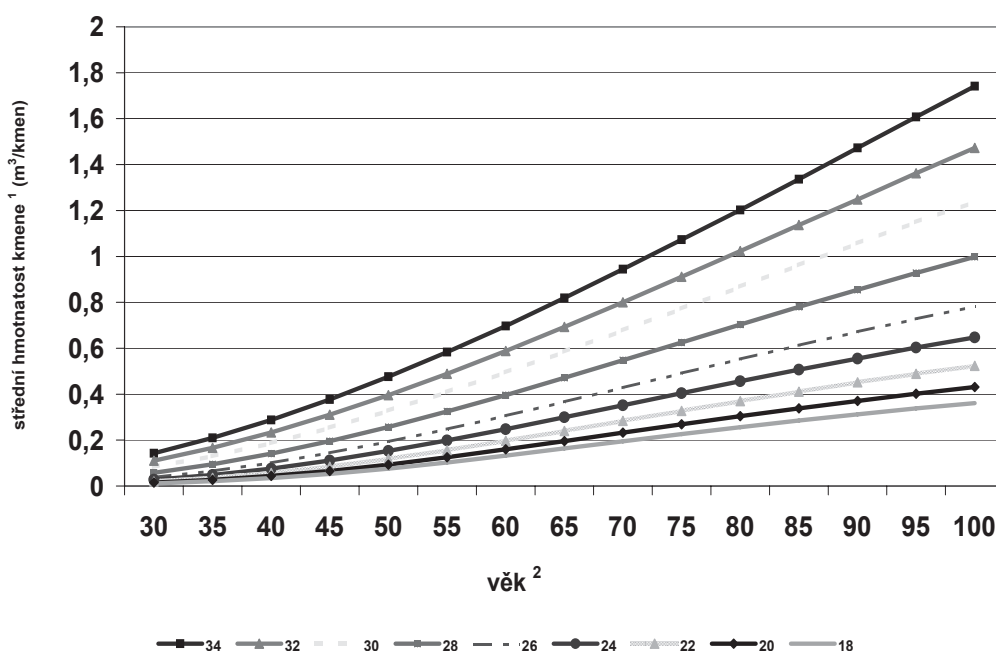
Tab. 2.

Koefficient kvalitativní ztráty po napadení hnilobou ( $k_h$ )  
Coefficient of qualitatively loss after fungal attack ( $k_h$ )

Rok od těžebního zásahu/Logging cut period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_h$	0,01-0,08	0,02-0,15	0,04-0,26	0,06-0,29	0,07-0,35	0,10-0,41	0,11-0,47	0,12-0,53	0,13-0,58	0,15-0,63

**Tab. 3.**Technické parametry strojů  
Engineering characteristic of machines

Vybrané parametry/Characteristics	Timberjack 1070	Valmet 840.1
Hmotnost/Weight (kg)	13 800	15 560
Délka/Length (mm)	6 600	9 040
Šířka/Width (mm)	2 780	2 630
Výška/Height(mm)	3 620	3 830
Světlost/Lightness (mm)	575	630
Dosah jeřábu/Crane radius (mm)	10 000	8 700
Výkon/Performance (kW)	123 kW při 2 200 ot./min.	94 kW při 2 000 ot./min.
Přední pneu/Front pneu	700 x 22,5	600/55 x 26,5/16
Zadní pneu/Back pneu <sup>0</sup>	600 x 30,5	
Rychlost/Velocity (km/h)	0 - 25	0 - 20

**Graf 1.**Předpokládaná hmotnost středního kmene ( $V_p$ ) v závislosti na věku a bonitě lesního porostuExpected mean volume ( $V_p$ ) depending on age and site quality of stands.<sup>1</sup>) mean volume (m<sup>3</sup>/tree), <sup>2</sup>) age

### Verifikace škod na lesních dřevinách

Kontrolní měření byla prováděna v lesních porostech ŠLP v Kosteletci nad Černými lesy. Nasazeny byly harvester Timberjack 1070 a vyvážecí traktor Valmet 840.1. Technické parametry shrnuje tabulka 3.

Podíl poškozených stromů při nasazení harvesterové technologie ve vybraných porostech je až o 10 % vyšší, než potvrzuje běžný výzkum (tab. 4). Rozpětí škod na zkusných čtvercích se pohybuje v intervalu od 5,0 % do 28,6 %. Průměr ze 12 zkusných ploch je 14,6 %. Z celkového počtu bylo 36 % oděrů na stromech asanováno. Kontrolní metoda zkusných pruhů vykazuje podíl poško-

zených zůstávajících stromů 12,8 % z celkového počtu a výsledky nepotvrzují statisticky významný rozdíl škod s ohledem na použitou metodiku.

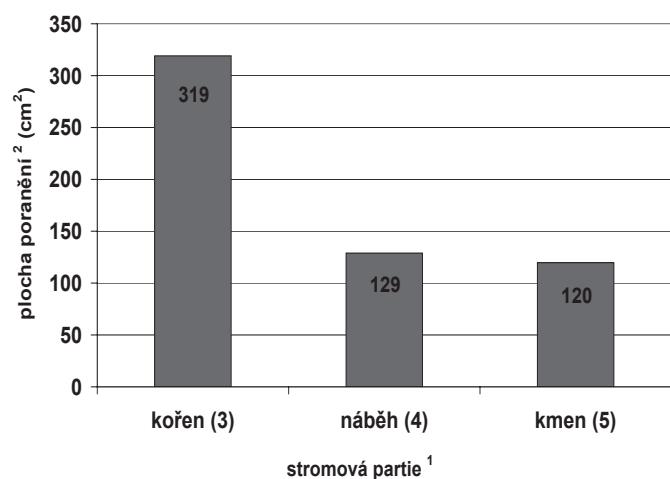
Rozložení poranění na stromech se pohybuje v intervalech od 0 do 1 000 cm<sup>2</sup> (tab. 5). Nevětší počet škod je zahrnut v intervalu 51 – 200 cm<sup>2</sup>, který bez ohledu na poraněnou partii obsahuje 31,3 škod/ha (37 % poranění). Nejmenší počet škod je v intervalu od 501 do 1 000 cm<sup>2</sup> s počtem 8,3 škod/ha. Tento počet činí 10 % všech škod v lesním porostu.

Průměrná velikost poranění na stromových partiích se pohybuje od 120 do 319 cm<sup>2</sup> (graf 2). Největší průměrná plošná velikost odě-

**Tab. 4.**

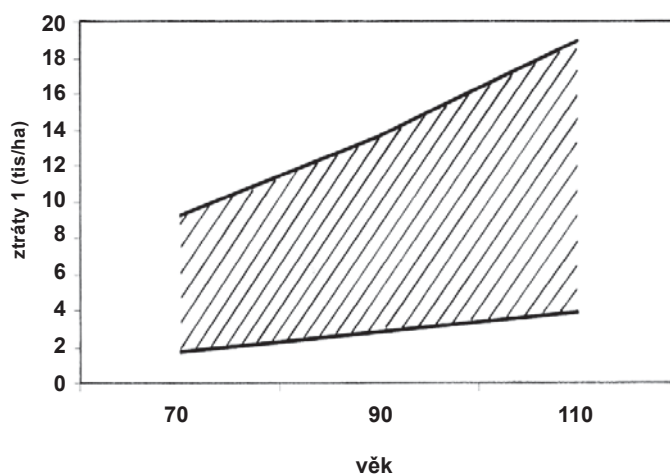
Počet a podíl poškozených stromů na zkušných plochách  
Number and share of damaged trees on sample plots

Č. zkušné plochy/ Sample plot	Počet stromů/ Number of trees	Počet poraněných stromů/Number of damaged trees			Podíl poškozených stromů/ Share of damaged trees
		celkem na zkušné ploše/ sum on the sample plot	z toho vícenásobně/ multiple	celkem na 1 ha/ total per ha	
1	39	6	0	150	15,4
2	20	3	1	75	15,0
3	15	4	0	100	26,7
4	14	4	0	100	28,6
5	18	4	0	100	22,2
6	23	3	0	75	13,0
7	18	1	1	25	5,6
8	24	3	1	75	12,5
9	25	3	1	75	12,0
10	34	0	0	0	0,0
11	20	1	0	25	5,0
12	17	3	0	75	17,6
Průměrné poškození/Average damage				73	14,5

**Graf 2.**

Průměrná velikost poranění na stromových partiích  
Average damage dimension of tree parts

<sup>1</sup>) tree part, <sup>2</sup>) damage dimension (cm<sup>2</sup>), <sup>3</sup>) root, <sup>4</sup>) buttress, <sup>5</sup>) trunk

**Graf 3.**

Finanční ztráty na smrkovém porostu s věkovým vývojem při zakme-  
nění 8

Financial loss of the spruce stand in dependence on the age and in  
the stocking 8

<sup>1</sup>) losses (th. crowns/hectar), <sup>2</sup>) age

rů je na kořenech. Příčinou poranění je interakce trakčního ústrojí harvestoru či forwarderu s kořeny. Nadměrná velikost rány je způsobena přejezdem harvestoru a opakovaným přejezdem forwarderů při vyvážení dříví, při kterém dochází k narušení mělkého půdního povrchu a talířového kořenového systému smrků. Frekventovanou jízdu stroje přes již způsobené oděry se jejich plocha navíc dále rozšiřovala. Plošná velikost škody na náběžích nepřekračuje hranici 130 cm<sup>2</sup>. Nejčastější příčinou je opět poškození trakčním ústrojím harvestorem nebo vyvážecím traktorem na úzkých vyvážecích linkách, popř. vyklizování stromu před jeho zpracováním, v neposlední řadě poškození nesprávným uložením sortimentů a nezodpovědnosti při jejich nakládání do ložného prostoru forwarderu. Škody na kmenech o průměrné velikosti 120 cm<sup>2</sup> jsou nejčastěji z nedbalosti danou špatným nasměrováním stromu před kácením a následným pádem káceného stromu na stojící. Kmen je často poškozen i komponenty strojů, např. hydraulickým jeřábem, klanicemi apod., při manipulaci s kmenem nebo vyrobenými sortimenty.

Výpočet předpokládané současné a budoucí finanční ztráty na jeden hektar sledovaného porostu je ilustrován v grafu 3. Největší riziko ztráty představuje součinitel objemové napadení stromu hnilobou. S mírou rizika a pravděpodobností rozšíření hniloby stromem může být po 10 letech, tj. v době dalšího zásahu, kvalitativně poškozeno 15 – 63 % veškeré hmoty z poškozených stromů.

Poměrně malým nebezpečím, které ohrožuje kvantitativní ztráty, je součinitel přírůstu. Největší riziko pro přírůst hrozí s amputací hlavního kořene, které je málo pravděpodobné. K největšímu snižování přírůstu dochází u poškozených stromů, které jsou především podél linek. U těchto stromů nedochází k přímému poškození kořenu stromů, ale ke zvýšenému tlaku na ně. Riziko snižování přírůstu je kompenzováno světlostním přírůstem, který se zvyšuje při prosvětlení porostu podél vyvážecích linek.

Z dalších součinitelů, které se na kvalitativních nebo kvantitativních ztrátách mohou odrazit, je vícečetnost poranění na jednom stromu.

V neposlední řadě hraje velký vliv cena sortimentů a zhodnocení hnilobou nepoškozeného a poškozeného kmene. Někteří autoři uvádí s poškozeným a hnilobou napadeným dřevem stoprocentní ztrátu hodnoty. Důležité je počítat i s částečnou návratností hodnoty v podobě vlákniny nebo palivového dříví, které představuje 25 – 48% tržní návratnost. Ztráta, která tak vzniká, tvoří cca 52 - 75 % hodnoty kulatiny hnilobou napadené části stromu. Z grafu 3 je patrné, že s věkovým odstupem od předchozího zásahu se nůžky možných finančních ztrát stále více rozevírají. Toto je dáno předpokládanou hmotností středního kmene v době následného zásahu, rizikem napade-

ní tohoto objemu hnilobou a předpokládanou cenou sortimentů. Po současném zásahu tak můžeme předpokládat ztrátu při těžebním zásahu v dalším decenniu 2,8 – 13,5 tis. Kč/ha a to i po zpeněžení hnilobou napadeného dříví z poškozených stromů. Tyto výsledky potvrzují i analýzy z výzkumu (MALÍK, DVOŘÁK 2007), které vykazují škody 2,1 – 6,5 tis. Kč/ha při průměrné hmotnosti vzorníků 0,33 m<sup>3</sup> a 8,5 % poškozených stromů v porostu.

## ZÁVĚR

Těžebně-dopravní činnost jakéhokoli technologického postupu způsobuje určitou míru škod, která se odráží na produkčních funkcích lesního ekosystému a tím i na finanční stránce hospodaření. Aby bylo možné předcházet těmto důsledkům, je nutné znát jejich rozsah a zvažovat případná lesotechnická opatření pro prevenci popř. nápravu škod, která může být ve svém důsledku ekonomicky nákladnější než ponechání škod přirozené regeneraci.

Po analýze experimentálních měření v oblasti poškozování lesních dřevin a nárůstů lze předpokládat možné systémové vyčíslování případných materiálních ztrát vznikajících s těžbou stromů a přirozenou obnovou lesních porostů.

Hlavními fázemi úkolu tak je:

- experimentální měření v lesních porostech po těžebně-dopravní činnosti,
- analýza majoritních faktorů odrážejících se po poškození lesního porostu (dřevina a nárůstů) v maximální míře na ztrátách v lesních porostech,
- navržení matematického vztahu, z kterého je možné odhadnout kvantitativní škody způsobené poškozením lesních dřevin a přirozeného nárůstu.

Analýzy ukázaly, že ztráty na lesních dřevinách po jejich poranění ovlivňuje riziko napadení poškozeného stromu hnilobou, šíření hniloby dřevinou do doby dalšího těžebního zásahu, mnohačetnost poranění dřeviny a omezování přírůstu v závislosti na počtu poraněných dřevin a jejich hmotnosti, která udává možnost finanční výtěžnosti z odtěženého stromu.

Výsledky matematické analýzy ukázaly největší vliv na finanční ztrátě dříví s rizikem šíření hniloby. Po období 5 let může být kvalitativně poškozeno 7 – 35 % z objemu poškozeného stromu a po deseti letech 15 – 63 % z objemu. Důležitá je samozřejmě pravděpodobnost samotného napadení stromu hnilobou, která je v závislosti na velikosti poranění a jeho asanaci u stromů s nejnižší oděrem do 10 cm<sup>2</sup> (0 %) a maximální s poraněním na 200 cm<sup>2</sup> (100 %). Co se týká mnohačet-

**Tab. 5.**

Rozložení oděrů v závislosti na velikosti a umístění  
Damage separation in dependence on dimension and location

Plocha/ Dimension (cm <sup>2</sup> )	Kořen/ Root (ks/ha)	Náběh/ Buttress (ks/ha)	Kmen/Trunk (ks/ha)
0 - 10	0,0	4,2	14,6
11 - 50	4,2	8,3	2,1
51 - 200	8,3	10,4	12,5
201 - 500	4,2	6,3	2,1
501 – 1 000	6,3	0,0	2,1

nosti poranění stromů, zde je vliv nižší. S ohledem na 3. – 5. věkový stupeň bylo poraněno 10 – 40 % stromů dvěma a více poraněními a riziko poranění stromů se tak kumuluje na menším počtu dřevin. Změna škod s rizikem snížení přírůstu je s poraněním stromu velice nízká, 1 – 2 %. Extrémní případem je narušení hlavního kořene, kdy je nebezpečí snížení přírůstu až 50 %, nebo nepřímé poškození kořenů pojezdem (utužování), kde dochází ke snižování přírůstu za decennium až o 4,8 – 11,6 % (RONAY 1982).

Tyto závěry jsou dále používány pro obecné vyčíslování ztrát škod ve smrkových lesních porostech, které zastupují 53 % z celkové plochy porostní půdy.

## LITERATURA

- DVOŘÁK, J. Estimation of injuries caused by harvester technologies in the mountain regions. *Zeszyty Naukowe*, svazek, 2005, vol. 419, s. 127-134.
- DVOŘÁK, J. Predikce škod po nasazení harvesterové technologie v horských oblastech. In *Mobilné energetické prostriedky - Hydroaulika - Životné prostredie - Ergonómia mobilných strojov*. Zvolen: FLE, 2005, s. 44-50.
- DVOŘÁK, J., UHLÍŘ, Z. Ekologické dopady harvesterové a klasické technologie na dřeviny v předmýtních těžbách. In *Trendy lesníckej, drevárskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese*. Zvolen: FEVT, 2006, s. 64-71.
- GRAMMEL, R. *Holzernte und Holztransport*. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität, 1988. 242 s.
- HOREK, P. Následky poškození probírkových porostů těžební a dopravní technikou. *Lesnická práce*, 1991, roč. 91, č. 11, s. 329-331.
- JANEČEK, A. et al. Výchozí předpoklady optimalizace technických a technologických parametrů těžebně dopravních systémů nasazených v pracovních procesech. Praha: ČZU, 2000. 82 s.
- KALLIO, T. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies*). Helsinki: Suomen metsätieteellinen seura, 1974. 24 s.
- MALÍK, V., DVOŘÁK, J. Harvesterové technologie – Vliv na lesní porosty. Kostelec n. Č. l.: *Lesnická práce*, 2007. 82 s.
- RÓNAY, E. *Doprava dřeva*. Bratislava: Nakladatelství Příroda, 1982. 320 s.
- ULRICH, R. et al. Použití harvesterové technologie v probírkách. Brno: MZLU, 2002. 98 s.

## GENERAL MODEL FOR ESTIMATION OF FINANCIAL LOSS ON DAMAGED TREES AFTER LOGGING AND HAULING PROCESSING

### SUMMARY

Damage to forest-tree species is reaffirmed trouble, which is connected with logging and hauling processing in the forest management. Control experimental measurements were realized in stands with spruce representation (75 – 95 %) and mean volume 0.51 m<sup>3</sup>/tree. Minority share of forest trees is constituted by pine, larch, oak and birch. Stand age lies within interval from 73 to 76 years and the stocking is 8. Terrain conditions are classified as the terrain type 11 (slope from 0 to 8 %, snag free and rideable). The logging and hauling processing were carried out with the harvester technology (tab. 3).

The financial losses, which will spring out of tree damages, can be calculated from the new formula: (1) Basic factors that influence financial losses are number of tree injuries, mean volume of the tree at present and tree-volume in the course of following felling (graph 1), risk of the fungal attack, probability of the multipath tree injuries (tab. 1), qualitative wood losses (tab. 2), the increment reduction and the pecuniary income of the healthy trunk and of the damaged timber.

Average number of damaged trees represented 14.5 % (calculated from trees standing after performed felling). Injuries were classified by size and by tree parts to 15 classes (tab. 4). Average size of injured area is dependent on the location on a tree part (graph 2). Total financial losses, which will spring up on the background of these damages and in stated production conditions during 10 years can be estimated at 2.8 – 13.5 th. crowns/ha (graph 3).

Recenzováno

### ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jiří Dvořák, Ph.D., Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská universita  
Kamýcká 1176, 165 21, Praha 6 - Suchbátka, Česká republika  
tel.: 728 538 024; e-mail: dvorakj@fld.czu.cz