

VÝCHOVA SMRKOVÝCH POROSTŮ A TVORBA HORIZONTŮ NADLOŽNÍHO HUMUSU - EXPERIMENT VRCHMEZÍ V ORLICKÝCH HORÁCH

THINNING OF NORWAY SPRUCE STANDS AND FORMATION OF FOREST-FLOOR HORIZONS IN EXPERIMENT VRCHMEZI (EASTERN BOHEMIA)

DAVID DUŠEK - MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

Effects of thinning were studied in Norway spruce stands within experiment Vrchmezi in the Orlické hory Mts. (North-Eastern part of the Czech Republic). The stand lies at an altitude of 880 m in the 6th beech with spruce forest vegetation zone (*Piceeto-Fagetum – Avenella flexuosa*). The experiment was founded in 1987 in 18-year-old spruce stand established by planting with density of 4,000 trees per hectare. Research was done on two comparative plots: control plot without thinning and thinned plot with negative selection from below. The objectives of the study were to find out the possible effects of thinning on basic parameters of stand and litterfall and accumulation of forest floor horizons. The results showed that thinning led to better static stability of trees and to prolongation of their crowns. The difference between litterfall on both variants was not significant. Thus, performed thinning did not cause decrease of litterfall. Dry biomass accumulated in horizon L (litter) was significantly higher on control plot in comparison to thinned plot. It probably means that decomposition on thinned plot was faster. The significant differences in F (fermentation) and H (humus) horizons were not found.

Klíčová slova: smrk ztepilý, výchova lesa, opad, humusové horizonty

Key words: Norway spruce, thinning, litterfall, forest floor horizons

ÚVOD

Smrk ztepilý je naše nejrozšířenější dřevina. Na většině stanovišť, kde má tato dřevina své optimum (5. – 8. LVS), je nutné počítat s určitým stupněm ohrožení. Nejdůležitějšími škodlivými činiteli jsou vítr, sníh, biotičtí škůdci a imise. Porostní výchova je pak jedním z hlavních opatření zaměřeným mimo jiné také na zvýšení stability lesních porostů a jejich odolnosti vůči škodlivým činitelům.

Při výchovných zásadách dochází k odstraňování části nadzemní biomasy, která se v porostech buď ponechává při prvních zásadách, nebo při následných zásadách odstraňuje a zpracovává. V obou případech je tak v porostu redukován počet jedinců produkujících opad, který je jedním z nejdůležitějších zdrojů živin v lesním ekosystému. Ovlivněním porostního mikroklimatu prostřednictvím výchovného zásahu též vznikají podmínky pro rychlejší dekompozici organického materiálu a jeho následnou mineralizaci. Na druhou stranu lze očekávat, že u stromů uvolněných výchovným zásahem dojde k rozšíření a prodloužení korun a tím ke zvětšení asimilačního aparátu, což se projeví v opětovném zvýšení množství opadu.

V této práci je hodnocen dlouhodobý vliv výchovných zásahů na základní parametry porostu, zejména pak ve vazbě na množství opadu a na tvorbu holorganických půdních horizontů v podmínkách smrkového porostu experimentální řady Vrchmezi v Orlických horách.

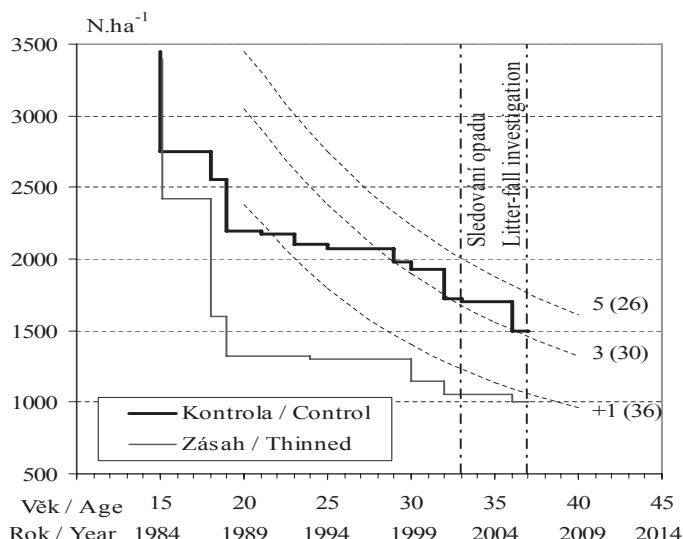
MATERIÁL A METODIKA

Experimentální řada Vrchmezi byla založena v roce 1987 v 18leté smrkové mladině vzniklé z výsadby v nepravidelném spouhu ca 4 tisíce jedinců na hektar. Porost leží na mírném (3%) svahu se severozápadní expozicí na kambizemi v nadmožské výšce 880 m nad mořem (LT 6K1, *Piceeto-Fagetum – Avenella flexuosa*). Série je tvořena dvěma srovnávacími plochami o velikosti 20 × 20 m dělenými na 4 opakování (bloky) o velikosti 0,01 ha.

Jedna srovnávací plocha (K) byla ponechána jako kontrolní, tj. bez úmyslných těžebních zásahů. Na druhé srovnávací ploše (Z) byl uplatňován výchovný režim s negativním výběrem v podúrovni. Výchovné zásahy se uskutečnily ve věku 15, 18 a 30 let (rok 1984, 1987 a 1999).

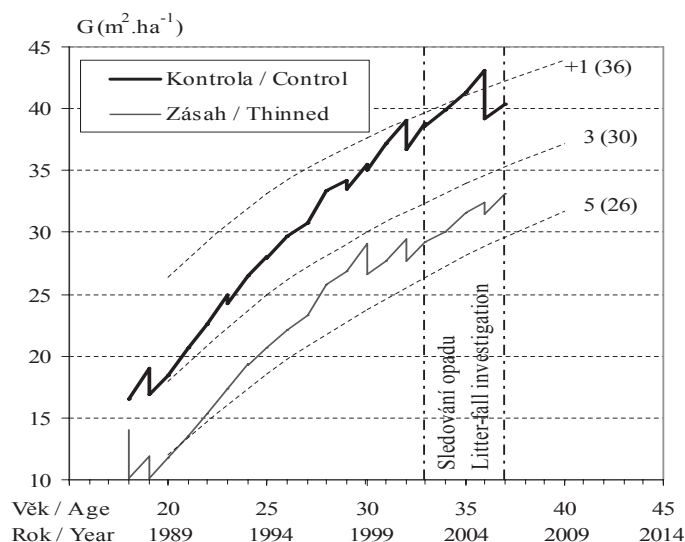
Výčetní tloušťky byly měřeny každoročně průměrkou na všech stromech. Pro analýzu horního stromového patra bylo uvažováno 200 nejlustších stromů na hektar. Výšky stromů a nasazení živé koruny (výška poslední živé větve na kmeni) byly měřeny pomocí výškoměru Blume-Leiss na ca 30 jedincích. Pro konstrukci výškové křivky (vyjádření výšky stromu jako funkce jeho výčetní tloušťky) byla použita funkce $h = (d^2/(\beta_0 + \beta_1 \times d)^2) + 1,3$ (NÄSLUND 1937), kde h je výška stromu, d je výčetní tloušťka a β_0 , β_1 jsou regresní koeficienty.

Zásoba porostů byla odvozena na základě hmoty pokácených vzorníků a aplikací regresní funkce podle KORSUNĚ (1961) $v = \beta_0 \times (d+1)^{\beta_1} \times h^{\beta_2}$, kde v je objem kmene, d je výčetní tloušťka kmene, h je výška kmene a β_0 , β_1 , β_2 jsou regresní koeficienty.



Obr. 1.

Vývoj počtu stromů v porovnání s tabulkovými hodnotami (ČERNÝ et al. 1996) pro bonity +1 (36), 3 (30) a 5 (26)
Number of trees compared with growth tables (ČERNÝ et al. 1996) for site indexes +1 (36), 3 (30) and 5 (26)



Obr. 2.

Vývoj výčetní kruhové základny v porovnání s tabulkovými hodnotami (ČERNÝ et al. 1996) pro bonity +1 (36), 3 (30) a 5 (26)
Basal area compared with growth tables (ČERNÝ et al. 1996) for site indexes +1 (36), 3 (30) and 5 (26)

Opad byl od roku 2002 do roku 2006 zachytáván do šesti opadoměrů (tři na každé variantě) o zachytivé ploše 0,5 m², umístěných v transektu v pravidelném rozestupu 4 m. Vzorokly byly vysušeny nejdříve při pokojové teplotě a následně v laboratorii při teplotě 80 °C a poté byly zváženy.

V roce 2001 proběhl kvantitativní odběr vzorků holorganických horizontů (L, F, H) za pomoci kovových rámečků o rozměrech 25 × 25 cm ve třech opakováních. Vzorokly byly vysušeny a následně zváženy stejně jako v případě zjišťování množství opadu.

K statistické analýze byly použity statistické programy UNISTAT® 5.1 a R 2.8.0. Statistická významnost rozdílů ve výčetních tloušťkách stromů a také štíhlostních kvocientech byla testována pomocí t-testu. Rozdíly v tloušťkách a štíhlostních kvocientech horních kmenů byly z důvodu asymetrie rozdělení testovány neparametrickým Mann-Whitneyovým testem (ANDĚL 2003). Tento test byl také použit pro testování signifikance rozdílů ve výčetní kruhové základně a zásobě. Pro testování významnosti rozdílů v délkách korun byla použita analýza kovariancí (MYERS, WELL 2003). Statistická významnost rozdílů v hmotnosti sušiny opadu a rozdílů v hmotnosti sušiny jednotlivých holorganických horizontů byla testována neparametrickým Mann-Whitneyovým testem. Předpoklad normality výběrů byl ověřován pomocí standardních metod průzkumné analýzy dat – QQ graf, graf symetrie, diferenční kvantilový graf apod. (MELOUN, MILITKÝ 2004).

VÝSLEDKY

Vývoj porostních parametrů

Po provozním výchovném zásahu ve věku 15 let klesl na variantě Z počet stromů z 3 500 na 2 400 jedinců na hektar. Při prvním experimentálním zásahu ve věku 18 let byl podúrovňovým zásahem s negativním výběrem počet stromů dále zredukován na 1 600 jedin-

ců na hektar. Do věku 30 let byl porost jednou poškozen sněhem (rok 1988 – vytěženo 275 stromů na hektar) a námrazou (rok 1992 – vytěženo 25 stromů na hektar). Ve věku 30 let byla hustota porostu v souladu s programem výchovy snížena na 1 150 jedinců na hektar. Do roku 2006 (37 let) dále hektarový počet klesal, především v důsledku nahodilé těžby po poškození sněhem, až na 1 000 ks. V kontrolním porostu (K) se původní počet 2 750 jedinců na hektar v 15 letech postupně redukoval, zejména v důsledku poškození sněhem, až na 1 500 jedinců na hektar v roce 2006 (obr. 1).

Střední tloušťka dosahovala ve věku 18 let před zásahem 9,0 cm na variantě K a 8,6 cm na variantě Z a rozdíl nebyl statisticky významný. V roce 2006 v 37 letech činila střední tloušťka na kontrole 18,5 cm a 20,5 cm na zásahu. Tento rozdíl již byl statisticky průkazný ($p < 0,001$). Rozdíl v tloušťce horních kmenů ve věku 37 let (23,3 cm na K a 24,1 cm na Z) byl však nesignifikantní (tab. 1).

Výčetní kruhová základna dosahovala ve věku 18 let (tři roky po provozním výchovném zásahu) 14,0 m² na variantě Z a 17,7 m² na variantě K. Prvním experimentálním výchovným zásahem na variantě Z byla výčetní kruhová základna snížena na 10,1 m² (57 % kontroly). Následkem zvýšeného přírůstu dosahovala v 30 letech výčetní kruhová základna varianty Z již 84 % kontroly. Výchovným zásahem v tomto věku znovu poklesla na 75 % kontroly. V roce 2002 (začátek sledování opadu) dosahovala výčetní kruhová základna vychovávané varianty 76 % hodnoty kontroly. V roce 2006 v 37 letech dosahovala výčetní kruhová základna na variantě Z 82 % kontroly (obr. 2). Rozdíl mezi variantami ve věku 37 let byl statisticky průkazný na nižší hladině významnosti ($p = 0,057$).

Zásoba kmenová kontrolního porostu ve věku 18 let činila 63 m³.ha⁻¹ s kůrou, na variantě Z 51 m³.ha⁻¹ s kůrou. Na konci sledovaného období měla kontrola zásobu 267 m³.ha⁻¹ a varianta s výchovou 211 m³.ha⁻¹. Rozdíl nebyl statisticky významný, patrně v důsledku vysoké variability po sněhových polomech z předcházejícího období. Stromy s výčetní tloušťkou nad 20 cm představovaly zásobu 126 m³.ha⁻¹ na variantě K

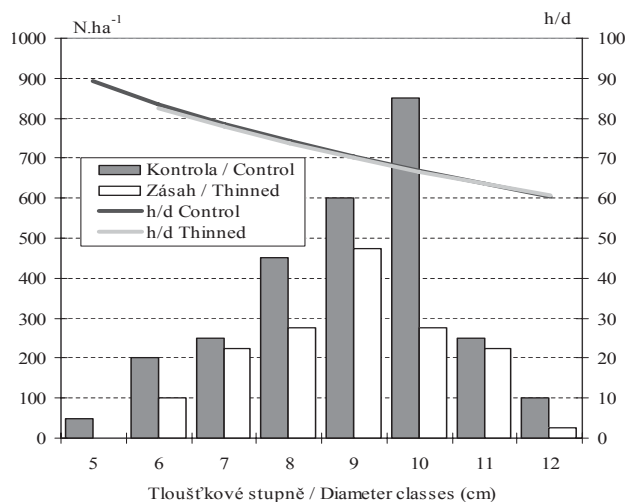
Tab. 1.
Základní údaje o experimentu Vrchmezi
Basic data of Vrchmezi experimental series

Věk/Rok ¹	18/1987				24/1993				30/1999				37/2006				18-37/1987-2006			
	Kontrola ³		Zásah ⁴		Kontrola		Zásah		Kontrola		Zásah		Kontrola		Zásah		Kontrola		Zásah	
Variant ²	před těžbou ⁵	po těžbě ⁶	před těžbou	po těžbě	před těžbou	po těžbě	před těžbou	po těžbě	před těžbou	po těžbě	před těžbou	po těžbě	před těžbou	po těžbě	odstraněno NT ⁷	odstraněno NT	odstraněno ÚT ⁸			
N.ha ⁻¹	2 750	2 425	1 600	1 600	2 100	1 325	1 300	1 300	1 925	1 300	1 300	1 150	1 500	1 000						
d (cm)	9,0	8,6	9,0	9,0	12,7	13,6	16,9	17,2	15,2	16,9	17,2	18,5	20,5	20,5						
d ₂₀₀ (cm)	11,4	11,1	11,1	11,1	16,1	16,2	20,3	20,3	19,2	20,3	20,3	23,3	24,1	24,1						
G (m ² .ha ⁻¹)	17,7	14,0	10,1	10,1	26,5	19,3	29,1	26,6	35,0	29,1	26,6	40,3	33,1	33,1	4,62	6,32				
h (m)	6,3	6,1	6,3	6,3	9,7	9,1	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	15,0	15,6	15,6						
h ₂₀₀ (m)	7,1	7,0	7,0	7,0	10,7	9,7	12,2	12,2	12,9	12,2	12,2	16,1	16,2	16,2						
h/d	70,1	71,5	70,0	70,0	76,6	66,5	69,9	66,3	77,3	69,9	69,0	81,1	76,1	76,1						
h/d ₂₀₀	62,2	63,3	63,3	63,3	66,5	60,1	60,4	60,1	67,3	60,4	60,4	69,1	67,2	67,2						
V (m ³ .ha ⁻¹)	63	51	36	36	129	79	150	137	215	150	137	267	211	211	24	24	29			

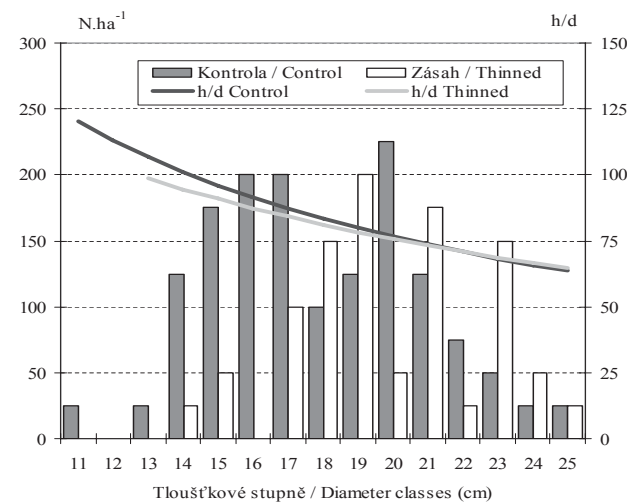
N – počet stromů/number of trees, d – výčetní tloušťka středního kmene/diameter at breast height of mean stem, d₂₀₀ – výčetní tloušťka 200 dominantních jedinců na hektar/diameter at breast height of 200 thickest dominant trees per hectare, G – výčetní základna/basal area, h – střední výška/mean height, h₂₀₀ – výška 200 dominantních jedinců na hektar/height of 200 thickest dominant trees per hectare, h/d – štíhlostní kvocient středního kmene/quotient of slenderness for mean stem, h/d₂₀₀ – štíhlostní kvocient 200 dominantních jedinců na hektar/quotient of slenderness for 200 thickest dominant trees per hectare, V – zásoba porostu/stand volume, NT – nahodilá těžba/salvage cutting, ÚT – úmyslná těžba/planned cutting, ¹Age/Year, ²Variant, ³Control, ⁴Thinned, ⁵Before thinning, ⁶After thinning, ⁷Removed by salvage cutting, ⁸Removed by planned cutting

a 122 m³.ha⁻¹ na variantě Z. Na variantě K bylo od roku 1987 do roku 2006 nahodilou těžbou odstraněno 66 m³.ha⁻¹, na variantě Z bylo ve stejném období nahodilou těžbou odstraněno 24 m³.ha⁻¹ a 29 m³.ha⁻¹ úmyslnou těžbou.

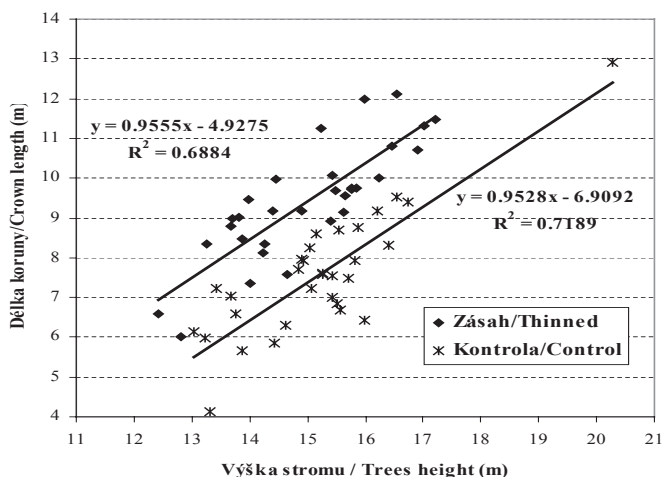
Štíhlostní kvocient středního kmene byl na počátku (v roce 1987) vyšší na variantě Z (72) než na variantě K (70), ale rozdíl nebyl statisticky průkazný. V roce 2006 činil štíhlostní kvocient středního kmene na variantě K 81 a na variantě Z 76 a rozdíl byl vysoce statisticky průkazný (p = 0,001). Z obrázků 3 a 4 je však patrné, že průběh štíhlostního kvocientu v jednotlivých tloušťkových stupních se mezi variantami lišil jen minimálně. Rozdíl v štíhlostním kvocientu stromů horního stromového patra na kontrole (69) a na zásahu (67) nebyl shledán signifikantním.



Obr. 3.
Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient podle tloušťkových stupňů 18letého smrkového porostu
Diameter structure and h/d ratio for diameter degrees of spruce stand at the age of 18 years



Obr. 4.
Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient podle tloušťkových stupňů 37letého smrkového porostu
Diameter structure and h/d ratio for diameter degrees of spruce stand at the age of 37 years



Obr. 5.

Graf závislosti délky koruny na výšce stromu v 36letém smrkovém porostu

Graph of relationship between crown length and tree height of spruce stand at the age of 36 years

Délka koruny středního kmene činila na konci sledovaného období na variantách K a Z 7,4 m, resp. 9,5 m. Analýza kovariancí vedla k zamítnutí nulové hypotézy ($p < 0,0001$) a rozdíly jsou tedy vysoce průkazné (obr. 5).

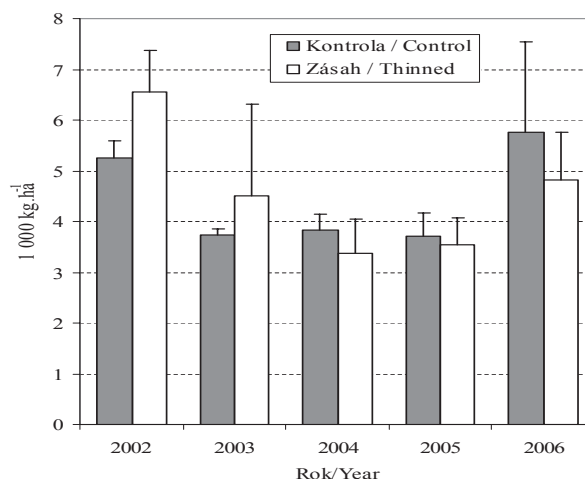
Vývoj opadu a tvorba humusových horizontů

Za celou pětiletou periodu sledování bylo zjištěno 22,30 tun opadu na hektar na kontrole a 22,81 tun na hektar v porostu se zásahy. Průměrný roční opad tedy činil 4 459 kg.ha⁻¹ na variantě K a 4 562 kg.ha⁻¹ na variantě Z. Tyto rozdíly nebyly statisticky signifikantní. Roční opad na variantě K kolísal v rozmezí od 3 438 do 4 920 kg.ha⁻¹, na variantě Z v rozmezí od 2 955 do 5 665 kg.ha⁻¹ (obr. 6).

V horizontu opadanky (L) bylo akumulováno 13,58 t.ha⁻¹ sušiny na kontrole a 7,34 t.ha⁻¹ na zásahu. Rozdíl byl statisticky signifikantní pouze na hladině $p = 0,08$. V tomto horizontu byl tedy akumulován přibližně tříletý průměrný opad pod kontrolním porostem a pouze asi 1,6letý pod porostem s výchovou. Fermentační horizont (F) představoval 18,93 t.ha⁻¹ sušiny na variantě K a 19,08 t.ha⁻¹ sušiny na variantě Z. Tento rozdíl nebyl shledán statisticky významným. Horizont F na obou variantách akumuloval přibližně 4,2letý průměrný opad. V humusovém horizontu (H) tvořila sušina 169,70 t.ha⁻¹ na variantě K a 131,06 t.ha⁻¹ na variantě Z. Rozdíl nebyl statisticky významný. Celková hmotnost sušiny všech holorganických horizontů (L, F, H) na variantách K a Z činila 202,21 t.ha⁻¹, resp. 157,48 t.ha⁻¹ (obr. 7).

DISKUSE

Podle horní porostní výšky (K – 16,1 m, Z – 16,2 m v 37 letech) a střední porostní výšky (K – 15,0 m, Z – 15,6 m) lze obě varianty zařadit do tabulkové bonity 4 (28), pro niž je horní výška ve věku 37 let zjištěná interpolací 17,8 m a střední výška 14,8 m (ČERNÝ et al. 1996). Hektarový počet jedinců na variantě K ve věku 37 let (1 500 stromů.ha⁻¹) představuje ca 80 % tabulkové hodnoty (1 865 stromů.ha⁻¹) pro bonitu 4 (28), ale výčetní kruhová základna



Obr. 6.

Roční opad (průměr se směrodatnými odchylkami) pod smrkovými porosty ve věku 33 – 37 let

Annual litterfall (mean with standard deviation) under spruce stands at the age of 33 – 37 years

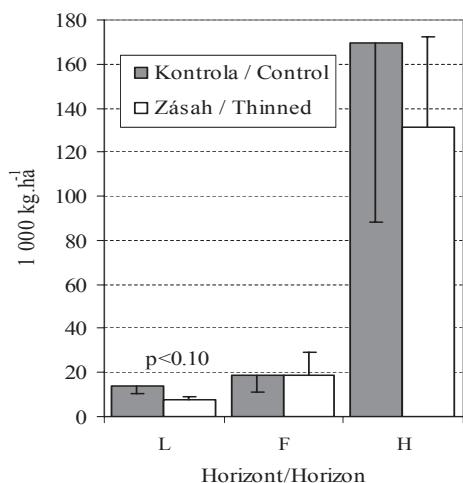
(40,3 m².ha⁻¹) představuje 127% zakmenění ve srovnání s tabulkami (31,7 m².ha⁻¹). Na variantě Z byl počet jedinců ve stejném věku (1 000 ks.ha⁻¹) na ca 54 % tabulkových hodnot a výčetní kruhová základna (33,1 m².ha⁻¹) dosahovala 104 % tabulkové hodnoty pro bonitu 4 (28).

Tabulková zásoba kmene s kůrou zjištěná interpolací pro věk 37 let a bonitu 4 (28) činí 243 m³.ha⁻¹. Zásoba varianty K (126 m³.ha⁻¹) tedy představovala 110 % tabulkové zásoby a zásoba varianty Z (122 m³.ha⁻¹) pouze 87 % tabulkové hodnoty.

Lze konstatovat, že použití růstových tabulek, v případě varianty K pro odhad výčetní kruhové základny, by vedlo k podhodnocení skutečného stavu. Odhad zásoby by byl také podhodnocen, ovšem méně než v případě výčetní kruhové základny, zřejmě v důsledku spádových kmenů.

Výchova smrkových porostů v oblasti Orlických hor musí být zaměřena na vytváření odolnosti vůči škodlivým činitelům. Štíhlostní kvocient středního kmene může sloužit jako ukazatel odolnosti porostu vůči sněhu a větru. Ve vyšších polohách šestého vegetačního stupně by z hlediska odolnosti smrkového porostu proti větru měl dosahovat štíhlostní kvocient optimální hodnoty 63, maximálně však 68 (VICENA et al. 1979). Podle dosavadních výsledků experimentu Vrchmezí lze konstatovat, že 20 let po silném podúrovňovém zásahu (redukce ve věku 18 let na ca 1 600 jedinců na 1 ha) se štíhlostní kvocient středního kmene pohybuje kolem hodnoty 76, překračující i maximální výše uvedenou hranici. Význam silného výchovného zásahu se projevil při srovnání s nevychovávaným porostem na ploše K, kde štíhlostní kvocient středního kmene dosahuje ve věku 37 let průkazně horší hodnoty 81.

Jiní autoři (MILNE 1995, WANG et al. 1998, LEKES, DANDUL 2000) uvádějí mírnější kritéria pro hodnocení stability smrkových porostů. Podle těchto studií indikuje obecně štíhlostní kvocient přesahující hodnotu 100 nízkou stabilitu porostů. Ve vztahu k poškození sněhem je pro mladé smrkové porosty uváděna kritická hodnota štíhlostního kvocientu 90 (MILDNER 1967, KONOPKA et al. 1987, NAVRATIL 1995).



Obr. 7.

Hmotnost sušiny (průměr se směrodatnými odchylkami) jednotlivých hologanických horizontů pod smrkovými porosty ve věku 32 let
Amount of dry mass (mean with standard deviation) under spruce stands at the age of 32 years

Výška stromů v jednotlivých tloušťkových stupních nebyla ve smrkových porostech experimentu Vrchmezí podstatně ovlivněna. Pro statickou stabilitu porostu je tedy důležité rozložení jedinců v jednotlivých tloušťkových stupních. Výše zmíněnou maximální hodnotu štíhlostního kvocientu 68 (VICENA et al. 1979) tedy nepřekračují na obou variantách stromy zařazené do tloušťkových stupňů 23 cm a vyšších. Nevychovávaný porost (K) tvoří z 93 % jedinci nedosahující těchto dimenzí. V porostu se silným podúrovňovým zásahem (Z) tvoří ve věku 37 let (20 let po zásahu) stromy s příznivým štíhlostním kvocientem (menším než 68) téměř čtvrtinu (23 %) celkové počtu stromů. Navíc lze předpokládat, že silnými zásahy vytvořené spádne kmeny a mohutný kořenový systém se nebudou v budoucnu příliš měnit. Smrkové porosty po dosažení výšky 15 m mění tyto charakteristiky velmi málo (CREMER et al. 1982) a experimentální porosty dosáhly této hranice právě na konci období sledování ve věku 37 let.

Délka koruny smrku by měla tvořit ve vyšších polohách šestého vegetačního stupně optimálně 63 % a minimálně 57 % výšky kmene (VICENA et al. 1979). V experimentálních porostech Vrchmezí dosahuje ve věku 37 let koruna v kontrolním porostu 47 % výšky středního kmene, zatímco v porostu s výchovou tvoří koruna 61 % výšky středního kmene. Pro horní stromové patro (200 nejtlustších jedinců na hektar tvořících kostru porostu) dosahuje koruna v kontrolním porostu 53 % výšky a v porostu s výchovou 65 % výšky. Uplatněním silného podúrovňového zásahu (plocha Z) ve věku 18 let s redukcí na ca 1 600 jedinců na 1 ha došlo k zachování příznivé délky korun v následujících letech a to téměř u všech stromů v porostu.

Zjištěné průměrné roční množství opadu lze považovat za poměrně vysoké při srovnání s podobným experimentem na stacionáru Polom (NOVÁK, SLODIČÁK 2004, 2006) v Orlických horách (800 m n. m., kyselé stanoviště), kde roční opad kolísá od 1 800 do 4 800 kg·ha⁻¹ (věk 27 – 39 let). Při šetření ve čtyřech čtyřicetiletých smrkových porostech v Dánsku bylo zjištěno roční množství opadu v rozmezí od 1 100 do 5 700 kg·ha⁻¹ (BILLE-HANSEN, HANSEN 2001). V nižších nadmořských výškách a na lepších bonitách lze pravděpodobně očekávat ještě vyšší množství ročního opadu.

Například v 39letém smrkovém porostu experimentální řady IUFRO – 13 Vítkov (600 m n. m., bývalá zemědělská půda) byl zjištěn roční opad 8 500 – 8 700 kg na hektar (SLODIČÁK et al. 2005). Prakticky shodné množství opadu zjištěného pod oběma variantami experimentu Vrchmezí ukazuje, že ztráty nadzemní biomasy v důsledku výchovných zásahů byly kompenzovány delšími korunami stromů v komparaci s kontrolním porostem.

Zjištění, že v horizontu L na kontrolní ploše byl akumulován zhruba tříletý opad, je v souladu s výsledky experimentu Polom, kde byl v 36letém smrkovém porostu v horizontu L akumulován 2 – 4letý opad (NOVÁK, SLODIČÁK 2004). Fermentační horizont byl na experimentu Polom podstatně mocnější (37 – 38 t·ha⁻¹) než na experimentu Vrchmezí (ca 19 t·ha⁻¹). Naopak množství námi zjištěné sušiny v horizontu H (169,70 t·ha⁻¹ na variantě K a 131,06 t·ha⁻¹ na variantě Z) je mírně vyšší než na experimentu Polom, kde se hodnoty pohybovaly mezi 138,3 – 146,4 t·ha⁻¹. Statistická nevýznamnost rozdílů v akumulaci sušiny horizontu H je pravděpodobně důsledkem velké variability vzorků. Při opakovaném šetření na této lokalitě provedeném v roce 2002 byla zjištěna statisticky významně nižší zásoba sušiny horizontu H pod vychovávaným porostem (PODRÁZSKÝ et al. 2005).

ZÁVĚR

- Výchovný zásah se projevil v průkazně větší výčetní tloušťce středního kmene (18,5 cm na K a 20,5 cm na Z) na konci sledovaného období (37 let, rok 2006). Tloušťka dominantních stromů (23,3 cm na K a 24,1 cm na Z) nebyla výchovnými zásahy signifikantně ovlivněna. Po celé sledované období měla kontrolní varianta vyšší výčetní kruhovou základnu, výčetní kruhová základna vychovávaného porostu na konci experimentu dosahovala pouze ca 82 % kontroly.
- Hektarová zásoba porostů ve věku 37 let činila 267 m³ na variantě K a 211 m³ na variantě Z. S připočtením provedených nahodilých těžeb i úmyslných zásahů ve věku od 18 do 37 let dosahuje kontrola 333 m³·ha⁻¹ a varianta s výchovou 264 m³·ha⁻¹. Stromy s výčetní tloušťkou nad 20 cm ve věku 37 let představovaly hektarovou zásobu 126 m³ na variantě K a 122 m³ na variantě Z.
- Výchovný zásah měl pozitivní vliv na štíhlostní kvocient středního kmene. Ačkoli se jeho hodnota za sledované období na obou variantách zvýšila (ze 70 na 81 na K a z 72 na 76 na Z), byla na konci sledovaného období průkazně nižší na variantě s výchovou. Průběhy křivek štíhlostního kvocientu napříč tloušťkovými stupni se však mezi variantami téměř nelišily jak na počátku, tak i na konci sledovaného období a rozdíl ve štíhlostním kvocientu kmenů horního stromového patra nebyl signifikantní. Stabilizační efekt tedy spočíval především v odstranění labilní podúrovňové složky porostu.
- Výchovný zásah se také pozitivně projevil na délce korun stromů. Koruny měřených stromů na konci období sledování byly průkazně delší na variantě Z (průměrně 9,5 m) než na variantě K (průměrně 7,4 m).
- Rozdíl v množství průměrného ročního opadu mezi variantami K (4 459 kg·ha⁻¹) a Z (4 562 kg·ha⁻¹) byl statisticky neprůkazný. Ztráty nadzemní biomasy v důsledku výchovných zásahů byly plně kompenzovány zvýšeným přírůstem uvolněných stromů, především prodloužením jejich korun. Výchovné zásahy tak z dlouhodobého hlediska nevedly ke snížení množství opadu.

- V holorganických horizontech bylo celkově akumulováno 202,21 t.ha⁻¹ pod kontrolním porostem a 157,48 t.ha⁻¹ pod porostem s výchovou. V horizontu L byl akumulován zhruba 3letý opad (13,58 t.ha⁻¹) na variantě kontrolní a přibližně 1,6letý opad (7,34 t.ha⁻¹) na variantě se zásahy. V horizontu F byl akumulován přibližně 4,2letý opad na obou variantách (ca 19 t.ha⁻¹). V horizontu H bylo uloženo 169,70 t.ha⁻¹ opadu na variantě kontrolní a 131,06 t.ha⁻¹ na variantě se zásahy. Statisticky významné bylo pouze vyšší množství sušiny v horizontu L pod kontrolním porostem ($p = 0,08$).

Poděkování:

Tato studie vznikla v rámci řešení dlouhodobého výzkumného záměru Ministerstva zemědělství MZe ČR č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnicích se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ANDĚL J. 2003. Statistické metody. Praha, Matfyzpress: 299 s.
- BILLE-HANSEN J., HANSEN K. 2001. Relation between defoliation and litterfall in some Danish *Picea abies* and *Fagus sylvatica* stands. *Scand. J. For. Res.*, 16: 127-137.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, dub, buk). Jílové u Prahy, IFER: 245 s.
- CREMER K. W., BOROUGH C. J., MCKINNEL F. H., CARTER P. R. 1982. Effects of stocking and thinning on wind damage in plantations. *New Zealand Journal of Forest Science*, 12: 244-268.
- KONOPKA J., PETRAS R., TOMA R. 1987. Štíhlostný koeficient hlavních dřevin a jeho význam při statické stabilitě porostů. *Lesnictví*, 33: 887-904 (summary in English).
- KORSUŇ F. 1961. Hmotové tabulky pro smrk. *Lesnictví*, 7: 275-304.
- LEKES V., DANDUL I. 2000. Using airflow modelling and spatial analysis for defining wind damage risk classification (WINDARC). *For. Ecol. Management*, 135: 331-344.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 1998. Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing: 839 s.
- MILDNER H. 1967. Die Widerstandsfähigkeit von Fichtenjungbeständen gegenüber atmosphärischen Einwirkungen. *Soz. Forstwirtschaft*, 17: 57-59.
- 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.
- MYERS J. L., WELL A. D. 2003. *Research Design and Statistical Analysis*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates: 760 s.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: *Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens*. Stockholm: 121-69.
- NAVRAČIL S. 1995. Minimizing wind damage in alternative silviculture systems in boreal mixed woods. *For. Can. and For. Lands Wildl. Alta. For. Serv. Edmonton, Alta. Canada-Alberta Partnership Agreement in For. Rep. No. 124*.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2004. Structure and accumulation of litterfall under Norway spruce stands in connection with thinnings. *Journal of Forest Science*, 50: 101-108.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Litter-fall as a source of nutrients in mountain Norway spruce stands in connection with thinning. In: *Stabilisation of Forest Functions in Biotopes Disturbed by Anthropogenic Activity*. Opočno: 297-310.
- PODRÁZSKÝ V., NOVÁK J., MOSER W. K. 2005. Vliv výchovných zásahů na množství a charakter nadložního humusu v horském smrkovém porostu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50: 222-225.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., SKOVSGAARD J. P. 2005. Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). *Forest Ecology and Management*, 209: 157-166.
- VICENA I., PAŘEZ J., KONOPKA 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 mixed wood forests. *Can. J. For. Res.*, 28: 1171-1183.

THINNING OF NORWAY SPRUCE STANDS AND FORMATION OF FOREST-FLOOR HORIZONS IN EXPERIMENT VRCHMEZI (EASTERN BOHEMIA)

SUMMARY

The objectives of the study were to find out effects of thinning on basic parameters of stand (diameter structure, basal area, stand volume and static stability of stand) and litterfall and development of forest floor horizons. Effects of thinning were studied in Norway spruce stand on experiment Vrchmezi in the Orlické hory Mts. (North-Eastern part of the Czech Republic). The stand lies at an altitude of 880 m in the 6th beech with spruce forest vegetation zone (*Piceeto-Fagetum – Avenella flexuosa*). The experiment was founded in 1987 in 18 years old spruce stand established by planting with density of 4,000 trees per hectare. Research was conducted in two comparative plots: control plot without thinning and thinned plot with negative selection from below.

At the age of 37 years (in 2006), the number of trees per hectare was 1,500 and 1,000 on control and thinned plot, respectively. The diameter at breast height of the mean stem was 18.5 for control and 20.5 cm for thinned plot at the same age. The difference was found to be significant. However, we found no significant differences in case of the diameter at breast height of dominant trees (200 thickest trees per hectare).

The control plot basal area was higher during the whole investigation period. The thinned plot basal area reached 82% in comparison to control plot at the age of 37 years. The stand volume per hectare was 267 m³ (333 m³ including salvage cutting) for control plot and 211 m³ (264 m³ including thinning) for thinning. The differences in terms of basal area and stand volume were not found to be significant.

The quotient of slenderness of mean stem was significantly higher in control plot (81) compared to thinned plot (76). However, the quotient of slenderness of 200 thickest trees was similar (69 for control and 67 for thinning). The length of crown of trees was significantly different between compared plots - for mean stem 7.4 m in control plot and 9.5 m in thinned one at the age of 36 years. Thus, the length of crowns was positively influenced by thinning regime.

The mean annual litterfall was 4,459 kg.ha⁻¹ and 4,562 kg.ha⁻¹ in control and thinned plot, respectively. The annual litterfall varied from 3,438 to 4,920 thousand kg.ha⁻¹ for control and from 2,955 to 5,665 thousand kg.ha⁻¹ for thinned variant. However we found no significant differences in litterfall between plots. The loss of biomass after thinning was probably completely saturated by longer crowns of the trees left after thinning.

Altogether the forest floor horizons accumulated around 202 and 157 thousand kg.ha⁻¹ of dry biomass in control and thinned plot, respectively. Significantly different amount was detected only in L (litter) horizon (13.58 and 7.34 thousand kg.ha⁻¹ in control and thinned plot). It probably means that decomposition of litterfall on thinned plot was faster. The differences in F (fermentation) and H (humus) horizons were not found to be significant, perhaps due to great variability of the data.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. David Dušek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: dusek@vulhmop.cz