

KONTROLNÍ METODY PRO STANOVENÍ POŠKOZENÍ PŮDY A STOJÍCÍCH STROMŮ TĚŽEBNĚ DOPRAVNÍMI TECHNOLOGIEMI

CONTROL METHODS FOR DEFINING SOIL AND TREES DAMAGE BY LOGGING AND HAULING TECHNOLOGIES

RADEK JIROUŠEK - RADOMÍR KLVAČ - STANISLAV LIŠKA
LDF MZLU, Brno

ABSTRACT

Within the framework of sustainable forestry supported by the PEFC and FSC certification systems felling and skidding operations are to be carried out by environment-friendly methods. There is no uniform method in the European Union for the quantification of damages to forest stands after logging operations. Individually existing control methods used at the present time are based on different methodologies. The damage to forest stands can be reduced by a properly used highly mechanized technology. The upper limit of damage to standing trees achievable is 6% of trees at maximum. The upper limit of damage to soil can be derived from the root system growth space of Norway spruce (*Picea abies* L.) and is represented by a rut depth of 10 cm.

Klíčová slova: poškození porostu, vysoce mechanizovaná technologie, kontrolní metody

Key words: forest stand damage, fully mechanized technology, control methods

PROBLEMATIKA

Trvale udržitelné hospodaření je jednou z nejvýznamnějších priorit současného lesního hospodářství, plně podporované certifikačními systémy PEFC a FSC. V souvislosti s otázkou trvale udržitelného hospodaření je nutné zamyslet se nad přístupem k lesnímu ekosystému jako takovému, zejména v hospodářských lesích. Tento přístup se samozřejmě týká i těžby a dopravy dříví. Je zřejmé, že vlivem nasazení těžebně dopravní technologie dochází v lesních ekosystémech vždy k určitému poškození těchto ekosystémů jako důsledek interakce stroje a stojících stromů, potažmo půdního povrchu.

Těžebně dopravní technologie nelze posuzovat pouze z hlediska dosahovaných směnových výkonností, produktivity práce, energetické náročnosti, vynaložených nákladů atd., ale také z hlediska škod, způsobených na stávajícím porostu. Cílem vhodně zvolené těžebně dopravní technologie by tedy měla být snaha o minimalizaci škod.

Ochranu před vznikem škod můžeme rozdělit na aktivní a na pasivní. Aktivní ochranu je možné chápat jako komplex technických, výrobních, technologických a organizačních opatření, která slouží ke snížení vzniku škod na lesních ekosystémech. Ochrana pasivní se snaží škodám zamezit pouhým omezováním či zakazováním výrobních postupů apod. (SIMANOV 2001 in MICHÁLEK 2002).

Použití vysoce mechanizovaných těžebních technologií při správně dodržení technologického postupu snižuje poškození lesních ekosystémů v porovnání s klasickými technologiemi. ULRICH et al. (1999) uvádí hodnoty míry poškození stojících stromů pro harvesterovou technologii (2%) a pro kmenovou těžební technologii při výchovných těžebních zásazích (viz tab. 1). RYANEN (1992) prezentuje obdobné hodnoty. Přesto, že někteří autoři uvádějí hodnoty poškození stávajícího porostu vyšší, např. DVOŘÁK (2004) in ULRICH, DVOŘÁK (2004) až 6,14 %, lze tyto vysoce mechanizo-

vané technologie při dodržení správně navrženého technologického procesu označit za šetrné vůči lesním ekosystémům.

V mnoha evropských zemích je podíl zpracovávané dřevní suroviny vysoce mechanizovanou technologií oproti motomanuální technologii mnohem vyšší než v ČR, např. Švédsko (cca 98 %), Irsko (95 %) a Finsko (cca 91 %) (KARJALAINEN et al. 2001).

Vzhledem k rostoucí ceně pracovní síly a snižujícího se zájmu o práci v lesnickém sektoru se drobně navyšuje v ČR i objem těžebních prací zajišťovaných harvesterovou technologií. Přesto nedosahuje v ČR zdaleka takový objem jako v obou skandinávských zemích a Irsku. V roce 2005 dosahoval objem takto zpracovaného dříví 1,712 mil. m³ z celkového objemu těžby, což představuje 11 % z celkového objemu 15,51 mil. m³ těžebního dříví (Anon. 2005).

V rámci lesnické praxe EU neexistuje žádná jednotná norma hodnocení stavu lesních porostů po provedení těžebních zásahů. Pro stanovení míry poškození porostu a půdy pojezdem stroje se používá několik metod, jejichž pracnost, praktická použitelnost, přesnost a rychlost je různá. Cílem práce je analyzovat metody používané pro hodnocení poškození půdy či porostu těžebně dopravními technologiemi a navrhnout ty metody, které jsou pro určení míry poškození půdy a porostu nejvhodnější.

METODIKA

Metoda „německá“

Tato metoda se používá pro kontrolu kvality provedení těžebního zásahu v SRN (Spolková republika Německo). Metodika spočívá ve vytyčení kruhové zkusné plochy o poloměru 12,6 m (0,05 ha). Na této ploše se zjišťuje poškození půdy podle hloubky kolejí a registrují se i poškození stojících stromů. V praxi bývá

pro zjednodušení a urychlení kontroly vytyčení kruhové plochy nahrazeno vytyčením čtverce o rozměrech 20 x 20 m (0,04 ha).

Rozmístění a rozestup zkusných ploch nejsou stanoveny, plochy jsou v porostu vytyčovány subjektivně. Jejich minimální počet je závislý na ploše porostu podle tabulky 5. Zkusné plochy se umísťují tak, aby jejich středy ležely vždy ve středu linky, nejméně však 13 m od porostního okraje. Zkusná plocha tak protíná přibližovací linku ve 4 měříčských bodech. (Informační sešit č. 28, Umweltschonender Maschinensatz, Niedersachsen, SRN 1992). V těchto bodech je pak měřena hloubka vyjetých kolejí a na celé ploše zkusné plochy jsou registrována poškození stojících stromů v plošných rozmezích do 10 cm², do 100 cm² nad 100 cm² a počet stromů nepoškozených.

Metoda Mc Mahona

Metoda slouží k stanovení míry poškození půdy. Koncepte metody spočívá v okulárním odhadu porušení půdy na měříčských bodech. Body leží na vytyčených liniích, kolmých na přibližovací linky. Rozestup linií je závislý na ploše porostu a vypočte se ze vzta- hu

$$R = \frac{L}{n} * 10000 \quad (1)$$

kde:

- R - rozestup linií (m)
- P - plocha porostu (ha)
- n - počet měříčských bodů

Jednotlivým bodům je podle rozsahu poškození přiřazen číselný kód. Body jsou na transektech umístěny ve vzdálenosti 1 m. Body leží vždy ve středu plošek o průměru 0,3 m (707 cm²). Počet bodů je ovlivněn požadovanou přesností (resp. maximální chybou v procentech), viz tabulka 2.

Metoda Mc Mahona modifikovaná (výzkumná studie 9925 o zjišťování mechanických poškození stojících stromů, Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU v Brně)

Pro potřebu zjištění využitelnosti metody Mc Mahona i pro potřebu stanovení míry poškození stojících stromů byla metoda podle Mc Mahona modifikována. Modifikace spočívá v rozšíření o 4 číselné kódy, týkající se popisu poškození stojících stromů (tab. 3). Tyto kódy charakterizují mechanické poškození vzniklé interakcí stroje či nákladu a stojícího stromu. Pokud se na jednom stromě vyskytuje více poškození, registruje se každé jednotlivě a zvlášť. Tato poškození jsou registrována na stromech, vyskytujících se v pruhu o šířce 1 m od vyhodnocovací vytyčené linie.

Metoda „finská“

Tato metoda je velice podobná metodě „německé“. Na přibližovacích linkách se vytyčují obdélníkové zkusné plochy o rozměrech 10 x 24 m (0,024 ha). Každá jednotlivá zkusná plocha je nadále rozdělena do osmi dílčích ploch o rozměrech 3 x 10 m. Na zkusné ploše se měří hloubka kolejí na lince a v rámci jednotlivých dílčích ploch se provádí i evidence poškozených stromů. Rozestup zkusných ploch se řídí podle velikosti porostu (tab. 4). Zaznamenávají se pouze hloubky kolejí přesahující 10 cm. Při vyhodnocení kvality práce je počet hloubek kolejí přesahujících 10 cm násoben rozestupem měříčských bodů a tato vypočítaná délka kolejí je vztažena na celkovou dráhu kolejí (100 %). Za kvalitně zpracované pracoviště se považuje takové, u kterého hloubka kolejí přesahující 10 cm nepřesáhla 5 % celkové délky přibližovacích linek.

Metoda „švédská“

Jedná se o metodu kruhových zkusných ploch, reprezentativně rozmístěných v daném porostu, autorů BJÖRHEDENA a FRÖDINGA (1986). Doporučené rozestupy a počty ploch se zvyšují s velikostí porostu. Samotné vytyčení ploch v porostu se provádí krokováním ve zvoleném směru z výchozího bodu (zpravidla je jím bod na okraji porostu). První plocha se umístí vždy do rohu porostu a to ve vzdálenosti rovnající se polovině odstupové vzdálenosti. Následuje rozmístění dalších ploch. Zkusné plochy mimo porostů s vysokým zakmeněním jsou o velikosti 100 m², jedná se tedy o kruhové plochy o poloměru 5,64 m. V porostech s vysokým zakmeněním se plocha zkusných ploch redukuje na plochu 50 m², což odpovídá poloměru 3,99 m. Na zkusné ploše se provádí inventarizace poškození ve stejných kategoriích jako u ostatních metod. Zjišťování poškození půdního povrchu se provádí na přibližovacích linkách v intervalu 10 m.

VÝSLEDKY

Matematicko-statistické porovnání kontrolních metod

Metoda „německá“

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Budeme-li tedy předpokládat normální rozdělení statistických souborů zjišťovaných a měřených hodnot, intervalový odhad střední hodnoty určující chybu je dán vzorcem

$$\mu = \bar{x} \pm t_{\alpha/2}^* \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (2)$$

kde

- $t_{\alpha/2}^*$ - kritická hodnota Studentova t-rozdělení $\alpha/2$ hladiny významnosti pro $n-1$ stupňů volnosti. Při jednostranném intervalu spolehlivosti se užívá kvantit t_{α} . (DRÁPELA, 2002)
- s^2 - rozptyl souboru hodnot

Z matematického výrazu

$$t_{\alpha/2}^* \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}},$$

podle kterého se vypočítá chyba, vychází vzorec pro stanovení potřebného rozsahu souboru ve tvaru

$$n = t_{\alpha/2}^2 \cdot \frac{s^2}{\Delta^2} \quad (3)$$

kde

- $t_{\alpha/2}^*$ - kvantil Studentova t-rozdělení pro $n-1$ stupňů volnosti a $\alpha/2$ hladinu významnosti
- s^2 - rozptyl souboru hodnot
- Δ^2 - je požadovaná velikost chyby

Na 1 ha porostní těžebné plochy se vyznačují maximálně 3 zkusné plochy. Při dosažení 5% chyby je tedy pro $n = 3$ odpovídající rozptyl $s^2 = 2,7 \%$. Tato hodnota rozptylu odpovídá variačnímu rozpětí $R \% = 9,9 \%$ střední hodnoty. Znamená to tedy, že maximální a minimální naměřené hodnoty se mohou lišit pouze o 9,9 % střední hodnoty.

Metoda finská

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Budeme-li tedy předpokládat normální rozdělení statistických souborů zjišťovaných a měřených hodnot, intervalový odhad střední hodnoty určující chybu je dán opět vzorcem (2), shodným jako u metody německé. Ke stanovení přesnosti této metody se používají stejné matematické výrazy jako u metody německé (3).

Metoda švédská

Z matematicko-statistického hlediska je tato metoda založena na principu náhodného výběru. Proto se používají stejné matematické výrazy jako u metod německé a finské. Z tabulky počtu ploch (tab. 5) lze vyčíst, že na 1 ha porostní těžené plochy se u švédské metody vyznačuje 25 zkusných ploch. Pak tedy pro $n = 25$ je pro dosažení požadované 5% chyby odpovídající rozptyl $s^2 = 9,82 \%$. Tato hodnota rozptylu odpovídá variačnímu rozpětí $R \% = 14,3 \%$ střední hodnoty. Znamená to tedy, že maximální a minimální naměřené hodnoty se mohou lišit pouze o 14,3 % střední hodnoty.

Metoda podle Mc Mahona

Veličinami poškození jsou jednotlivé kódy poškození půdy a stojících stromů, tedy relativní četnosti kvalitativních znaků s hodnotami veličin 1 – 0 (ano - ne). Jedná se tedy o veličiny charakteru pravděpodobnosti s binomickým rozdělením a parametrem střední hodnoty $\mu = p$.

Směrodatná odchylka se vypočte podle vztahu

$$\sigma = \frac{p*(1-p)}{n} \quad (4)$$

kde:

p je pravděpodobnost výskytu jevu (kódu poškození)
n je celkový počet výsledků pokusů.

Přesnost výsledku určuje interval spolehlivosti pro relativní četnost p, který má odhadní vzorec

$$P = p \pm z_{\alpha} * \sqrt{\frac{p*(1-p)}{n}} \quad (5)$$

podle polohy hodnot p a n,

kde:

p je pravděpodobnost výskytu jevu (kódu poškození)
n je celkový počet výsledků pokusů.

Pro dostatečně velká n a p, ležící v intervalu 30 – 70 %, symbol P označuje odhadnutý interval spolehlivosti a značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α . Potřebný rozsah měření pak vypočítáme podle vztahu

$$n = p*(1-p) * \frac{z_{\alpha}^2}{\Delta^2} \quad (6)$$

kde:

Δ je uvažovaná chyba
značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α .
p odhadnutý interval spolehlivosti

Pro dostatečně velká n a p, ležící v intervalu pod 30 % a nad 70 %, je nutno použít nejprve Fischerovu transformaci. Odhad $\varphi_p = 2*\arcsin \sqrt{p}$ intervalu spolehlivosti pro transformovanou veličinu φ_p lze stanovit jako

$$\varphi_p = \varphi_p \pm \frac{z_{\alpha}}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

kde:

z_{α} značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α
 φ_p odhad intervalu spolehlivosti pro transformovanou veličinu
n počet výsledků pokusů

Z tohoto výrazu vypočítaný potřebný rozsah měření se zjistí rovněž z výrazu

$$n = p*(1-p) * \frac{z_{\alpha}^2}{\Delta^2} \quad (8)$$

kde:

z_{α} značí kvantit normovaného normálního rozdělení pro pravděpodobnost α
n počet výsledků pokusů
p odhadnutý interval spolehlivosti

Požadované počty měření při pravděpodobnosti dosažení požadované přesnosti 95 %, tj. $Z_{\alpha} = 1,96 (= 2)$ jsou uvedeny v tabulce 2.

DISKUSE A ZÁVĚR

Použitá metoda by měla vždy odpovídat cíli zkoumání míry poškození a případně být použitelná pro stanovení výše náhrady za tato poškození. Je zřejmé, že metoda Mc Mahon analyzuje poškození porostů komplexně, s původním zaměřením především na poškození půdy, riziko vzniku erozí apod. S doplněnými kódy popisujícími poškození stojících stromů se z této metody stal všestranný nástroj, umožňující stanovit příčinu a rozsah poškození půdy i stávajícího porostu. Vzhledem k vysokému počtu měřičských bodů, zaručujících požadovanou přesnost, a obtížnému vyznačování měřičských transektů v mladších porostech a porostech s vysokým zakmeněním je metoda Mc Mahon vhodná spíše pro účely velmi přesného stanovení poškození pro znalecké posudky sloužící k určení výše náhrady za poškození lesního majetku a pro vědecké účely. K praktickému pružnému používání jsou vhodnější vzhledem k menší časové náročnosti a dostačující přesnosti metody ostatní.

Pojetím zkoumaných veličin poškození porostů se liší Mc Mahon od finské, švédské i německé metody. Míra přesnosti u metody Mc Mahon je přímo závislá na počtu měřičských bodů. Přesnost německé, finské a švédské metody je závislá na skutečném rozptylu naměřených hodnot poškození. Potřebný počet ploch určuje rozptyl hodnot pro požadovanou přesnost. S větším počtem změřených zkusných ploch lze předpokládat přesnější výsledek. Obecně lze konstatovat, že mezi výsledky, dosaženými těmito metodami, není statisticky významný rozdíl.

Rozdíly v naměřené míře poškození jednotlivých porostů, naměřených jednotlivými metodami lze přičíst jednak odlišným přírodním podmínkám v porostech i lidskému faktoru. Ten ovlivňuje kvalitu provedené práce operátorů strojů a subjektivní rozmístění ploch u německé, finské i švédské metody.

Lze tedy konstatovat, že pro provozní praktické potřeby jsou z hlediska přesnosti vhodné díky nevýznamným rozdílům všechny jmenované metody. Proto by v rozhodovacím procesu měl být kladen důraz na časovou náročnost metod a tedy i na nižší náklady na kontrolu pracoviště. Z těchto důvodů jsou vhodnější metody německá, švédská nebo finská.

Vhodným nasazením harvesterových technologií lze docílit nižších škod na stojících stromech. ULRICH (1999) uvádí 2 %, RYYANEN (1992) uvádí hodnoty mezi 0,9 - 1,5 %, DVOŘÁK (2004) maximálně poškození 6% stojících stromů.

Za kritickou hodnotu poškození půdy lze i v tuzemských podmínkách považovat hloubku kolejí 10 cm tak, jak tuto hranici popisuje finská metoda zjišťování porušení půdy. Tato hranice poškození vychází z biologických a růstových vlastností smrku ztepilého jako nejvíce zastoupené dřeviny v ČR. ULRICH (2006) uvádí, že kořenový prostor pod středoevropskými smrkovými

porosty je jen několik cm vysoký (8 - 20 cm). Z tohoto důvodu by vyšší tolerovaná hloubka kolejí vedla nutně k poškození kořenového systému. Lze vycházet i z přehledu poškození uvedeného v tabulce 6. Kromě poškození půdy jsou zde uvedeny i jednotlivé typy poškození stromů.

Tato dílčí zjištění vedou k možnosti stanovení mezní hranice přípustných škod na půdním povrchu. Autoři se domnívají, že mezní hranici při používání harvesterových technologií pro těžbu a přibližování dříví by měla být stanovena hloubka kolejí 10 cm na maximálně 10 % celkové přibližovací vzdálenosti.

Poděkování:

Tato práce byla vypracována s přispěním výzkumného záměru LDF MZLU v Brně č. MSM 6215648902 „Les a dřevo, ...“ a projektu NAZV č. QH71159 Ministerstva zemědělství ČR „Model multikriteriálního hodnocení šetrných přibližovacích technologií“.

Tab. 1.

Rozsah škod při použití různých těžebních technologií a jejich variant
Damages when various harvesting technologies are used with their variants

Sortimentní metoda (harvesterová technologie)/ Assortment technology (harvesting)	Kmenová technologie (kácení - ŘMP, vyklizování - kůň, přibližování - UKT)/ Stem technology (felling, skidding by horse, by UKT)	Kmenová technologie (kácení - ŘMP, vyklizování - kůň, přibližování - SLKT)/ Stem technology (felling, skidding by horse, by SLKT)
2,02 %	7,28 %	22,12 %

Pozn.: ŘMP – řetězová motorová pila; UKT – univerzální kolový traktor; SLKT – speciální lesní kolový traktor/ Note: ŘMP - chain power saw; UKT – farm tractor; SLKT - skidder

Tab. 2.

Potřebný počet měřičských bodů pro požadovanou přesnost měření (MC MAHON 1995)
Number of measurement points needed for measurement accuracy (MC MAHON 1995)

Chyba v %/ Error in %	Počet měřičských bodů/ Number of measurement points
1	10 000
2	2 500
3	1 111
4	400

Tab. 3.

Číselné kódy, popisující poškození stromů (ULRICH et al. 2001)
Numeral codes describing trees damage (ULRICH et al. 2001)

Kód/Code 12	Drobné poškození stromu o ploše do 10 cm ² / Tiny tree damage on plot up to 10 cm ²
Kód/Code 13	Poškození stromu o ploše do 100 cm ² /Tree damage on plot up to 100 cm ²
Kód/Code 13+	Poškození stromu o ploše nad 100 cm ² /Tree damage on plot over 100 cm ²
Kód/Code 14	Stromy nepoškozené/ Undamaged trees

Tab. 4.

Plocha a rozestup zkusných ploch podle velikosti porostu u finské metody
Area and spacing of experimental plots according to stand size for the Finnish method

Plocha porostu/Stand area	Rozestup zkusných ploch na lince/ Spacing of experimental plots on trail (m)	Přibližná celková plocha zkusných ploch/ Approximate total area of experimental plots
do/up to 1,5 ha	30	1/3 nebo 1/4 z porostní plochy/1/3 or 1/4 from stand area
nad/over 1,5 ha	40	1/4 nebo 1/5 z porostní plochy/1/4 or 1/5 from stand area

Tab. 5.

Počet zkusných ploch u kontrolních metod v závislosti na velikosti porostu
Number of experimental plots for control method in dependence on stand size

Velikost porostu/ Stand size (ha)	Počet zkusných ploch/Number of experimental plots		
	Německá metoda/German method	Finská metoda/Finnish method	Švédská metoda/Swedish method
1	2	6	25
2	4	8	25
3	5	10	30
4	6	12	30
5	7	13	35
6	8	15	35
7	8	16	35
8	9	18	35
9	10	19	35
10	10	20	35

Tab. 6.

Poškození půdního povrchu a stromů provozem těžební techniky. Kritéria pro posuzování:

Damage of soil surface and trees by logging. Criteria for assessment:

Třída poškození/Damage class	Kód/ Code	Typ poškození/ Damage type	Popis/Description
Poškození půdy/Damage of soil:			
Půda bez viditelného poškození, maximální zatížení půdy - 50 kPa/ Soil without visible damage, maximal load 50 kPa	1	humus nenarušen/ humus undisturbed	humus v ploše nenarušen, zmlazení neporušeno, příp. jen rýhy po vyklizování kmenů. Klest roztroušen v minimální vrstvě/humus on plot undisturbed, regeneration undisturbed or only furrows after stem skidding. Brush spread in minimal layer
Slabé poškození vlečením nákladu/ Slight damage by dragging of load	2	humus částečně narušen/ humus partly disturbed	a) humus změněn pomístně ve svém uložení a skladbě, svrchní půda zčásti obnažena po pohybu kmenů z porostu, rýhy zřetelně viditelné/humus changed locally in its storage and composition, topsoil partly denuded after stem removing from the stands, furrows markedly visible; b) humus a svrchní půda či podrostní částí rostlin (borůvka a pod.) jsou promíchány na větší ploše (cca 50 %), půdní struktura velmi málo změněna/humus and topsoil or plant layer (bilberry etc.) are mixed on the larger area (ca 50%), soil structure changed very little
	3	humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány/ humus and topsoil are mixed	humus a svrchní vrstva půdy jsou promíchány, půdní struktura nezměněna/humus and topsoil are mixed, soil structure unchanged
Hloubková poškození způsobená pojezdem/ Depth damage caused by mechanization passage	4	slabé poškození do hloubky 5 cm/ slight damage up to depth of 5 cm	poškození ve stopách kol a to jak humusu, tak i půdy stlačením, změna struktury půdy patrná, rýhy po pohybu kmenů při vytahování lanem, hromadění vody v kolejích, vytváření okrajových valů půdy s humusem na okrajích kolejí/damage in wheel trails both of humus and soil by pressure, change in soil structure evident, furrows after stem removal by rigging, water accumulation in trails, creation of marginal soil mounds with humus on margins of trails
	5	silné poškození půdy koleje do hloubky 15 cm v převážné délce/heavy damage of soil up to depth of 15 cm	
	6	hloubka/depth 15 - 30 cm	
	7	hloubka nad / depth over 30 cm	značná deformace půdy v kolejích, humus již neexistuje, navrstvení zeminy do okolí linek, nestejná hloubka kolejí, nebezpečí zapadnutí traktoru, častá přítomnost vody v kolejích, nutnost vyhledání nové linky či oprava graderem nebo navršeným klestem/distinct soil deformation in trails, humus does not exist any more, soil piling into surrounding of lines, variable depth of trails, danger for tractor to sink, frequent presence of water in trails, necessity to search for new lines or repair by grader or by brush piling
	8	navrstvení minerální půdy a podloží/piling of mineral soil and subsoil	navrstvení na povrchu lesní půdy, vrstvy nejsou zpevněny/piling on the surface of forest soil, layers are not reinforced
Navrstvení klestu/Brush piling	9	tloušťka vrstvy/layer thickness 10 - 30 cm	lesní půdu není možno spatřit, překážky sazenicím a výsadbě/forest soil is not seen, barrier for plants and plantings
	10	tloušťka vrstvy nad/layer thickness over 30 cm	
Porosty neprůjezdné, nepřístupné// Non-passable stands, not available	11	skály, pařezy, kameny, zamokřelá místa/rocks, stumps, stones, water-logged places	pomístně balvany a pařezy (0,2 - 0,5 m ³), půdy částečně rozbahnělé, jen za mrazu průjezdné, strže, prohlubně hlubší jak 1 m, pomístně navětralé skály, sklony svahů 30 % do 45 %, neproduktivní prostory, zamokřelé půdy, půdy na svazích nad 45 %, výskyt souvislých skal, ochranné porosty/partially boulders and stumps (0,2 - 0,5 m ³), soils partially boggy, passable only in time of frost, ravines, abysses deeper than 1 m, locally weathered rocks, slope gradients 30 to 40 %, non-productive space, water-logged soils, soils on slopes over 45 %, occurrence of continuous rocks, protective stands
Poškození stromů/Damage of trees:			
Drobná poškození o ploše do 10 cm ² / Tiny damage on plot up to 10 cm ²	12	odřeni nebo odloupení kůry v daném rozsahu/rubbing or peeling of bark in defined size	zřetelné mechanické poškození, např. odřeni a odloupení kůry na kořenových náběžích nebo kmeni stromu/distinct mechanical damage, for instance by rubbing and peeling of bark on buttresses or tree stem
Větší poškození o ploše nad 10 cm ² / Larger damage on plot over 10 cm ²	13	odřeni nebo odloupení kůry v daném rozsahu/rubbing or peeling of bark in defined size	výšku poškození stromu nad terénem musí být uveden zlomkem/height of tree damage over terrain must be defined by a fraction
	13+	výrazné poškození nad 100 cm ² /marked damage over 100 cm ²	
Strom bez poškození/ Tree without damage	14		na kořenových náběžích ani na kmeni stromu nejsou vizuálně zjištěna mechanická poškození/no mechanical damage is visible either on buttresses or on stem

LITERATURA

- Anonymus Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2005. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2006. 135 s. ISBN 80-7804-550-3.
- BJÖRHEDEN, R., FRÖDING, A. A new routine for checking the biological quality of thinning in practice. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency, 1986, Research Notes 48. 14 s.
- DRÁPELA, K. Statistické metody I. (pro obory lesního, dřevařského a krajinného inženýrství), Brno: Ústav hospodářské úpravy lesů LDF MZLU, 2002, 160 s. ISBN 80-7157-416-3
- KARJALAINEN, T., ZIMMER, B., BERG, S., WELLING, J., SCHWAIGER, H., FINÉR, L., CORTIJO, P. Energy, carbon and other material flows in the Life Cycle Assessment of forestry and forest products. Achievements of the Working Group 1 of the COST Action E9. European Forest Institute, Finland, 2001, 68 s. ISBN 952-9844-92-1, ISSN 1455-6936.
- MC MAHON, S. A survey method for assessing site disturbance. New Zealand Logging Industry Research Organisation. Project Report 54. Rotorua. 1995, 16 s.
- MICHÁLEK, T. Rozbor škod na lesních porostech způsobených těžební činností a posouzení metod pro jejich zhodnocení. Diplomová práce. Brno: Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU, 2002. 49 s.
- RYYANEN, S. Agricultural tractor and harvester in thinning of pine stands. Tyotehoseuran-Metsätiedote, 1992, no. 3, 6 s., 8 ref.
- SIMANOV, V. Těžba a soustředování dříví (přednášky – osnova). Brno: Ústav lesnické a dřevařské techniky LDF MZLU, 2002.
- ULRICH, R., DVOŘÁK, J. Harvesterové technologie v lesním hospodářství v rámci programu SAPARD. Krátkodobý seminář pro řídicí pracovníky Praha: ČZÚ, 2004. ISBN 80-213-1154-1
- ULRICH, R., NERUDA, J., VALENTA, J., CHYBA, M., INGERLOVA, J. Kontrolní metody po probírkách provedených harvesterovou technologií, které jsou vhodné pro lesnickou praxi. Vyjádření škod na půdě a porostu. Studie. Brno: MZLU, 2001.
- ULRICH, R., NERUDA, J., VOJÁČEK, A., INGERLOVÁ, J. Zjišťování škod ve smrkových probírkových porostech po harvestorech a vyvážecích traktorech. Studie. Brno: MZLU, 1999.

CONTROL METHODS FOR DEFINING SOIL AND TREES DAMAGE BY LOGGING AND HAULING TECHNOLOGIES

SUMMARY

It is obvious that McMahon's method analyses the damage to stands in a complex manner with the original focus primarily on soil disturbance, risk of erosions etc. The supplemented codes characterizing damage to standing trees have turned this method into a versatile tool that also enables to determine the cause and extent of soil disturbance and damage to the existing stand. With regard to high number of points of measurement guaranteeing the required accuracy and difficult marking of measuring transects in younger stands and stands with high degree of stocking, the McMahon's method is more suitable for purposes of a very accurate determination of damage for expert opinions laying down the amount of compensation for the damage to forest property and for scientific application. The other methods, such as the German, Finnish or Swedish, are more appropriate for practical and flexible use due to their smaller time intensity and sufficient accuracy.

The McMahon's method varies from the Finnish, Swedish and German methods also in the interpretation of the examined variables. The rate of accuracy is directly proportional to the number of points of measurement. The accuracy of the German, Finnish and Swedish methods depends on the actual dispersion of the measured values of damage. The necessary number of plots defines the dispersion of values for the required accuracy. The higher the number of measured sample plots, the more accurate result can be assumed.

If machinery is used in water-logged sites, it is absolutely necessary to conform to the current moisture conditions in the soil and thus also to the soil bearing capacity.

Lower damage to standing trees can be achieved by means of an appropriate employment of harvester technologies. ULRICH (1999) and RYYANEN (1992) appraise the preventable damage to standing trees at 2 % and between 0.9 % and 1.5 %, respectively.

The rut depth of 10 cm, as defined by the Finnish method for soil disturbance determination, can be regarded as a critical value of soil disturbance also in the context of the Czech Republic. This limit of disturbance is based on the biological and growth characteristics of Norway spruce which is the most frequently represented tree species in the CR. ULRICH (2006) remarks that the root space under spruce stands in central Europe is only few centimetres high (8 - 20 cm).

This is the reason why higher tolerated rut depth would necessarily lead to damages on the root system. The overview of damage specified in table 6 can also serve as a basis for the critical value determination. Apart from soil disturbance, also individual types of damage to trees are listed.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Radomír Klvač, Ph.D., Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a dřevařská univerzita, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 545 134 528; e-mail: klvac@mendelu.cz