

# REAKCE MLADÝCH SMRKOVÝCH POROSTŮ NA VÝCHOVNÉ ZÁSAHY V OBLASTECH CHRONICKÉHO CHŘADNUTÍ SMRKU

## RESPONSE OF YOUNG SPRUCE STANDS ON THINNING IN STANDS AFFECTED BY LONG-TERM DECLINE

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

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

2) Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, CZ - 165 21 Praha 6 - Suchdol

✉ e-mail: dusek@vulhmop.cz

### ABSTRACT

Norway spruce stands decline is one of the most persistent and pressing problems in some parts of northern Moravia. The main reason of that is probably precipitation deficiency in connection with global climate changes. Species composition change is a principal measure to mitigate the stands decline. Active stand thinning is another one, though just auxiliary. Experimental series were established in young spruce stands (northern Moravia, Opava district) in 2010. One experiment (six 0.01 ha plots in total) was founded in young (10-year old) naturally regenerated stands, two more experiments (eight 0.04 ha plots in total) were founded in slightly older (14–17-year old) artificially regenerated stands. The main purpose of the experiments is to find out the possible effect of thinning on development of young spruce stands in the region affected by decline. In 2010, half of plots were thinned. After thinning, 1,000 trees per hectare (in 0.04 ha plots) and 1,500 trees per hectare (in 0.01 ha plots) remained. The equal number of “crop” trees was marked in the control plots. Diameter and height mensuration and health condition observations were conducted annually. Thinning has led to modest acceleration of diameter increment. Mean annual diameter increment in thinned treatment is about 0.3 cm higher compared to control treatment. Relative diameter growth rate is about 2–5% higher in thinned treatment. Mortality (only crop trees are considered) in thinned treatment is slightly higher compared to control one. Nonetheless, the mortality has not endangered future stand development yet. Preliminary results of the study support active thinning of young spruce stands, even in spruce decline regions.

**Klíčová slova:** chřadnutí smrku, výchova, mladé smrkové porosty

**Key words:** Norway spruce decline, thinning, young spruce stands

### ÚVOD

Významná část území severní Moravy je v současnosti postižena chronickým chřadnutím smrkových porostů všech věkových tříd. Téměř dvě desetiletí se zhoršující zdravotní stav smrkových porostů v této oblasti je doprovázen gradacemi kambioxylofágního hmyzu (kůrovců) a četnými případy napadení václavkou (*Armillaria spp.*), což v důsledku vede k rozvrácení celých porostů a vysokému podílu nahodilých těžeb. Primární příčinou chřadnutí jsou pravděpodobně klimatické anomálie, především nízké srážkové úhrny ve vegetačním období (HOLUŠA, LIŠKA 2002), spojené s globální klimatickou změnou (LINDNER et al. 2010; MASON et al. 2012).

Klíčovým opatřením nezbytným pro zmírnění dosavadního nepříznivého vývoje je změna dřevinné druhové skladby lesních porostů v postiženém regionu. Dalším, ačkoli pouze doprovodným, opatřením je racionalizace postupu porostní výchovy především mladých smrkových porostů. Smrkové monokultury představují vysoce umělý ekosystém, který není schopen zdárného vývoje bez aktivní porostní výchovy. Zanedbaná porostní výchova vede k výraznému snížení stability smrkových porostů a následnému vysokému riziku poškození přestřihlených porostů sněhem a později větrem (VICENA 1964;

PERSSON 1970; SLODIČÁK, NOVÁK 2006). Na druhou stranu, současné postižení mladých porostů zejména václavkou a jejich chronicky nepříznivý zdravotní stav vyvolává (především u provozního personálu) pochybnosti o účelnosti zavedených způsobů výchovy těchto porostů, kvůli obavám z urychlení jejich rozpadu po provedených zásazích v důsledku akcelerace ataku václavky.

V roce 2010 byla na LS Vítkov v revíru Bílovec v Moravskoslezském kraji (na hranici okresů Opava a Nový Jičín) založena série pokusných ploch v několika mladých smrkových porostech. Cílem experimentu je ověřit možnosti vlivu aktivní porostní výchovy na vývoj dendrometrických parametrů a zdravotní stav mladých smrkových porostů v oblasti s dlouhodobým výskytem odumírání smrku. Na základě dosavadních poznatků o výchově smrkových porostů a jejího vlivu na jejich zdravotní stav, ačkoli získaných primárně v oblastech s chřadnutím smrku vlivem imisí (TESAŘ 1976; CHROUST 1991; SLODIČÁK, NOVÁK 2004), byla koncipována pracovní hypotéza:

- 1) výchovné zásahy povedou ke zlepšení porostního prostředí v důsledku snížení intercepce, úpravy světelných a teplotních poměrů, lepší dekompozici opadu a následnému zlepšení koloběhu živin v dotčených porostech;

- 2) následně dojde ke zlepšení fyziologického (zdravotního) stavu jednotlivých stromů, a i přes možnou mortalitu části stromů v důsledku šoku bezprostředně po zásahu nepoklesne počet stromů tak, aby byla ohrožena existence těchto porostů, případně alespoň minimální zastoupení smrku v následně druhové skladbě;
- 3) výchovné zásahy budou rezultovat ve zvýšený tloušťkový přírůst jednotlivých stromů, čímž dojde k příznivějšímu vývoji štihlостního kvocientu a následné statické stability jednotlivých stromů i celých porostů;
- 4) vytvořením volného zápoje budou vytvořeny příznivé podmínky pro vnášení dalších, zejména listnatých, dřevin cestou přirozené obnovy.

Vzhledem k relativně krátké době trvání experimentu se tento článek zaměřuje na předběžné vyhodnocení počáteční růstové reakce smrku po provedeném výchovném zásahu, tedy především na ověření bodu 3 a částečně i bodu 2 naší hypotézy. Komplexnější vyhodnocení experimentu (tj. vyhodnocení zdravotního stavu, vývoje korun, výškového růstu) se předpokládá v delším časovém rámci.

## MATERIÁL A METODIKA

Experimentální plochy lze rozdělit do dvou samostatných skupin. Jednu skupinu tvoří experiment založený ve smrkové mlazině pocházející z přirozené obnovy na stanovišti, kde došlo vlivem nahodilé těžby k rychlému domýcení mateřského porostu. Druhá skupina je tvořena experimentálními plochami ve smrkových tyčkovinách pocházejících z umělé obnovy na rozsáhlejších kalamitních holinách. Všechny plochy se nacházejí ve čtvrtém lesním vegetačním stupni na živných stanovištích. Průměrné roční teploty se pohybují od 8,1 do 8,5 °C, průměrné roční srážky od 601 do 650 mm. V celé oblasti je patrné postižení smrku barevnými změnami jehličí, defoliací a usycháním rozsáhlých komplexů smrkových porostů všech věkových tříd. Převážná většina nahodilé těžby smrku vykazuje napadení václavkou.

Experiment v desetileté smrkové mlazině vzniklé z přirozené obnovy byl založen v roce 2010 na mírném svahu se severovýchodní expozicí v nadmořské výšce 400 m. Soubor lesních typů je charakterizován jako 4H, CHS 45. Byl zvolen kompletně znáhodněný experimentální design. Každá experimentální varianta (kontrola, výchova) se vyskytuje ve třech opakováních. Velikost jednotlivých ploch činí 10 × 10 m, tj. 0,01 ha. Na variantě s výchovou byl uskutečněn výchovný zásah spočívající v ponechání ca 1500 stromů na hektar (tj. 15 stromů na ploše). Na kontrolních plochách byli vyznačeni „cíloví“ jedinci ve stejném počtu jako na vychovávané variantě. Na plochách se vyskytuje téměř výhradně smrk a ojediněle vtroušená bříza.

Experimentální plochy v 14–17leté tyčkovině vzniklé umělou obnovou byly založeny v roce 2010. Plochy leží na rovinatém terénu v nadmořské výšce 435–440 m. Soubor lesních typů byl určen jako 4B a 4H, CHS 45. Z důvodu heterogenity stanoviště byl zvolen blokový design. Každý ze čtyř bloků zahrnuje dvě plochy s náhodně umístěnou variantou experimentálního zásahu (kontrola, výchova). Velikost jednotlivých ploch činí 20 × 20 m, tj. 0,04 ha. Na plochách s výchovou byl uskutečněn výchovný zásah spočívající v ponechání ca 1000 stromů na hektar (tj. 40 stromů na plochu). Stejný počet „cílových“ jedinců byl vyznačen na kontrole za účelem porovnání růstové reakce. Na plochách se vyskytuje převážně smrk s vtroušeným modřínem, borovicí, bukem a jedlí. Modřín zde dosahuje značných dimenzí, a proto byl v některých případech ponechán a označen jako cílový strom.

V roce založení experimentů byly měřeny tloušťky všech stromů, v dalších letech se měřily pouze cílové stromy. Měření výčetních tloušťek a výšek cílových stromů probíhá každoročně mimo růstovou sezónu, zároveň je zaznamenáván zdravotní stav. Pro vyhodnocení tloušťkového přírůstu stromů byl vypočítán jejich průměrný roční

přírůst a relativní růstová rychlost (RGR – relative growth rate) z rovnice:

$$RGR = [\log(D_{g(t)}) - \log(D_{g(0)})] / t$$

kde

$D_{g(t)}$  je tloušťka na konci inventarizovaného období

$D_{g(0)}$  je tloušťka na začátku sledování

$t$  je počet roků

$\log$  je přirozený logaritmus (MEAD et al. 2003)

Relativní růstová rychlost je mnohem méně závislá na počáteční tloušťce (v porovnání s přírůstem vyjádřeným v absolutních hodnotách) a lépe umožňuje srovnání růstové reakce různě tloušťkově vyspělých experimentálních ploch. Podobně byl vypočítán relativní přírůst pro kruhovou základnu.

V článku je hodnocena pouze přírůstová reakce cílových smrků bez vyhodnocení reakce vtroušených dřevin. Přírůst je vyhodnocen metodami popisné statistiky a parametrickou analýzou variance v programu R 2.15.0 (R Development Core Team 2008). Analýza variance byla provedena především za účelem výpočtu velikosti efektu a jeho směrodatné odchylky, zde prezentované střední chybou rozdílu průměrů (SED – standard error of difference). Test nulové hypotézy považujeme v tomto případě za irelevantní (biologicky a priori nepravděpodobná hypotéza o nulovém efektu zásahu). Protože jsou zde experimentální jednotkou celé jednotlivé plochy (0,04, resp. 0,01 ha), byly při analýze použity aritmetické průměry (přírůstu a relativní růstové rychlosti) těchto ploch. Výpočet byl proveden odděleně pro experiment ze smrkové mlaziny a experiment ze smrkových tyčkovin.

## VÝSLEDKY

### Smrková mlazina z přirozené obnovy

Hektarový počet stromů se před zásahem pohyboval v rozpětí od 18 do 39 tisíc ks. Střední kvadratická tloušťka cílových stromů se na začátku experimentu pohybovala na jednotlivých plochách od 5,5 do 7,2 cm. Horní porostní výška činila ca 6 m. Lze konstatovat mírnou akceleraci tloušťkového přírůstu na plochách se zásahem v porovnání s kontrolou. Průměrný roční tloušťkový přírůst se pohybuje od 0,3 do 0,7 cm na kontrolních a od 0,7 do 0,9 cm na zásahových plochách. Průměrný rozdíl v ročním tloušťkovém přírůstu mezi zásahem a kontrolou činí 0,3 cm se střední chybou rozdílu 0,13.

Tab. 1.

Vývoj střední tloušťky a přírůstu cílových stromů ve smrkové mlazině z přirozené obnovy

Development of mean diameter and increment of crop trees in Norway spruce stand originated from natural regeneration

Varianta/ Treatment	DBH <sup>c)</sup> (cm) Rok/Year				iD <sup>d)</sup> (cm)	RGR <sup>e)</sup> (%)
	2010	2011	2012	2013		
K <sup>a)</sup>	6,8	8,0	8,4	8,8	0,7	9
K	5,7	6,1	6,4	6,8	0,3	6
K	7,2	7,8	8,5	8,8	0,5	6
Z <sup>b)</sup>	5,5	6,4	7,2	8,2	0,9	14
Z	5,6	6,2	6,8	7,7	0,7	12
Z	5,9	6,8	7,4	8,3	0,7	11

<sup>a)</sup> kontrola/control; <sup>b)</sup> zásah/thinned; <sup>c)</sup> střední tloušťka/mean stem diameter; <sup>d)</sup> průměrný roční tloušťkový přírůst/mean annual diameter increment; <sup>e)</sup> relativní tloušťkový růst/relative diameter growth rate

Relativní tloušťkový růst je v rozmezí 6 až 9 % na kontrole a 11 až 14 % na zásahu. V průměru ročně přirostlo asi 7 % iniciální výčetní tloušťky na kontrole a 12 % na zásahu (tab. 1). Průměrný rozdíl mezi zásahem a kontrolou je 5 % se střední chybou rozdílu 1 %. Mortalita dosáhla za tři roky sledování 0 až 200 stromů na hektar na kontrolních plochách a 200–300 stromů na hektar na plochách zásahových.

### Smrkové tyčkoviny z umělé obnovy

Hektarový počet stromů (stromy s výčetní tloušťkou +1 cm) se před zásahem pohyboval od 2800 do 5900 ks. Střední kvadratická tloušťka cílových stromů se na začátku experimentu pohybovala na jednotlivých plochách od 8,5 do 10,6 cm a byla tedy poměrně vyrovnaná. Horní porostní výška činila ca 9 m. Mírná akcelerace tloušťkového přírůstu tři roky po výchovném zásahu byla patrná na všech opakováních (blocích). Průměrný roční tloušťkový přírůst se pohybuje od 0,4 do 0,8 cm na kontrolních plochách a od 0,6 do 1,1 cm na plochách zásahových. Rozdíly mezi kontrolou a zásahem kolísají na jednotlivých blocích od 0,1 do 0,5 cm ve prospěch zásahové varianty. Průměrný rozdíl mezi zásahem a kontrolou činí 0,3 cm se střední chybou 0,09.

Relativní tloušťkový růst se pohybuje od 4 do 8 % na kontrolních plochách a od 6 do 10 % na plochách zásahových. V průměru ročně přirostlo asi 7 % iniciální výčetní tloušťky na kontrole a 9 % na zásahu (tab. 2). Průměrný rozdíl mezi zásahem a kontrolou tedy činí 2 % se střední chybou 1 %. Mortalita „cílových“ smrků za tři roky sledování dosáhla 4 až 6 stromů na plochu, tj. 100 až 150 stromů na hektar. Značný tloušťkový i výškový přírůst vykazuje vtroušený modřín, který je tak pravděpodobně schopen vykompenzovat případné ztráty na cílových smrcích.

## DISKUSE

KULIEŠIS, SALADIS (1998) vyhodnotili experiment s různě intenzivní výchovou mladých (9–11 let) smrkových porostů v Litvě. Autoři konstatují, že silné výchovné zásahy v mladém věku vedly k vyšší stabilitě porostů. Nejvyšší tloušťkový přírůst zaznamenali u variant s hektarovou hustotou 1200 až 2400 jedinců, rozdíl ve výškovém přírůstu mezi variantami byl zanedbatelný. Negativní korelací mezi porostní hustotou a tloušťkovým přírůstem bez evidentního ovlivnění výškového přírůstu a pozitivní vliv výchovy na stabilitu mladých smrkových porostů dokumentuje řada autorů (např. SOMERVILLE 1980; CREMER et al. 1982; BLACKBURN, PETTY 1988; ROLLINSON 1988; MACCURRACH 1991; PETTERSSON 1993; MÄKINEN, ISOMÄKI 2004; SLODIČÁK, NOVÁK

2006). Považujeme proto za žádoucí zcela nerezignovat na porostní výchovu smrku ani v oblastech s chřadnoucími smrkovými porosty. Odsunutí či vynechání aktivní porostní výchovy v obavě o rozvrácení porostů v důsledku aktivace václavky bohužel pouze odsouvá problém do pozdějšího věku, kdy téměř jistě dojde k rozvrácení těchto porostů sněhem a větrem.

Při výchovných zásadách jsme upřednostnili selektivní zásahy před zásahy schematickými. Také ŠTEFANČÍK (2013) doporučuje ve smrkových porostech ve fázi tyčkovin a tyčovín provádět pouze selektivní výchovné zásahy. Při aplikaci geometrických zásahů autor konstatuje produkční ztráty. MRÁČEK, PAŘEZ (1986) doporučují schematické výchovné zásahy pouze ve stadiu mlazin s vysokou počáteční hustotou. Smrkové mlaziny z přirozené obnovy tuto charakteristiku zpravidla splňují. Vyšší podíl chřadnoucích jedinců se změnami zbarvení asimilačního aparátu a defoliací však uplatnění schematických zásahů problematizuje a měl by být preferován selektivní zásah.

Výchovné zásahy zpravidla vedou ke snížení přirozené mortality ve srovnání s kontrolními plochami (MÄKINEN, ISOMÄKI 2004). Také výchovné zásahy prováděné v imisních oblastech měly za následek snížení přirozené mortality na zásahových plochách navzdory dočasně zhoršenému zdravotnímu stavu porostů bezprostředně (několik let) po zásahu (TESAŘ 1976; SLODIČÁK, NOVÁK 2004). V naší studii však hodnotíme pouze mortalitu cílových stromů, která byla mírně vyšší na zásahových plochách, ale doposud nedosáhla rozměrů, které by ohrožovaly další existenci a vývoj porostů. Dalším faktorem, který může výrazně zmírnit následky mortality smrku je přítomnost listnatých dřevin a modřínu v příměsí. Při pokračujícím nepříznivém zdravotním stavu smrku v oblasti bude nezbytné zvážit vnášení odolných a zároveň hospodářsky uplatnitelných dřevin, včetně určitého procenta dřevin introdukovaných. Jako obzvláště perspektivní se jeví douglaska tisolistá, která svou objemovou produkcí předčí smrk (KANTOR 2008; TAUCHMAN et al. 2010) a je relativně odolná vůči antropogenní zátěži i biotickým škůdcům.

## ZÁVĚR

Výchovné zásahy vedly k mírné akceleraci tloušťkového přírůstu cílových stromů. Průměrný roční tloušťkový přírůst na zásahových plochách byl o 0,3 cm vyšší v porovnání s kontrolou. Výsledek experimentu v mlazině je konzistentní s výsledky v tyčkovinách. Vyšší relativní tloušťkový růst cílových stromů byl zaznamenán na experimentu v mlazině, kde rozdíl mezi zásahem a kontrolou představuje 5 %.

Tab. 2.

Vývoj střední tloušťky a přírůstu cílových stromů ve smrkových tyčkovinách z umělé obnovy  
Development of mean diameter and increment of crop trees in Norway spruce stands originated from artificial regeneration

Varianta/ Treatment	Blok/ Block	DBH <sup>c)</sup> (cm) Rok/Year				iD <sup>d)</sup> (cm)	RGR <sup>e)</sup> (%)
		2010	2011	2012	2013		
K <sup>a)</sup>	1	9,1	10,0	10,3	10,8	0,6	6
Z <sup>b)</sup>	1	9,2	11,0	11,7	12,5	1,1	10
K	2	9,3	10,7	11,1	11,7	0,8	8
Z	2	10,1	11,6	12,2	12,9	1,0	9
K	3	8,9	9,4	9,7	10,0	0,4	4
Z	3	10,6	11,3	11,9	12,3	0,6	6
K	4	9,2	10,3	10,7	11,0	0,6	7
Z	4	8,5	9,6	10,3	11,0	0,7	7

<sup>a)</sup>kontrola/control; <sup>b)</sup>zásah/thinned; <sup>c)</sup>střední tloušťka/mean stem diameter; <sup>d)</sup>průměrný roční tloušťkový přírůst/mean annual diameter increment; <sup>e)</sup>relativní tloušťkový růst/relative diameter growth rate

Na experimentu v tyčkovinách činí tento rozdíl pouze 2%. Zvýšený tloušťkový přírůst je základem pro budoucí příznivější vývoj štíhlostního kvocientu stromů, a tím vyšší odolnosti porostů před škodami sněhem a větrem.

Lze konstatovat mírně zvýšenou mortalitu na zásahových plochách, která však doposud vážně neohrožuje jejich další vývoj. Počáteční šok po razantním výchovném zásahu tedy nevedl k bezprostřednímu rozvrácení porostů. První výsledky vyznívají ve prospěch aktivní porostní výchovy smrku i v oblastech postižených jeho chronickým chřadnutím, avšak při dynamicky se vyvíjejícím zdravotním stavu smrkových porostů v Moravskoslezském regionu je prognóza dalšího vývoje stále nejistá a experiment bude možné spolehlivěji vyhodnotit až po delším časovém rámci.

#### Poděkování:

Publikace vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

## LITERATURA

- BLACKBURN P., PETTY J.A. 1988. Theoretical calculations of the influence of spacing on stand stability. *Forestry*, 61: 235–244.
- CREMER K.W., BOROUGH C.J., MCKINNEL F.H., CARTER P.R. 1982. Effect of stocking and thinning on wind damage in plantations. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 12: 244–268.
- HOLUŠA J., LIŠKA J. 2002. Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku (Česká republika). *Zprávy lesnického výzkumu*, 47 (1): 9–15.
- CHROUST L. 1991. Ekologické aspekty porostní výchovy mladých smrkových porostů v imisních podmínkách. *Lesnictví*, 37: 193–212.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. *Journal of Forest Science*, 54 (7): 321–332.
- KULIEŠIS A., SALADIS J. 1998. The effect of early thinning on the growth of pine and spruce stands. *Baltic Forestry*, 4 (1): 8–16.
- LINDNER M. et al. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709.
- MACCURRACH R.S. 1991. Spacing: an option for reducing storm damage. *Scottish Forestry*, 45: 285–297.
- MÄKINEN H., ISOMÄKI A. 2004. Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland. *Forestry*, 77 (4): 349–364.
- MASON W.L., PETR M., BATHGATE S. 2012. Silvicultural strategies for adapting planted forests to climate change: from theory to practice. *Journal of Forest Science*, 58 (6): 265–277.
- MEAD R., CURNOW R.N., HASTED A.M. 2003. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. Boca Raton, Chapman and Hall/CRC: 472 s.
- MRÁČEK Z., PAŘEZ J. 1986. *Pěstování smrku*. Praha, SZN: 203 s.
- PERSSON P. 1970. The influence of various thinning methods on the risk of windfalls, snow-breaks and insect attacks. In: *Thinning and mechanization, IUFRO meeting*. Royal College of Forestry, Stockholm, September 1969. Stockholm, Sveriges Skogsvårdsförbunds Förlag: 169–174.
- PETTERSSON N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 8: 528–539.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna [on-line]. [cit. 2012-09-18]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.R-project.org>
- ROLLINSON T.J.D. 1988. Respacing Sitka spruce. *Forestry*, 61: 1–22.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2004. Norway spruce thinning experiment Polom (Eastern Bohemia) after 22 years of observation. *Journal of Forest Science*, 50 (1): 1–10.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2006. Silvicultural measures to increase the mechanical stability of pure secondary Norway spruce stands before conversion. *Forest Ecology and Management*, 224: 252–257.
- SOMERVILLE A. 1980. Wind stability: forest layout and silviculture. *New Zealand Journal of Forest Science*, 10: 476–501.
- ŠTEFANČÍK I. 2013. Vývoj kvalitatívnej produkcie smrekového porastu s rozdielnym východiskovým počtom sadeníc a spôsobom výchovy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58 (1): 37–49.
- TAUCHMAN P., HARTL V., REMEŠ J. 2010. Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*/MIRBEL/Franco) s porostem smrku ztepilého (*Picea abies* L. Karst) a stanovištěně původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými Lesy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (3): 187–194.
- TESAŘ V. 1976. Prvé výsledky z výchovy smrkových tyčovin ovlivněných imisemi. *Práce VÚLHM*, 48: 55–76.
- VICENA I. 1964. *Ochrana proti polomům*. Praha, SZN: 178 s.



## RESPONSE OF YOUNG SPRUCE STANDS ON THINNING IN STANDS AFFECTED BY LONG-TERM DECLINE

### SUMMARY

Considerable part of northern Moravia (Czech Republic) is currently affected by Norway spruce decline, which is caused mainly by insufficient precipitation connected with global climate changes. The stands are subsequently deteriorated by bark beetles and honey fungus (*Armillaria sp.*) attacks. Species composition change is a principal measure to mitigate the stands decline, and active thinning is another one. Thinning of young spruce stands, however, is currently questioned in affected areas, because of acceleration of dieback after thinning caused mainly by honey fungus attack. Two experiments were established in order to find out the possible effect of thinning on development of Norway spruce stands in this region. The experiments are located in northern Moravia, Opava district. All experimental plots are situated in the 4<sup>th</sup> forest vegetation zone (European beech domain) at the altitude of 400–440 m a.s.l. Mean annual temperature range is 8.1–8.5 °C, mean annual precipitation varies between 601–650 mm.

Six experimental plots (10 m × 10 m, i.e. 0.01 ha each) were established in 10-year-old naturally regenerated spruce stands. These stands are dominated by spruce with admixture of birch. The experimental design was conducted as completely randomized. In 2010, selective thinning was performed in half of plots. After this, 1500 trees per hectare (15 per plot) remained. The equal number of crop trees was marked in control plots.

Eight experimental plots (20 m × 20 m, i.e. 0.04 ha each) were founded in 14–17-year-old artificially regenerated spruce stands. The stands are occupied mainly by spruce with admixture of larch, pine, beech and silver-fir. The experimental design was conducted as randomized block design with one treatment replication per block. In 2010, selective thinning was performed in half of plots. After this, 1,000 trees per hectare (40 per plot) remained. The equal number of crop trees was marked in control plots.

Diameter, height mensuration, and health condition observations have been conducted annually. Mean annual diameter increment and relative growth rate of diameter were statistically evaluated. We performed ANOVA in order to effect size evaluation and standard error of difference (SED) computation, instead of biologically implausible null hypothesis significance testing.

Results from the stand of natural regeneration origin:

At the beginning of the experiment, mean stem diameter varied from 5.5 to 7.2 cm in the plots. The thinning accelerated slightly the diameter increment. Mean annual increment ranged from 0.3 to 0.7 cm in control plots and from 0.7 to 0.9 cm in thinned plots. Mean annual increment difference between control and thinned treatment is 0.3 cm (SED = 0.13). Relative diameter growth rate varied from 6 to 9% in control and from 11 to 14% in thinned plots. Mean difference is 5% (SED = 1%). Mortality per three years ranged from 0 to 200 trees per hectare in control plots and from 200 to 300 trees per hectare in thinned plots.

Results from stands of artificial regeneration origin:

Mean stem diameter varied between the plots from 8.5 to 10.6 cm in the start of the experiment. We observed moderate diameter increment acceleration in thinned trees. Mean annual increment ranged from 0.4 to 0.8 cm in control and from 0.6 to 1.1 in thinned plots. Mean difference between treatments is 0.3 cm (SED = 0.09). Relative growth rate of diameter ranged from 4 to 8% in control and from 6 to 10% in treatment plots. Mean difference between treatments is 2% (SED = 1%). Mortality (per three years) varied from 100 to 150 trees per hectare.

We can conclude that thinning has led to moderate acceleration of diameter increment of selected crop trees. Mean difference of annual diameter increment is 0.3 cm. Relative growth rate of diameter is higher in the younger stand of natural regeneration origin compared to stands of artificial regeneration origin. So far, the results do not show massive dieback after thinning due to honey fungus attack or another agent. Thus, preliminary results support active thinning of young spruce stands, even in spruce decline regions.