

# VLIV ŠÍŘKY LINEK NA PRODUKCI SMRKOVÝCH POROSTŮ

## INFLUENCE OF SKID RACK WIDTH ON SPRUCE STAND PRODUCTION

DAVID DUŠEK<sup>1,2</sup> ✉ - MARIAN SLODIČÁK<sup>1</sup> - JIŘÍ NOVÁK<sup>1</sup> - DUŠAN KACÁLEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno, Na Olivě 550, CZ - 517 73 Opočno

<sup>2</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýčká 129, CZ - 165 21 Praha 6 - Suchbátka

✉ e-mail: dusek@vulhmop.cz

### ABSTRACT

Proper design of skid racks is an important silviculture measure. However, optimal width of skid racks and its influence on possible production loss is still poorly understood. The objective of the study is to evaluate production differences related to width of skid racks in two unmixed even-aged Norway spruce stands within the two experiments: (i) IUFRO CZ 14 Machov, and (ii) IUFRO CZ 13 Vítkov that was established on a former agricultural land. The initial densities were 2 500 trees.ha<sup>-1</sup> with top height 3.5 m, and 7 700 trees.ha<sup>-1</sup> with the top height 1.2 m, respectively. Following the experimental program, both initial trees densities were reduced to 2 500 trees.ha<sup>-1</sup>. Mean stem diameter and height did not differ markedly between the treatments. Slenderness quotient showed favorable values varying from 79 to 84. Slenderness quotient of the 200 thickest trees per hectare ranged from 73 to 76. No substantial differences between productions related to the treatments were found. Total volume production varied from 570 to 620 m<sup>3</sup> in the Machov locality, and from 750 m<sup>3</sup> to 800 m<sup>3</sup> in the Vítkov locality. We can conclude that both 3M (3.5m width) and 5M (5m width) treatments represent suitable thinning regimes for spruce stands investigated. The small losses of wood production (approximately 3%, not statistically significant) due to missing trees on wider skid racks are likely to be counterbalanced by less frequent stem damage due to skidding.

**Klíčová slova:** smrk ztepilý, přibližovací linky, produkce lesa

**Key words:** Norway spruce, skid trials, forest yield

### ÚVOD

Rozčlenění porostů sítí přibližovacích linek je jedním ze základních opatření pro zajištění bezeškodného vyklizování dříví při těžebních operacích. Efekty přibližování na růst a přirozenou obnovu porostů a na stav lesních půd jsou již dlouhodobě studovány (např. NUGENT et al. 2003; PICCHIO et al. 2011; CAMBI et al. 2015). Otázkou nicméně zůstává optimální šířka linek, která zajistí minimální poškození stromů i při moderních metodách mechanizované těžby a přibližování a zároveň nepřekročí mez, při které dojde k výraznému snížení produkce porostů vlivem zmenšení produkční plochy (NIEMISTO 1989). V dnešní české lesnické praxi doporučovaná šířka linek ca 3–4 m nemusí být při současných harvestorových technologiích dostatečná a snaha o co nejmenší redukci produkční plochy porostu může vyústit ve vysoké procento poškození stromů v těsném sousedství linek.

V rámci mezinárodního projektu IUFRO byly na začátku sedmdesátých let minulého století v ČR založeny tři série experimentálních ploch, primárně určených pro sledování produkce smrkových porostů v závislosti na pěstebních opatřeních. Z těchto tří sérií se až do nedávné doby dochovaly dvě – Machov (CZ 14) ve východních Čechách (CHROUST 1981) a Vítkov (CZ 13) na severní Moravě (PÁREZ 1981). V rámci experimentu byla, mimo jiné, simulována rozdílná šířka přibližovacích linek na dvou experimentálních variantách.

Cílem článku je vyhodnotit a porovnat objemovou produkci smrku na dvou variantách výchovného zásahu s rozdílnou šířkou přibližova-

cích linek (3,5 m a 5 m) a potvrdit hypotézu, že při volbě pětimetrových přibližovacích linek dochází pouze k zanedbatelným a akceptovatelným ztrátám na produkci.

### MATERIÁL A METODIKA

Experimentální série Machov a Vítkov byly založeny jako součást evropského experimentálního programu IUFRO (ABETZ 1977). Na každé lokalitě bylo založeno pět variant experimentálního zásahu a byl sledován vliv těchto zásahů na produkci, stabilitu a v další fázi i na ekologické charakteristiky porostů (opadové poměry, stav humusových horizontů apod.). V tomto článku se zaměřujeme výhradně na dvě varianty, zde označované jako 3M a 5M (v původním označení IUFRO programu varianty 3 a 4). Výchovný program na obou variantách spočíval v silném prvním výchovném zásahu při horní porostní výšce 10 m a další výchovné zásahy následovaly při horní výšce 20, 22,5 a 25 m (obr. 1). Smyslem odložení druhého výchovného zásahu až do stadia horní porostní výšky 20 m byla snaha o dosažení komerčně lépe upotřebitelných sortimentů. Varianty se lišily pouze v šířce vložené přibližovací linky: 3,5 m (3M) a 5 m (5M). Linky byly vloženy podél delší strany ploch o výměře 0,10 ha (40 m × 25 m). Plocha, kterou zaujímají linky, tedy činí 40 m × 3,5 m = 140 m<sup>2</sup> (3M) a 40 m × 5 m = 200 m<sup>2</sup> (5M). Na experimentu Vítkov byly provedeny všechny čtyři plánované zásahy, na Machově pouze tři do horní porostní výšky 22,5 m.

Experiment Vítkov sestává ze dvou bloků, v rámci každého bloku se vyskytuje pět variant experimentálního zásahu bez opakování. Experiment Machov není rozdělen do bloků a lze jej charakterizovat jako kompletně znáhodněný se dvěma opakováními v každé variantě. Jedna 3M plocha na experimentu Machov musela být vyřazena z vyhodnocení v důsledku chybného založení linek na počátku experimentu.

Experiment IUFRO 13 Vítkov byl založen v roce 1971 v osmileté smrkové monokultuře při horní porostní výšce 3,5 m. Porost vznikl na bývalé zemědělské půdě umělou obnovou v pravidelném sponu o hektarové hustotě 2500 jedinců. Experiment se nachází v přírodní lesní oblasti 29 – Nizký Jeseník na území LS Vítkov a Městských lesů Budišova nad Budišovkou, nadmořské výšce 600 m. Lesní typ byl určen jako 5V2 – vlhká jedlová bučina papratková, cílový hospodářský soubor – 57 hospodářství oglejených stanovišť vyšších poloh. Půdní znaky ukazují na kambizem pseudoglejovou.

Experiment IUFRO 14 Machov byl založen v roce 1971 v šestileté smrkové monokultuře při horní porostní výšce 1,2 m. Počáteční hektarová hustota 7700 jedinců byla v době založení experimentu redukována na 2500 jedinců. Porost se nachází ve východních Čechách v okrese Náchod v přírodní lesní oblasti 24 – Sudetské mezihoří na mírném západním svahu (5%) v nadmořské výšce 700 m. Soubor lesních typů byl určen jako 6I – uléhavá kyselá smrková bučina, cílový hospodářský soubor – 54 hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh, půdní typ luvizem oglejená.

Na plochách probíhalo každoroční měření výčetní tloušťky všech stromů a výšek reprezentativního vzorku min. 30 stromů na ploše. Vzhledem k pečlivému provádění těžebních zásahů na experimentálních plochách nebylo na žádné z ploch zaznamenáno vizuálně patrné poškození kmenů při těžbě a následném přibližování. Případné poškození kořenového systému nebylo sledováno. Těžba byla prováděna motomanuálně, přibližování celých kmenů a při posledních dvou zásazích 5m výřezů bylo vykonáno mechanizovaně traktorem. Od roku 2010 byla perioda měření prodloužena na pětiletou a další měření bylo plánováno na rok 2015. V roce 2013 na Machově a v roce 2014 na Vítkově byla na plochách ze strany vlastníků porostů provedena rozsáhlá těžba (Machov – úmyslná, Vítkov – václavka, kúrovec), která experimenty pro další sledování prakticky znehodnotila, a považujeme je tedy za ukončené.

Byl vyhodnocen vliv šířky linek na vývoj základních taxačních parametrů: střední porostní tloušťka a výška, horní tloušťka a výška –

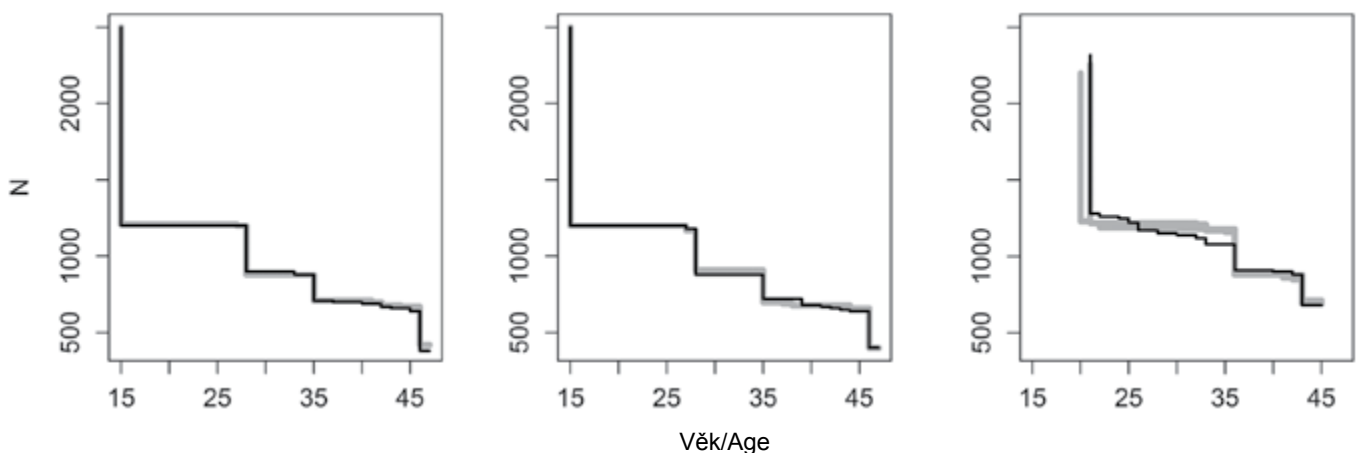
200 nejtlustších stromů na ha, štíhlostní kvocient, kruhová základna, porostní zásoba, celková objemová produkce. Celková objemová produkce byla také počítána pouze pro stromy z hmotností přesahujících objem hroubí 0,5 m<sup>3</sup> (COP+0.5) a 0,7 m<sup>3</sup> (COP+0.7). Výšková křivka byla vypočítána dle Näslunda (NÄSLUND 1937), objem hroubí bez kůry podle Korsuně (KORSUNĚ 1961).

Pro výpočet velikosti efektu, jeho směrodatné odchylky (SED – standard error of difference) a testu statistické signifikance byla aplikována ANOVA pro blokové uspořádání experimentu. V důsledku nevyváženého experimentu byla použita metoda REML (restricted maximum likelihood). Do analýzy bylo zahrnuto všech pět variant experimentálního zásahu; v práci jsou uvedeny pouze výsledky pro relevantní lineární kontrast, reprezentující rozdíl mezi variantami 3M a 5M. Data byla logaritmicky transformována za účelem stabilizace rozptylu a dosažení aditivity, rozdíl je proto třeba interpretovat jako procentuální. Výpočty byly provedeny v programu R 3.0 (2013).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Střední a horní porostní tloušťka a střední (horní) výška se výrazně nelišily v závislosti na variantě. Tloušťka středního kmene se na konci sledování (rok 2010) pohybovala od 28,3 cm do 29,7 cm na experimentu Machov a od 34,2 cm do 35,2 cm na experimentu Vítkov. Tloušťka horního kmene se pohybovala od 32,8 cm do 35,2 cm na experimentu Machov a od 37,0 cm do 38,3 cm na experimentu Vítkov. Střední výška se pohybovala od 27,5 cm do 27,7 cm (Vítkov) a od 23,7 cm do 24,2 cm (Machov), horní výška od 27,9 cm do 28,1 cm (Vítkov) a od 24,9 cm do 25,7 cm (Machov).

Štíhlostní kvocient středního kmene byl příznivý na obou variantách a pohyboval se od 79 do 84 bez zjevných rozdílů mezi variantami. Také štíhlostní kvocient horních kmenů lze považovat za příznivý (73–76) bez patrných rozdílů mezi variantami (tab. 1). Podle dosavadních poznatků (MILNE 1995; WANG et al. 1998; LEKES, DANDUL 2000) o stabilitě smrkových porostů, štíhlostní kvocient přesahující hodnotu 100 indikuje jejich nízkou stabilitu. KONŮPKA et al. (1987) a NAVRATIL (1995) považují 90 za kritickou hodnotu štíhlostního kvocientu, a to z hlediska ohrožení sněhem. VICENA et al. (1979) uvádí, že v polohách pátého vegetačního stupně by z hlediska odolnosti smrkového porostu proti větru měl štíhlostní kvocient dosahovat optimální hodnoty 79, maximálně však 83. Z tohoto přísnějšího pohledu byl námi



**Obr 1.**  
Vývoj hektarového počtu stromů  
**Fig. 1.**  
Number of trees per hectare development

zjištěný maximální štíhlostní kvocient středního kmene 84 těsně nad doporučenou hranici.

Vývoj výčetní kruhové základny měl podobný průběh na obou variantách výchovného zásahu. Na experimentu Vítkov byla kruhová základna varianty 3M mírně vyšší do věku ca 40 let, na experimentu Machov byla naopak do věku ca 35 let mírně nižší, což bylo pravděpodobně způsobeno nahodilými těžbami na variantě 3M

v tomto období. Kruhová základna dosáhla na všech plochách svého maxima na hodnotě kolo ca 50 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a poté opět poklesla v důsledku provedených plánovaných zásahů (obr. 2). Průměrná periodická výčetní kruhová základna (mBA), jako jeden z ukazatelů míry prořívkové intenzity (PRETZSCH 2009), se na experimentu Machov mezi jednotlivými variantami prakticky nelišila, což mohly do určité míry zapříčinit nahodilé těžby na variantě 3M. Na experimentu Vítkov byla její hodnota dle očekávání vyšší na variantě 3M.

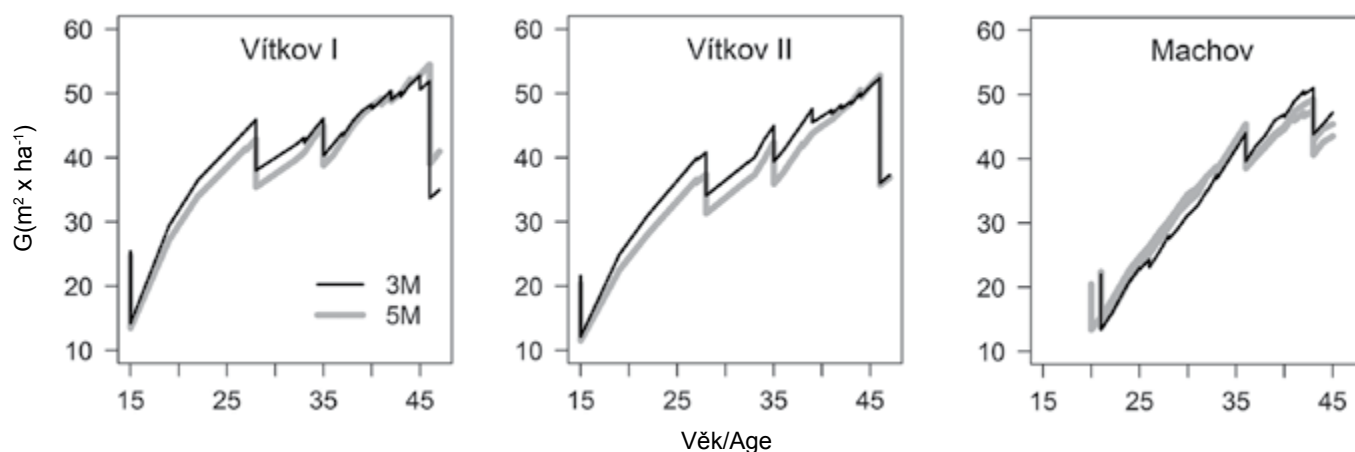
**Tab. 1.**

Základní dendrometrické parametry v roce 2010  
Basic dendrometric parameters in 2010

Lokalita/ Locality	Varianta/ Treatment	Dg (cm)	D <sub>200</sub> (cm)	H (m)	H <sub>200</sub> (m)	H/D	H/D <sub>200</sub>
Machov	3M	29,7	35,2	24,2	25,7	82	73
Machov	5M	28,5	33,9	23,8	25,1	83	74
Machov	5M	28,3	32,8	23,7	24,9	84	76
Vítkov I	3M	34,2	37,0	27,6	28,0	81	76
Vítkov I	5M	34,5	37,4	27,6	28,1	80	75
Vítkov II	3M	35,2	38,3	27,7	28,0	79	73
Vítkov II	5M	34,3	37,8	27,5	27,9	80	74
		BA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	mBA (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	COP (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	COP+0.5 (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	COP+0.7 (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
Machov	3M	47,2	35,1	469	615	419	298
Machov	5M	45,4	35,9	445	568	378	211
Machov	5M	43,5	35,0	425	580	336	183
Vítkov I	3M	35,0	40,1	391	796	627	526
Vítkov I	5M	37,3	37,4	418	764	621	537
Vítkov II	3M	41,0	38,8	457	801	634	555
Vítkov II	5M	36,9	35,2	411	745	586	519

Dg – tloušťka středního kmene, D<sub>200</sub> – tloušťka horního kmene, H – výška středního kmene, H<sub>200</sub> – horní výška, H/D – štíhlostní kvocient středního kmene, H/D<sub>200</sub> – štíhlostní kvocient horního kmene, BA – výčetní kruhová základna, mBA – průměrná periodická výčetní kruhová základna, V – zásoba kmenová bez kůry, COP – celková objemová produkce, COP+0.5 – COP stromů s hmotností nad 0.5 m<sup>3</sup>, COP+0.7 – COP stromů s hmotností nad 0.7 m<sup>3</sup>

Dg – mean stem diameter, D<sub>200</sub> – diameter of 200 thickest trees per hectare, H – mean stem height, H<sub>200</sub> – height of 200 thickest trees per hectare, H/D – slenderness quotient, H/D<sub>200</sub> – slenderness quotient of 200 thickest trees per hectare, BA – basal area, mBA – mean periodic basal area, V – volume of stems without bark, COP – total volume production, COP+0.5 – total volume production of trees with volume larger than 0.5 m<sup>3</sup>, COP+0.7 – total volume production of trees with volume larger than 0.7 m<sup>3</sup>



**Obr. 2.**

Vývoj výčetní kruhové základny

**Fig. 2.**

Basal area development

Porostní zásoba na konci období sledování dosahovala 391–469 m<sup>3</sup>, bez průkazného rozdílu mezi variantami (obr. 3). Celková objemová produkce (dále COP) se pohybovala od 570 m<sup>3</sup> do 630 m<sup>3</sup> na lokalitě Machov a od 750 m<sup>3</sup> do 800 m<sup>3</sup> na lokalitě Vítkov. COP byla v průměru o 3 % vyšší na variantě 3M (SED = 4 %, p = 0,49). Také COP akumulovaná na stromech přesahujících objem 0,5 m<sup>3</sup> a objem 0,7 m<sup>3</sup> byla o 8 % (SED = 7 %, p = 0,27) a 17 % (SED = 10 %, p = 0,14) resp., vyšší na variantě 3M.

Produkční úroveň na obou experimentech lze hodnotit jako vysokou, zvláště na experimentu Vítkov, který odpovídá tabulkovým hodnotám (ČERNÝ et al. 1996) pro bonitu +1 (36). HORÁK a NOVÁK (2009) zjistili na experimentu Machov signifikantně větší výčetní tloušťku a nižší štíhlostní kvocient stromů rostoucích v bezprostřední blízkosti přibližovacích linek v porovnání se stromy, jež byly od linek více vzdáleny. Vyšší tloušťkový přírůst stromů sousedících s linkami také konstatuje CHROUST (1997) a podle Erikssona (ERIKSSON 1987) je tento efekt patrný ještě ve vzdálenosti 3 m od linky. To znamená, že přírůst těchto stromů může do určité míry kompenzovat produkční ztráty v důsledku redukce produkční plochy, a také, že stromy na okrajích linek díky svému příznivějšímu štíhlostnímu kvocientu představují zpevňovací prvek celého porostu. Na druhou stranu v porostech jedle (*Abies bornmulleriana* Mattf.) v Turecku zjistili YILMAZ et al. (2010), že dlouhodobě provozované přibližování dřeva redukuje tloušťku ročního letokruhu a tloušťkový růst a přírůst stromů sousedících s linkou ve srovnání se stromy mimo linku. To je však nutno považovat za vliv technologie přibližování dříví a nikoli vliv šířky přibližovací linky.

Je všeobecně akceptováno, že správné naplánování sítě a dimenzí přibližovacích linek může přispět k minimalizaci škod v lesních porostech (PIČMAN et al. 2011; JOURGHOLAMI et al. 2014). V námi sledovaných experimentech nebylo díky pečlivě provedené těžbě a přibližování zaznamenáno vizuálně patrné poškození s linkami sousedících kmenů na žádné z variant. Lze však předpokládat, že v běžných provozních podmínkách představují 5 m široké linky menší riziko poškození kmenů na okrajích linek. Tento předpoklad, spolu s naším zjištěním nesignifikantního vlivu zvolené šířky linek na produkci, nás vede k závěru o vhodnosti pětimetrové šíře linek ve smrkových porostech.

## ZÁVĚR

Obě varianty výchovného zásahu představují vhodný výchovný režim pro smrkové porosty na bývalých zemědělských půdách, které nejsou silně ohrožené abiotickými škodlivými faktory – sněhem a větrem. Oba výchovné režimy vedly k velmi podobnému tloušťkovému a výškovému vývoji porostů. Štíhlostní kvocient středního kmene (79–84) a štíhlostní kvocient 200 nejtlustších stromů na hektar (73–76) lze na obou variantách hodnotit jako příznivý a bez signifikantního rozdílu mezi variantami.

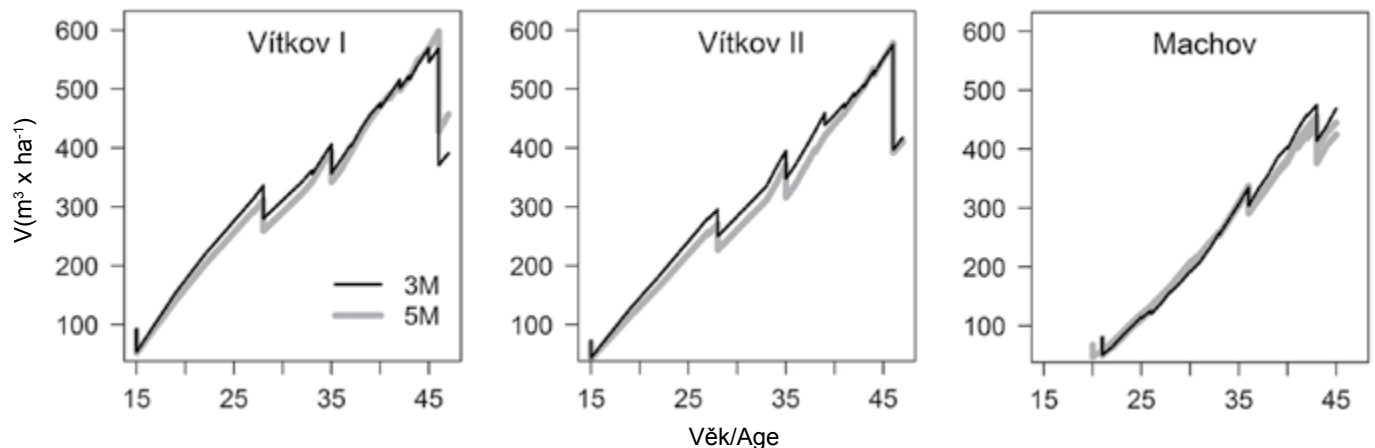
Pět metrů široké přibližovací linky zapříčiňují jen velmi malé, statisticky nesignifikantní a prakticky akceptovatelné ztráty na celkové objemové produkci (ca 3 % v porovnání s 3,5m linkami), které pravděpodobně mohou být v běžných provozních podmínkách kompenzovány menším poškozením stromů na okrajích linek, zvláště při mechanizovaném přibližování dříví.

## Poděkování:

Příspěvek byl vypracován v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0114 (č. j. 8653/2014- MZE-17011).

## LITERATURA

- ABETZ P. 1977. Programme of the European research in stem number of spruce (*Picea abies* Karst.). In: Der europäischer Stammzahlversuch in Fichte (*Picea abies* Karst). IUFRO, Arbeitsgruppe S 1.05.05 „Standraumversuche“. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg: 15–21. Mitteilungen der Forstlicher Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 80.
- CAMBI M., CERTINI G., NERI F., MARCHI E. 2015. The impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management*, 338: 124–138.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. Jílové u Prahy, Ústav pro stadium lesních ekosystémů (IFER): 245 s.



**Obr. 3.**  
Vývoj porostní zásoby  
**Fig. 3.**  
Volume development

- ERIKSSON H. 1987. New result from plot no. 5 at Sperlingsholm estate in southwestern Sweden in the European Stemnumber Experiment in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 2: 85–98.
- HORÁK J., NOVÁK J. 2009. Effect of stand segmentation on growth and development of Norway spruce stands. Journal of Forest Science, 55 (9): 323–329.
- CHROUST L. 1981. Bericht über die IUFRO – Versuchsfläche Nr. 14. In: Der europäische Stammzahlversuch in Fichte (*Picea abies* Karst): 2. Mitteilung. Freiburg, Forstlicher Versuchs- und Forschungsanstalt: 227–238.
- CHROUST L. Ekologie výchovy lesních porostů. Opočno, VÚLHM: 277 s.
- JOURGHOLAMI M., MAJNOUNIAN B., ABARI M.E. 2014. Effects of tree-length timber skidding on soil compaction in the skid trail in Hyrcanian forests. Forest Systems, 23 (2): 288–293.
- KONÓPKA J., PETRÁŠ R., TOMA R. 1987. Štíhlostný koeficient hlavných drevín a jeho význam pri statickej stabilite porastov. Lesnictví, 33 (10): 887–904.
- KORSUŇ F. 1961. Hmotové tabulky pro smrk. Lesnictví, 7: 274–304.
- LEKES V., DANDUL I. 2000. Using airflow modelling and spatial analysis for defining wind damage risk classification (WINDARC). Forest Ecology and Management, 135: 331–344.
- MILNE R. 1995. Modelling mechanical stresses in living Sitka spruce stems. In: Coutts, M.P., Grace, J. (eds.): Wind and Trees. Cambridge, Cambridge University Press: 165–181.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens, Heft 29. Stockholm: 121–169.
- NAVRATIL S. 1995. Minimizing wind damage in alternative silviculture systems in boreal mixedwoods. Edmonton, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre: 74 s.
- NIEMISTÖ P. 1989. A simulation method for estimating growth losses caused by strip roads. Scandinavian Journal of Forest Research, 4: 203–214.
- NUGENT C., KANALI C., OWENDE P.M.O., NIEUWENHUIS M., WARD S. 2003. Characteristic site disturbance due to harvesting and extraction machinery traffic on sensitive forest sites with peat soils. Forest Ecology and Management, 180: 85–98.
- PAŘEZ J. 1981. Internationaler europäischer IUFRO – Durchforstungsversuch Nr. 13 im Forstbetrieb Vítkov – ČSSR. In: Der europäische Stammzahlversuch in Fichte. Freiburg i. Breisgau: 207–225.
- PICCHIO R., NERI F., MAESANO M., SAVELLI S., SIRNA A., BLASI S., BALDINI S., MARCHI E. 2011. Growth effects of thinning damage in a Costarican pine (*Pinus laricio* Poiret) stand in central Italy. Forest Ecology and Management, 262: 237–243.
- PIČMAN D., PENTEK T., NEVEČEREL H., PAPA I., LEPOGLAVEC K. 2011. Mogućnosti primjene relativne otvorenosti pri sekundarnom otvaranju šuma nagnutih terena Republike Hrvatske. Croatian Journal of Forest Engineering, 32: 417–430.
- PRETZSCH H. 2009. Forest dynamics, growth and yield. Springer, Berlin: 664 s.
- R CORE TEAM. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. [online] Vienna, Austria. [cit. 2015-01-05] Dostupné na: <http://www.R-project.org/>
- VICENA I., PAŘEZ J., KONÓPKA J. 1979. Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZN: 244 s.
- WANG Y., TITUS S. J., LEMAY V. M. 1998. Relationships between tree slenderness coefficients and tree or stand characteristics for major species in boreal mixedwood forests. Canadian Journal of Forest Research, 28: 1171–1183. DOI 10.1139/x98-092
- YILMAZ E., MAKINECI E., DEMIR M. 2010. Skid road effects on annual ring widths and diameter increment of fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) trees. Transportation Research, part D, 15: 350–355.



## INFLUENCE OF SKID RACK WIDTH ON SPRUCE STAND PRODUCTION

### SUMMARY

Appropriately designed skid racks are one of the most important silviculture measures. Nevertheless, optimal width of skid racks is still poorly understood, especially in connection with the possible production loss. Generally recommended and usually used skid racks width varies between 3–4 m in forests of the Czech Republic. It may not be sufficient for mechanized logging and skidding operations. Wider skid racks can diminish damage to trees due to skidding, and trees at the edges of a rack can benefit from broader growing space. On the other hand, excessively wide skid racks substantially reduce average growing space, which can consequently lead to substantial wood production loss. The aim of the paper is to evaluate production differences caused by the different skid rack width in unmixed and even-aged Norway spruce stands.

Experiments Vítkov CZ 13 and Machov CZ 14 are the parts of a Europe-wide series, established under the IUFRO auspices on a former agricultural land in 1971. The Vítkov experiment lies in northern Moravia. The stand is situated on a southeast-facing slope (0–5%) at the elevation of 600 m. Mean annual precipitation (period 1971–2000) was 687 mm and mean annual temperature 7.3 °C. The soil is classified as pseudogleyic (aquic) cambisol. The initial density (in 1971) was 2 500 trees per hectare and top height 3.5 m. The Machov experiment lies in eastern Czechia. The stand is situated on a west-facing slope (5%) at the elevation of 700 m. The soil is classified as stagnic albeluvisol. At the beginning of the experiment (1971) there were about 7 700 trees per hectare with the top height of 1.2 m. According to experimental programme, the initial number of trees was, at that time, reduced to 2 500 individuals per hectare to achieve an equal comparative starting situation.

Originally, five different thinning regimes were established. All treatments were replicated twice per experiment with complete randomized block (Vítkov) and completely randomized (Machov) design. In this paper we are concentrated on evaluation of two treatments: 3 and 4, which are named in our present study 3M and 5M, according to skid racks width. The thinning regimes consisted of first heavy thinning at a top height of 10 m, followed by thinning at the top height of 20 m, 22.5 m and 25 m. The treatments differ only in skid rack widths: 3.5 m (3M) and 5 m (5M). The area of each plot is 0.10 ha (40 m × 25 m). The racks are situated along longer side of a plot, thus area occupied by a rack is 40 m × 3.5 m = 140 m<sup>2</sup> in 3M treatment and 40 m × 5 m = 200 m<sup>2</sup> in 5M treatment. It represents 14% (3M) and 20% (5M) area reduction. One plot with 3M treatment in Machov experiment was omitted from evaluation because of inappropriate design.

We calculated total volume production in three different ways: TVP – total volume production of all trees, TVP+0.5 – only trees with volume larger than 0.5 m<sup>3</sup> were included and TVP+0.7 – only trees with volume larger than 0.7 m<sup>3</sup> were included. To evaluate effect size and standard errors of differences (SED) between total volume productions of treatments, ANOVA was performed. We included all treatments in the model (i.e. 5 treatments in total) to improve calculations of standard errors, but only relevant linear contrasts (i.e. difference between 3M and 5M treatments) were mentioned. ANOVA was computed using REML (restricted maximum likelihood) method, because of unbalanced design. We performed logarithmic transformation of dependent variables (TVP, TVP+0.5, TVP+0.7), since the differences between treatments were reasonably more interpretable as percentage differences rather than absolute values.

Mean stem diameter and height did not differ markedly between treatments. Slenderness quotient was favorable in all plots and varied from 79 to 84 with no obvious differences between treatments. Slenderness quotient of 200 thickest trees per hectare ranged from 73 to 76 and differences between treatments were not obvious. Total volume production varied from 570 to 620 m<sup>3</sup> in the Machov locality, and from 750 to 800 m<sup>3</sup> in the Vítkov locality. TVP was about 3% higher in 3M treatment (SED = 4%,  $p = 0.49$ ). TVP+0.5 and TVP+0.7 was about 8% (SED = 7%,  $p = 0.27$ ) and 17% (SED = 10%,  $p = 0.14$ ) higher in 3M treatment.

We can conclude that both 3M and 5M treatments represent suitable thinning regimes for spruce stands on former agricultural land moderately endangered by abiotic disturbance agents such as snow and wind. The small losses of wood production (approximately 3 %, not statistically significant) due to missing trees on wider skid racks can be probably sufficiently compensated by lower portion of stem damage due to skidding, especially in older stands.