

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

SVAZEK 52

ČÍSLO 3/2007

Vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i, ISSN 0322-9688

Vedoucí redaktorka: Ing. J. Danysová. Předseda ediční rady: Doc. RNDr. B. Lomský, CSc.

Výkonná redaktorka: Mgr. E. Krupičková

Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i, Strnady 136, 252 02 Jíloviště, tel. 257 892 222, 257 923 140, fax 257 921 444, e-mail: krupickova@vulhm.cz, http://www.vulhm.cz

OBSAH - CONTENT

MARIAN SLODIČÁK – JIŘÍ NOVÁK Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého - Planá (1969) Norway spruce thinning experiment – Series Planá (1969)	179
MARIAN SLODIČÁK – JIŘÍ NOVÁK Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého - Železná Ruda I (1969) Norway spruce thinning experiment – Series Železná Ruda I (1969)	188
MARIAN SLODIČÁK – JIŘÍ NOVÁK Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého - Železná Ruda II (1969) Norway spruce thinning experiment – Series Železná Ruda II (1969)	196
MARIAN SLODIČÁK – JIŘÍ NOVÁK Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého - Zhodnocení poznatků ze 4. série založené v letech 1964 - 1969 Long-term Norway spruce thinning experiments – Evaluation of results of the 4th series founded in 1964 - 1969	205
JIŘÍ ŠINDELÁŘ - JOSEF FRÝDL - PETR NOVOTNÝ - JIŘÍ ČÁP Hodnocení proměnlivosti potomstev borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.) na základě geografických charakteristik lokalit jejich původu The evaluation of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) progenies variability on the base of geographical characteristics of their original localities	214
JAN CHLÁDEK - PETR NOVOTNÝ Srovnání potenciálu různých druhů přípravných dřevin pro využití v podmínkách imisní oblasti Orlických hor Various pioneer tree species comparison for utilization in conditions of the Orlické hory Mts. immission area	226
IVAN KUNEŠ - VRATISLAV BALCAR - DANIEL ZAHRADNÍK Vliv cílené povrchové aplikace dolomitického vápence na pedochemické parametry půdy na imisní holině ve vrcholových partiích Jizerských hor Influence of precisely applied liming on chemical properties of soil in clear-felled area located in highest elevation of air polluted mountains (the Jizerské hory Mts.)	234
VÁCLAV LOCHMAN - MILAN BÍBA - ZUZANA OCEÁNSKÁ - ZDENĚK VÍCHA - JIŘÍ PŇÁČEK Vývoj chemismu půd na výzkumných povodích v oblasti Jeseníků Development of soil chemistry on the experimental catchment in the Jeseníky Mts. area	246
JAROSLAV HOLUŠA - JAN LIŠKA - KAREL DRÁPELA Metody monitoringu imag ploskohřbetek rodu <i>Cephalcia</i> (Hymenoptera: Pamphilidae) v kontextu s denzitami larev v období latence Monitoring methods of web spinning sawflies (Hymenoptera: Pamphilidae) compared with soil sampling in the stage of latency	258
LUDEK ŠIŠÁK Analýza financování lesního hospodářství z veřejných zdrojů Analysis of financing of forestry from public sources	265
LUDEK ŠIŠÁK – JINDŘICH STÝBLO Sociálně-ekonomické hodnoty funkcí lesa na příkladu území LZ Židlochovice Socio-economic values of forest services – case of the Forest Enterprise Židlochovice	272

LESNICKÉ AKTUALITY - CURRENT CONTENTS

• Podnikání v evropském lesnictví Entrepreneurship in the forest sector in Europe	278
--	-----

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - PLANÁ (1969)

Norway spruce thinning experiment – Series Planá (1969)

Abstract

Experimental series at Planá was founded in forest region 11 – the Český les Mts. in 1969 in 67-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each. Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented paper is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands during the 36-year period of observation.

Klíčová slova: smrku ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesa, porostní výchova
Key words: Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

ÚVOD

Výzkum porostní výchovy byl ve VÚLHM od 50. let minulého století řešen pomocí nově vznikající experimentální základny. Od roku 1956 do roku 1973 bylo založeno 46 výzkumných řad ve čtyřech časových sériích (série 1 v letech 1956 - 1958, série 2 v roce 1960, série 4 v letech 1964 - 1969 a série 5 v letech 1971 - 1973). Série 3 byla založena v borových porostech a je hodnocena samostatně. Ze čtvrté série s výchovou smrkových porostů, založené Ing. Pařezem v letech 1964 až 1969, se dochovalo celkem 9 výzkumných řad. Předkládaná práce se zabývá hodnocením řady Planá. Další experimentální řady budou hodnoceny samostatně v následujících příspěvcích. Souhrnné vyhodnocení celé 4. série je obdobně jako u 1. a 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b) předmětem samostatného sdělení.

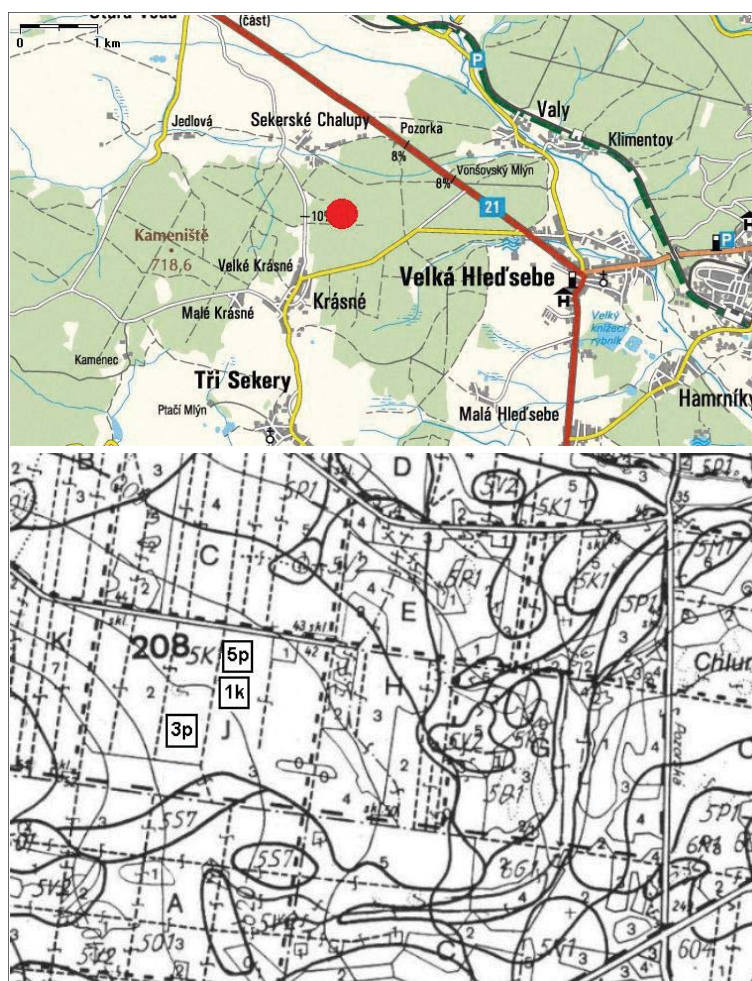
METODIKA

Experimentální řada Planá byla založena v lesní oblasti 11 – Český les v roce 1969 v 67letém smrkovém porostu na LHC Planá v porostu 208J3 podle LHP 1989 - 1998. Porosty jsou obhospodařovány LČR, s. p., LS Planá, revír Kamenec. Zeměpisné souřadnice experimentální řady v systému WGS-84 jsou 12°37'28" v. d., 49°58'08" s. š. Porost se nachází na západním svahu se sklonem 10 %, v nadmořské výšce 620 m.

Současný smrkový porost je hospodářským lesem na LT 5I4 - uléhavá jedlová bučina borůvková (*Abieto-Fagetum illimerosum acidophilum* – *Vaccinium myrtillus*). Půdní typ byl charakterizován jako luvizem modální (VIEWEGH 2002).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 - 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 800 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 6 °C.

Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů včetně použitých metod při hodnocení výsledků jsou uvedeny v příspěvku SLODIČÁK, NOVÁK (2003). Experimentální řada je tvořena třemi dílčími plochami (1k, 3p a 5p), každá o velikosti 50 m x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1). Všechny údaje uváděné v příspěvku jsou přepočítány na 1 hektar.



Obr. 1.

Umístění experimentálních řad Planá (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Planá, LHP (1989)

Geographic location (Geobáze® 1997 - 2000) and stand map of experimental series Planá on Forest Management Plan (1989)

Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Odstraňují se zde pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plochy 3p a 5p jsou zaměřeny na sledování podúrovňových zásahů s negativním výběrem (3p – slabší zásahy, 5p – silnější zásahy).

Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru UNISTAT® (verze 5.1) s použitím hladiny významnosti $p \leq 0,05$. Zpracování a příprava datových souborů pro statistické analýzy proběhly podle doporučených postupů (MELOUN, MILITKÝ 1998). Pro testování byla využita procedura ANOVA a následné mnohonásobné porovnávání (testy Student-Newman-Keuls, Tukey, Dunnett). Datové soubory s údaji o horním stromovém patře (d_{200} , h_{200}/d_{200}) byly testovány pomocí vícevýběrových neparametrických testů (Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí Kolmogorov-Smirnov dvouvýběrového testu.

PRŮBĚH EXPERIMENTU

V době založení experimentální řady Planá v roce 1969 dosáhli věk sledovaných porostů 67 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě od 2 248 do 2 440 jedinců na 1 hektar s vyrovnanými taxačními parametry (G od 44,0 do 48,6 m², d od 15,2 do 16,0 cm, h od 18,9 do 19,6 m). Zjištěné rozdíly nebyly signifikantní. U parametrů horního stromového patra, tj. u 200 nejsilnějších stromů na 1 ha (tloušťka d_{200} 22,5 až 23,7 cm a výška h_{200} 23,0 až 24,3 m), byla zjištěna signifikantně nižší tloušťka d_{200} na variantě 5p (obr. 6). Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl až na uvedenou výjimku na dílčích srovnávacích plochách v rámci řady srovnatelný. Před zahájením experimentu nebyl sledovaný porost vychovávan. Svědčí o tom výrazná tloušťková diferenciace (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 7 do 31 cm, obr. 3a).

Počet stromů a výčetní základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 67 let bylo v porostech srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 20 a 34 % stromů (N) tvořících 9 a 19 % výčetní základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3a. Patrný

je zejména podúrovňový charakter zásahů (průměrná výčetní tloušťka těžbených stromů byla na variantách 3p a 5p 11,0 a 11,4 cm, zatímco střední výčetní tloušťka dosahovala 16,0 a 15,2 cm (tab. 1).

Zásahy se opakovaly ještě dvakrát do věku 77 let (1979) v pětiletých periodách a bylo při nich odebráno negativním výběrem v podúrovni na srovnávací ploše 3p 32 a 22 % N (19 a 15 % G) a na ploše 5p 38 a 11 % N (25 a 8 % G).

Po třech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 10 let po zahájení experimentu (rok 1979, věk 77 let), zůstalo:

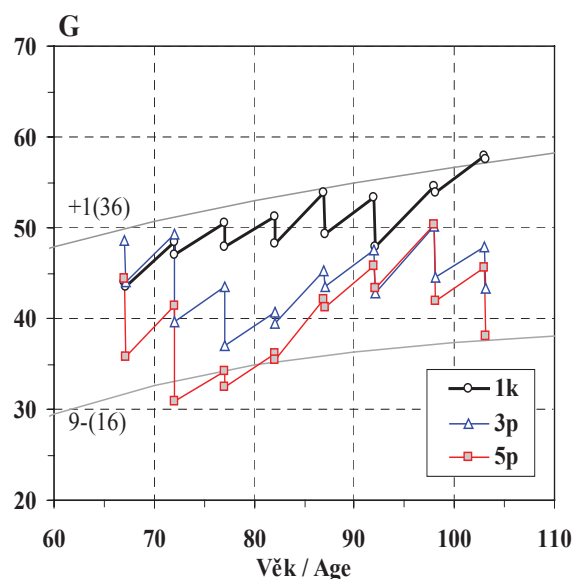
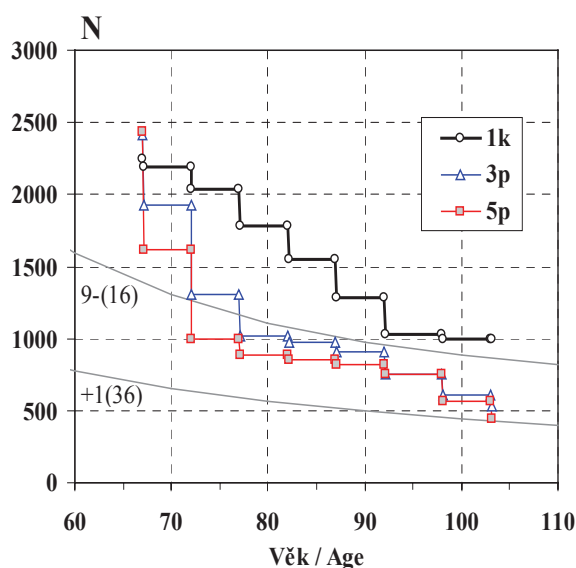
- na variantě 1k celkem 1 784 stromů (mortalita 464 stromů, 21 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 020 stromů (při výchově odstraněno 1 392 stromů, tj. 58 % N),
- na variantě 5p celkem 888 stromů (při výchově odstraněno 1 552 stromů, tj. 64 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 77 let:

- na variantě 1k – 47,9 m² (nárůst o 3,9 m²),
- na variantě 3p – 37,0 m² (pokles o 11,6 m²),
- na variantě 5p – 32,4 m² (pokles o 11,9 m²).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 67 – 77 let) představoval, po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole, na plochách 3p a 5p – 9,0 a 9,6 m² a byl tedy o 0,4 a 1,0 m² větší než na kontrole (8,6 m²).

Od třetího výchovného zásahu ve věku 77 let (1979) se všechny tři porosty výzkumné řady Planá vyvíjely 21 let až do roku 2000 (věk 98 let) bez záměrného ovlivňování. Byly odstraňovány pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Ve věku 98 a 103 let byly na této sérii provedeny další dva výchovné zásahy, při kterých bylo z porostu 3p odstraněno 19 a 14 % N (11 a 9 % G) a z porostu 5p 25 a 21 % N (17 a 16 % G). Tyto zásahy byly provedeny podle stejného klíče jako zásahy v letech 1969 až 1979, tj. varianta 3p slabší podúrovňové zásahy a varianta 5p silnější podúrovňové zásahy. Vzhledem k věku sledovaných porostů byly tyto zásahy již přípravou k obnově. Počet stromů se do poslední revize v roce 2005 (věk 103 let) snížil:



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N (ks.ha⁻¹) a výčetní kruhové základny G (m².ha⁻¹) na srovnávacích plochách experimentální řady Planá ve věku 67 - 103 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

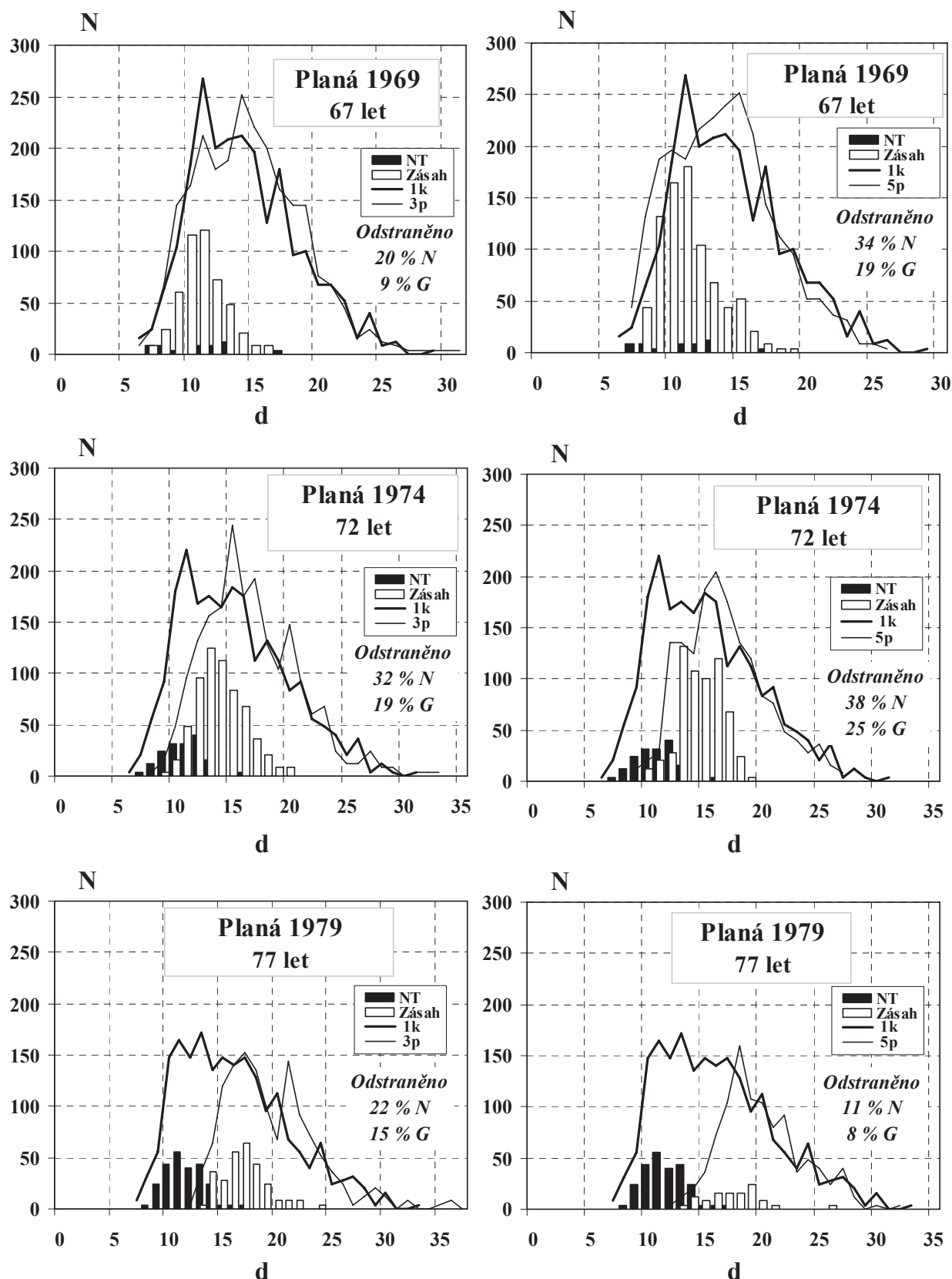
Number of trees (N - trees.ha⁻¹) and basal area (G - m².ha⁻¹) on comparative plots of experimental series Planá at the age 67 – 103 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Tab. 1.
Základní údaje o vývoji experimentu Planá
Primary data on thinning experiment Planá

Planá		1969			1974			1979			NT		2000			2005				NT 67-103 let		P 67-103 let		ÚTP	
		67 let			72 let			77 let			78-97		98 let			103 let				NT 67-103 let	P 67-103 let				
		Sdruž. porost	T	T%	Hlavní porost	Sdruž. porost	T	T%	Hlavní porost	Sdruž. porost	T	T%	Hlavní porost	Sdruž. porost	T	T%	Hlavní porost	Sdruž. porost	T			T%	Hlavní porost		
N (ks.ha ⁻¹)	1k	2248	52	2	2196	2196	164	7	2032	2032	248	12	1784	752	1032	36	3	996	996	0	0	996	-	-	-
	3p	2412	484	20	1928	1928	624	32	1304	1304	284	22	1020	264	756	144	19	612	612	84	14	528	-	-	1620
	5p	2440	824	34	1616	1616	616	38	1000	1000	112	11	888	136	752	188	25	564	564	120	21	444	-	-	1860
G (m ² .ha ⁻¹)	1k	44,0	0,5	1	43,5	48,5	1,5	3	47,0	50,6	2,7	5	47,9	13,0	54,7	0,9	2	53,9	57,6	0	0	57,6	32,2	13,6	-
	3p	48,6	4,6	9	44,0	49,2	9,6	19	39,6	43,5	6,4	15	37,0	7,8	50,2	5,7	11	44,5	47,9	4,5	9	43,4	33,4	25,6	30,8
	5p	44,3	8,4	19	35,9	41,3	10,4	25	31,0	35,1	2,7	8	32,4	4,0	50,4	8,4	17	42,0	45,6	7,5	16	38,1	35,2	31,2	37,4
d (cm)	1k	15,8	11,3	-	15,9	16,8	10,9	-	17,2	17,8	11,8	-	18,5	-	26,0	17,5	-	26,2	27,1	-	-	27,1	6,8	-	-
	3p	16,0	11,0	-	17,0	18,0	14,0	-	19,7	20,6	17,0	-	21,5	-	29,1	22,4	-	30,4	31,6	26,1	-	32,4	9,1	-	-
	5p	15,2	11,4	-	16,8	18,1	14,7	-	19,9	21,2	17,7	-	21,6	-	29,2	23,9	-	30,8	32,1	28,3	-	33,0	10,6	-	-
h (m)	1k	18,9	14,9	-	18,9	20,6	15,6	-	20,9	22,1	17,1	-	22,5	-	29,2	24,0	-	29,3	29,7	-	-	29,7	8,3	-	-
	3p	19,6	15,2	-	20,4	21,9	18,9	-	23,0	24,0	21,4	-	24,5	-	30,2	26,2	-	30,8	31,9	29,0	-	32,3	8,6	-	-
	5p	18,9	15,8	-	20,0	21,7	19,3	-	22,8	24,1	22,1	-	24,3	-	29,5	27,1	-	30,2	31,1	29,6	-	31,4	8,9	-	-
h/d	1k	119	131	-	119	123	143	-	122	124	145	-	122	-	113	138	-	112	110	-	-	110	-	-	-
	3p	123	138	-	120	122	135	-	117	116	126	-	114	-	104	117	-	101	101	111	-	100	-	-	-
	5p	124	138	-	119	120	132	-	115	114	125	-	113	-	101	113	-	98	97	105	-	95	-	-	-
d ₂₀₀ (cm)	1k	23,5	-	-	-	25,4	-	-	-	26,9	-	-	-	-	35,5	-	-	-	37,1	-	-	13,6	-	-	-
	3p	23,7	-	-	-	25,6	-	-	-	27,2	-	-	-	-	36,2	-	-	-	37,8	-	-	14,1	-	-	-
	5p	22,5	-	-	-	24,4	-	-	-	26,3	-	-	-	-	35,8	-	-	-	37,2	-	-	14,7	-	-	-
h ₂₀₀ (m)	1k	23,7	-	-	-	25,2	-	-	-	26,8	-	-	-	-	32,3	-	-	-	33,4	-	-	9,7	-	-	-
	3p	24,3	-	-	-	26,0	-	-	-	27,4	-	-	-	-	33,3	-	-	-	34,5	-	-	10,2	-	-	-
	5p	23,0	-	-	-	25,0	-	-	-	26,4	-	-	-	-	31,8	-	-	-	32,7	-	-	9,7	-	-	-
h ₂₀₀ /d ₂₀₀	1k	101	-	-	-	99	-	-	-	99	-	-	-	-	91	-	-	-	90	-	-	-	-	-	-
	3p	102	-	-	-	102	-	-	-	101	-	-	-	-	92	-	-	-	91	-	-	-	-	-	-
	5p	102	-	-	-	102	-	-	-	100	-	-	-	-	89	-	-	-	88	-	-	-	-	-	-

Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předem, Sdružený porost (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), P – přírůst, 1k – kontrolní porost bez výchovy, 3p – srovnávací plocha se slabšími podúrovňovými zásahy s negativním výběrem, 5p – srovnávací plocha se silnějšími podúrovňovými zásahy s negativním výběrem, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h/d – štiřlostní kvocient, d₂₀₀ – průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h₂₀₀ – průměrná výška 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – štiřlostní kvocient 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar

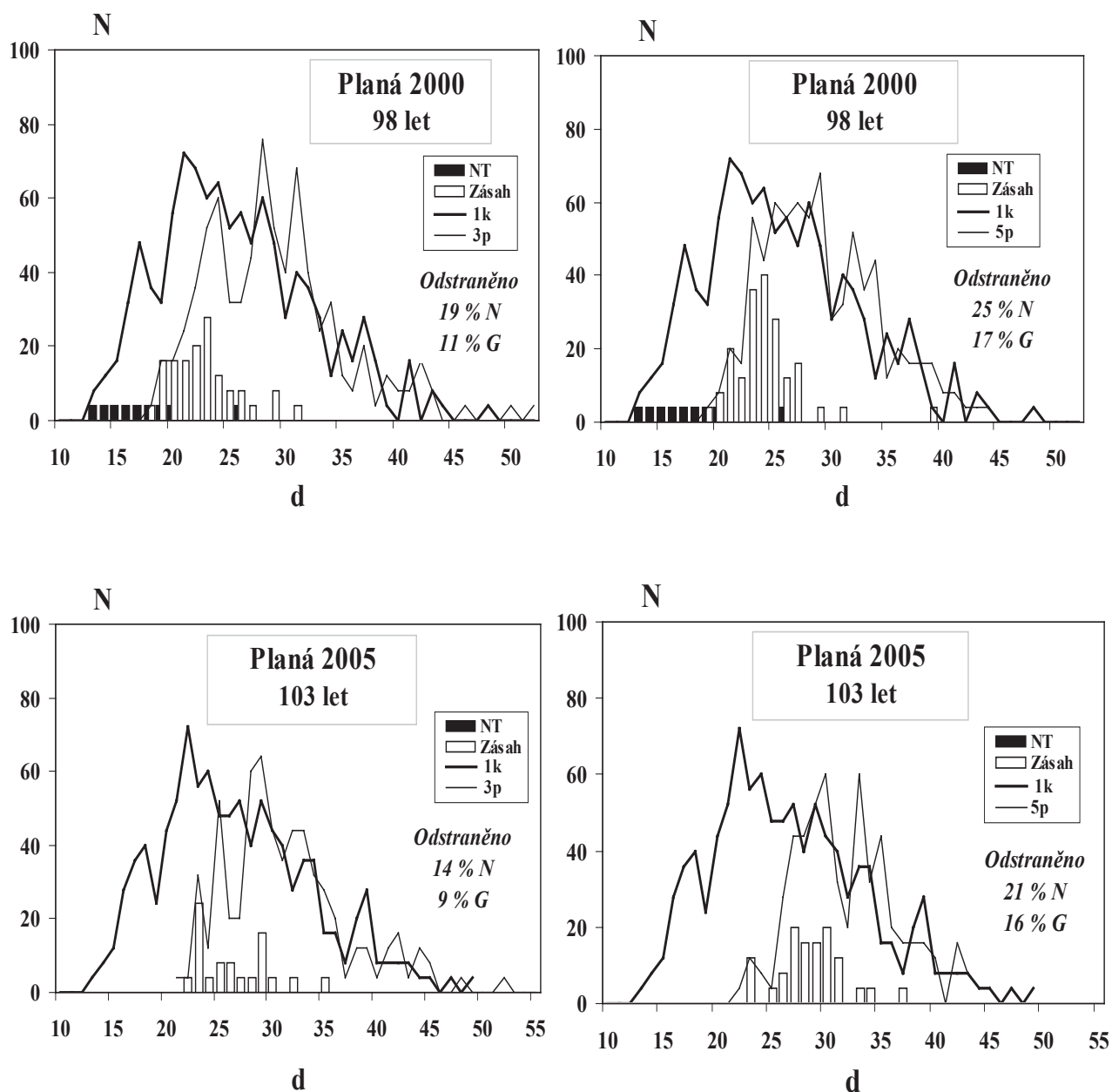
Notes: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, ÚTP – planned intermediate cutting, Sdružený porost – before thinning (including dead individuals and trees marked for thinning), Hlavní porost - after thinning (stand after thinning and after removing of dead individuals), P – increment, 1k – control plot without thinning, 3p – comparative plot with negative selection from below, 5p – heavy thinning from below, N – number of trees, G – basal area, d – diameter breast height of the mean stem, h – mean height, h/d – quotient of slenderness, d₂₀₀ – diameter of 200 thickest trees, h₂₀₀/d₂₀₀ – quotient of slenderness of 200 thickest trees



Obr. 3a.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy na variantách 3p (vlevo) a 5p (vpravo) v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Planá ve věku 67 - 77 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Planá experimental series at the age of 67 - 77 years (NT - salvage cut, Zásah - thinning, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, Odstraněno/Removed)



Obr. 3b.

Tloušťková struktura a provedené pěstební zásahy na variantách 3p (vlevo) a 5p (vpravo) v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Planá ve věku 98 a 103 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

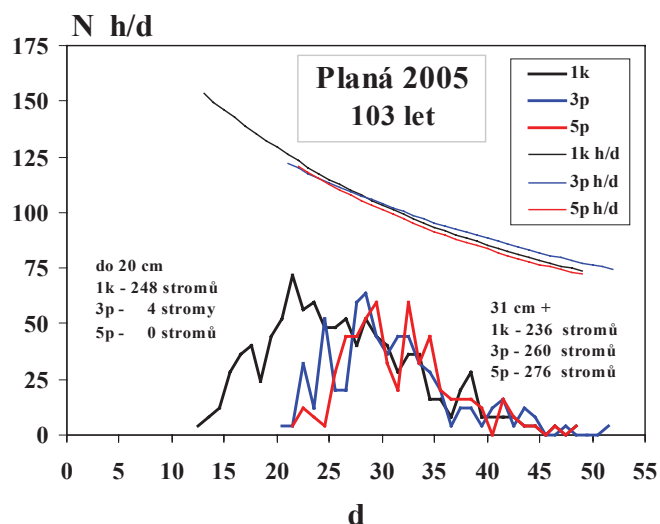
Diameter structure and experimental treatments on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Planá experimental series at the age of 98 and 103 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, Odstraněno/Removed)

- na variantě 1k na 996 stromů (mortalita ve věku 67 – 103 let 1 252 jedinců),
- na variantě 3p na 528 stromů (zásahy 1 620 a mortalita 264 jedinců),
- na variantě 5p na 590 stromů (zásahy 1 860 a mortalita 136 jedinců).

Mortalita v posledních 25 letech sledování (věk porostů 78 – 103 let) představovala na kontrolní ploše 788 (44 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 264 a 136 stromů (tj. ca 26 a 15 % stavu hlavního porostu ve věku 77 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při šesté revizi ve věku 92 let (1994), kdy ubylo po větrném polomu 20 % počtu (252 stromů) a 10 % výčetní základny G (5,4 m²). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu (8 % G, tj. 4,6 m²) se během sledování vyskytlo ještě jednou ve věku 87 let (1989).

Na paralelních experimentálních porostech s výchovou byly škody méně než poloviční (varianta 3p – 7 % N a 4 % G) až pětinnové (varianta 5p – 4 % N a 2 % G). Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší na kontrole pohyboval od 2 do 13 % N tvořících 1 až 6 % G.



Obr. 4.

Tloušťková struktura (N - ks.ha⁻¹, d - cm) a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Planá po zásahu ve věku 103 let při poslední revizi v roce 2005

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Planá after thinning at the age of 103 years in 2005 (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, h/d – quotient of slenderness)

Celkově tvořil počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší za období sledování experimentu (67 – 103 let) na variantě 3p ca jednu pětinu a na variantě 5p ca jednu desetinu počtu stromů nahodile vytěžených na kontrole.

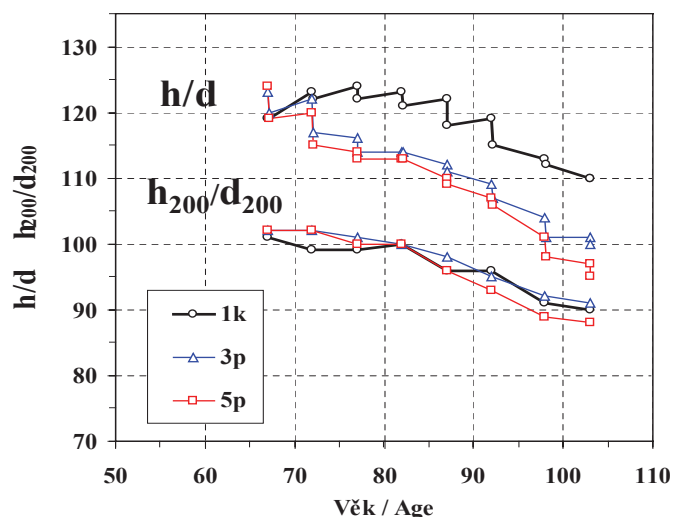
Výčetní základna G byla od druhé revize ve věku 72 let největší na kontrolní ploše 1k (obr. 2) a až do věku 87 let se přibližovala k tabulkovým hodnotám pro bonitu +1 (36). Po polomech ve věku 87 a 92 let (nahodile odstraněno 8 a 10 % G) se přírůst základny zotavil a při poslední revizi ve věku 103 let překročila výčetní základna tabulkovou hodnotu nejlepší bonity (57,6 m².ha⁻¹).

Výčetní základna G experimentálních porostů 3p a 5p po výchovných zásazích ve věku 67 až 77 let klesla (na variantě 5p až na 31 m²) a po ukončení výchovy v následujících 15 letech opět vzrostla téměř na úroveň kontrolní varianty 1k. Polom ve věku 92 let postihl porost 3p téměř stejně jako kontrolu (nahodile odstraněno 10 % G). Výrazně méně byl poškozen porost 5p, kde bylo při tomto polomu nahodile odstraněno pouze 5 % G .

Před zahájením přípravných obnovních zásahů ve věku 98 let dosáhla základna G na variantách 3p a 5p ca 50 m², tj. 92 % kontrolní varianty 1k.

Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na kontrole 1k bez výchovy o 1,2 m² a o 3,0 m² menší než na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou (32,2 m² na kontrole a 33,4 a 35,2 m² na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 18,6 m² kruhové základny (58 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 7,8 a 4,0 m² (23 a 11 % periodního přírůstu G).

Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 67 – 103 let):



Obr. 5.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (h/d) a horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) na experimentální řadě Planá ve věku 67 – 103 let

Development of h/d ratio of mean stem and upper tree story h_{200}/d_{200} (200 thickest trees per hectare) on experimental series Planá at the age of 67 – 103 years

- na kontrolní ploše 1k 13,6 m²,
- na srovnávací ploše 3p 25,6 m²,
- na srovnávací ploše 5p 31,2 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu porostů byl sledován od roku 1969 do roku 1979, tj. v období, kdy byly prováděny experimentální výchovné zásahy, vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3a) je znázorněno rozdělení stromů do tloušťkových tříd před provedením zásahů (čárový graf) a vyznačeno jednak umístění výchovného zásahu (bílé sloupce) a jednak mortalita na kontrolní ploše 1k (černé sloupce). Jak je patrné z obr. 3a, před zahájením experimentu v roce 1969 (věk porostu 67 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k, 3p a 5p řady Planá téměř identická. V rámci sledované řady nebyly shledány statisticky významné rozdíly mezi srovnávanými variantami. Tloušťková struktura byla levostranně asymetrická.

Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter negativního výběru v podúrovni byl dodržen při všech třech experimentálních výchovných zásazích. Posun výchovných zásahů do vyšších tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný při všech provedených zásazích.

Pěstební zásahy po roce 2000 (věk 98 let) s cílem iniciovat přirozenou obnovu byly provedeny podle stejných principů jako experimentální výchovné zásahy na počátku experimentu, tj. negativním výběrem v podúrovni s odstupňovanou intenzitou (3p slabší a 5p silnější, obr. 3b).

Při poslední revizi ve věku 103 let (2005) byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 13 do 52 cm (obr. 4).

Nejnižší tloušťkové třídy 13 – 20 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štihllostním kvocientem (124 – 154) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 248. Na srovnávacích plochách s negativním výběrem v podúrovni 3p a 5p bylo zastoupení stromů s výčetní tloušťkou do 20 cm bezvýznamné (pouze 4 stromy na 3p a žádný strom na 5p).

Naopak počet silnějších stromů s výčetní tloušťkou 31 cm a více s relativně příznivějším štihllostním kvocientem (63 – 102) byl na variantách s výchovou 3p a 5p o 10 a 17 % vyšší než na kontrole (1k – 236 stromů, 3p a 5p 260 a 276 stromů).

Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných řadách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších tloušťkových stupňů a nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štihllostním kvocientem, patrným především na variantě 5p. Zjištěné rozdíly v tloušťkových strukturách byly v roce 2005 (věk 103 let) při porovnání všech třech variant 1k, 3p a 5p potvrzeny statistickou analýzou jako průkazné.

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štihllostním kvocientem středního kmene a štihllostním kvocientem horního stromového patra (d_{200}) byla od počátku pokusu nepříznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štihllostní kvocient středního kmene hodnot 119 (1k), 123 (3p) a 124 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 124 při třetí revizi ve věku 77 let (tab. 1, obr. 5).

V dalším období štihllostní kvocient středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem.

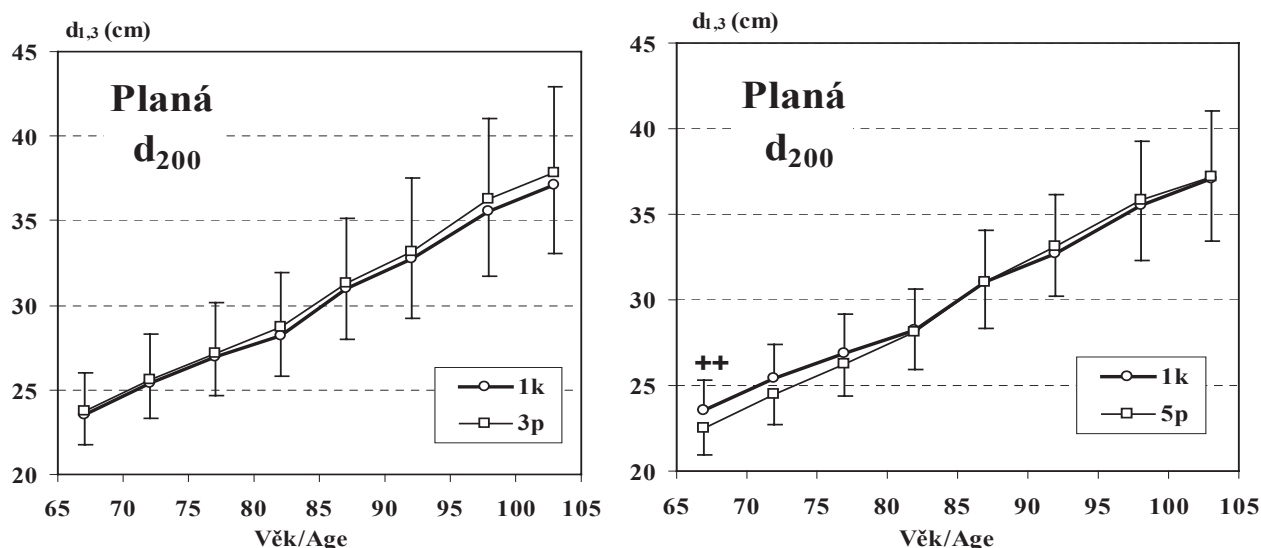
Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování. Na variantě 5p byl pokles po kulminaci výraz-

nější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.

Pod hodnotu 100 klesl štihllostní kvocient středního kmene pouze na variantě 5p, a to až v důsledku početních posunů po podúrovňových zásazích ve věku 98 a 103 let, na variantě 3p klesl na hodnotu 100 a na kontrole se dostal pouze k hodnotě 110.

Při hodnocení horního stromového patra, kdy je do výpočtu zahrnut vždy stejný počet nejsilnějších jedinců na srovnávací ploše a tak nedochází k početním posunům, byly výchozí hodnoty štihllostního kvocientu h_{200}/d_{200} rovněž vyrovnané bez statisticky signifikantních rozdílů uvnitř sledované řady. Štihllostní kvocient horního stromového patra dosahoval na sledovaných plochách hodnot 101 až 102 a měl od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2005 (věk 103 let) klesl štihllostní kvocient stromů horního patra na variantách 1k a 3p na hodnoty 90 a 91, významnější pokles byl zaznamenán pouze na variantě se silnějšími zásahy 5p (kvocient 88). Tato skutečnost byla potvrzena i statistickou analýzou potvrzující signifikantní rozdíl v hodnotách h_{200}/d_{200} při poslední revizi (2005) - porost na variantě 5p vykazoval průkazně nižší hodnoty h_{200}/d_{200} ve srovnání s variantami 1k a 3p.

Vývoj průměrné výčetní tloušťky 200 nejsilnějších stromů na hektar (d_{200}) byl poněkud ovlivněn původně signifikantně nižšími hodnotami (na počátku experimentu ve věku 67 let) na variantě 5p (obr. 6). Již při druhé revizi (věk 72 let) nebyly rozdíly mezi variantami 1k a 5p průkazné, zřejmě jako důsledek zvýšeného tloušťkového přírůstu nejsilnějších kosterních stromů po silnějším podúrovňovém zásahu na variantě 5p. V dalších letech nevykazoval vývoj d_{200} na variantách 1k a 5p signifikantní rozdíly. Shodná situace byla zjištěna při porovnání variant 1k a 3p, kde však nebyly průkazné rozdíly v hodnotách d_{200} zaregistrovány po celou dobu sledování (věk 67 až 103 let).



Obr. 6.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Planá I (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1969 – 2005 (věk 67 – 103 let). Signifikantnost rozdílů je uvedena na hladině významnosti $p \leq 0,05$ (+) a $p \leq 0,01$ (++).

Development of diameter d_{200} (with standard deviations) of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) on experimental series Planá I (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1969 – 2005 (age of 67 – 103 years). Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.

ZÁVĚRY Z EXPERIMENTŮ PLANÁ

- V období sledování (ve věku 67 až 103 let) byla výčetní základna na řadě Planá největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu (při poslední revizi 57,6 m²), zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhla ve stejném věku 103 let 43,4 a 38,1 m².
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolní ploše 1k redukován poškozením porostu především větrem. V průběhu sledování bylo na kontrole odstraněno jako souše a zlomy 18,6 m² kruhové základny, tj. 58 % přírůstu G (z toho 5,4 m² při polomu ve věku 92 let). Na variantách s výchovou 3p a 5p zlomy a souše představovaly 7,8 a 4,0 m² (23 a 11 % periodního přírůstu G).
- Periodní přírůst výčetní základny G po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů byl ve sledovaném období ve věku 67 – 103 let u variant s výchovou 3p a 5p 33,4 a 35,2 m², tj. o 1,2 a 3,0 m² větší než na kontrole 1k bez výchovy (32,2 m²).
- Periodní přírůst výčetní základny G bez nahodile vytěžených stromů byl za období sledování experimentu (věk 67 – 103 let) na kontrolní ploše 1k 13,6 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 25,6 a 31,2 m².
- Vliv podúrovňových výchovných zásahů (varianty 3p, 5p) vedl po 36 letech sledování ke snížení zastoupení nejnižších tloušťkových tříd a ke zvýšení zastoupení stromů v nejvyšších tloušťkových třídách ve srovnání s kontrolním porostem 1k bez výchovy. Na konci období sledování (věk 103 let) byly zjištěné rozdíly v porovnání tloušťkových struktur všech třech variant 1k, 3p a 5p potvrzeny jako průkazné.
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štihllostním kvocieniem byla od počátku pokusu nepříznivá. Štihllostní kvocien středního kmene dosahoval ve věku 67 let hodnot 119 (1k), 123 (3p) a 124 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 124 při třetí revizi ve věku 77 let.
- V dalším období štihllostní kvocien středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocieniem. Na variantě 5p se silnějšími podúrovňovými zásahy byl pokles po kulminaci výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.
- Pod hodnotu 100 klesl štihllostní kvocien středního kmene pouze na variantě 5p, a to až v důsledku početních posunů po podúrovňových zásazích ve věku 98 a 103 let, na variantě 3p klesl na hodnotu 100 a na kontrole se dostal pouze k hodnotě 110.

- Štihllostní kvocien horního stromového patra h_{200}/d_{200} , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval na obou hodnocených řadách výchozích hodnot 101 až 102 a měl od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2005 (věk 103 let) klesl štihllostní kvocien stromů horního patra na variantách 1k a 3p na hodnoty 90 a 91, významnější (statisticky průkazný) pokles byl zaznamenán pouze na variantě se silnějšími zásahy 5p (kvocien 88).
- Signifikantní efekt výchovy na zvýšení tloušťky dominantních stromů byl patrný pouze na variantě 5p v období po prvních podúrovňových zásazích (věk 67 let). Přírůst kosterních stromů horního stromového patra v dalším období na variantě 5p a po celé sledované období na variantě 3p se od hodnot zjištěných na kontrolní variantě 1k průkazně nelišil.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ – MZE 0002070201.

LITERATURA

- ČERNÝ, M., PÁŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jilové u Prahy, IFER 1996. 245 s.
- Geobáze® 1997 – 2000: Česká republika 1 : 100 000. Digitální mapa. Česká Lípa, Geodézie ČS, a. s., 2000. 1 CD-ROM.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.
- PÁŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 173-178.
- VIEWEGH, J.: Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu smrkových porostů. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.

Norway spruce thinning experiment – Series Planá (1969)

Summary

Experimental series Planá was founded in forest region 11 – the Český les Mts. in 1969 in 67-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each (fig. 1). Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented study is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands. After analyses of the results from the 36-year period of observation, we can draw following conclusions:

- In the period of observation (age of 67 - 103 years), the basal area on series Planá was the biggest on control unthinned plot 1k (57.6 m² in the last revision), whereas the basal area on variants with thinning 3p and 5p represented 43.4 and 38.1 m² at the age of 103 years (fig. 2, tab. 1).
- Basal area increment was reduced on control unthinned plots by the wind damage mainly. During the period of observation (age of 67 – 103 years), basal area of 18.6 m² (i. e. 58% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plot 1k (of these values 5.4 m² were removed by wind damage at the age of 92 years). On the thinned variants 3p and 5p, snags or breaks represented 7.8 and 4.0 m² (i. e. 23 and 11% of basal area increment).
- During the period of observation (age of 67 – 103 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 33.4 and 35.2 m² on thinned plots 3p and 5p, i. e. about 1.2 and 3.0 m² higher than on control unthinned plot 1k (32.2 m²).
- Basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 67 – 103 years) was 13.6 m² on control plot 1k, while the basal area increment on thinned plots 3p and 5p came up to 25.6 and 31.2 m².
- After 36 years of observation, the effect of thinning by the negative selection from below on diameter structure was observed (fig. 3a, 3b and 4). On thinned variants 3p and 5p, abundance of small-sized individuals (diameter classes up to 20 cm) decreased and abundance of thickest trees (diameter classes over 31 cm) increased compared with control unthinned plots 1k. Diameter distribution was significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots 3p and 5p compared with control plot at age of 103 years in 2005.
- Static stability characterized by h/d ratio was unfavourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 119 (1k), 123 (3p) and 124 (5p) at age of 67 years (fig. 5). This ratio culminated with peaks on values 124 on control unthinned plot at age of 77 years (third revision).
- In following period, h/d ratio of mean stem decreased on control plot, partly as a result of mortality of thin unstable individuals. On heavy thinned plot (5p) with negative selection from below, decreasing of h/d ratio after culmination was more substantial, mainly as a result of removing thin trees by thinning, which was mostly heavy compared with variant 3p.
- During the period of observation (age of 67 – 103 years), h/d ratio of mean stem on all plots did not decrease below the value 100 with the exception of plot 5p (value 95) as a result of removing thin trees by thinning at the age of 98 and 103 years. On control plot 1k and on thinned plot 3p minimum values were 100 and 110, respectively.
- Quotient of slenderness of dominant trees h_{200}/d_{200} (200 thickest individuals per hectare), which was not influenced by trees number shift, achieved initial values from 101 to 102 on all variants and showed decreasing trend (fig. 5). In the last revision (2005, age of 103 years), h_{200}/d_{200} ratio came down on plots 1k and 3p to values 90 and 91, respectively. Significant decrease was determined on heavy thinned variant 5p only, which showed h_{200}/d_{200} ratio 88 at the age of 103 years.
- Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was significant on variant 5p only in the period after first thinning (age of 67 years). Diameter increment of dominant trees on variant 3p (in the whole period) and on variant 5p (after followed thinning) was identical compared with control unthinned plot 1k (fig. 6).

Recenzováno

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - ŽELEZNÁ RUDA I (1969)

Norway spruce thinning experiment – Series Železná Ruda I (1969)

Abstract

Experimental series at Železná Ruda I was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 61-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of two comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each. Comparative plot 1k is control plot without designed thinning; comparative plot 3p is the stands with thinning by negative selection from below. Presented paper is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands during the 35-year period of observation.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesa, porostní výchova
Key words: Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

ÚVOD

V letech 1956 až 1973 bylo pro řešení problematiky porostní výchovy smrku ve VÚLHM založeno celkem 46 výzkumných řad ve čtyřech časových sériích (série 1 v letech 1956 – 1958, série 2 v roce 1960, série 4 v letech 1964 – 1969 a série 5 v letech 1971 – 1973). Série 3 byla založena v borových porostech a je hodnocena samostatně. Ze čtvrté série s výchovou smrkových porostů, založené Ing. Pařezem v letech 1964 až 1969, se dochovalo celkem 9 výzkumných řad. Předkládaná práce se zabývá hodnocením řady Železná Ruda I. Další experimentální řady budou hodnoceny v samostatných příspěvcích. Souhrnné vyhodnocení celé 4. série je obdobně jako u 1. a 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b) předmětem individuálního sdělení.

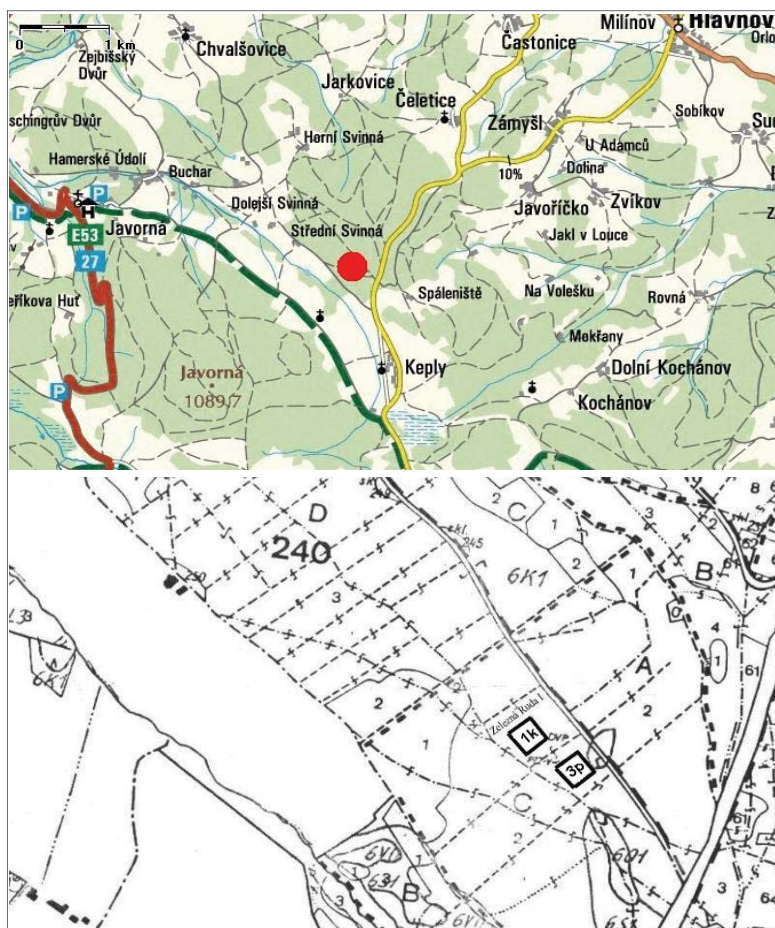
Experimentální řada Železná Ruda I byla založena v lesní oblasti 13 – Šumava v roce 1969 v 61letém smrkovém porostu na LHC Železná Ruda v porostu 240C₂ podle LHP 1987 – 1996. Porosty jsou obhospodařovány LČR, s. p., LS Železná Ruda, revír Javorná.

Zeměpisné souřadnice experimentální řady v systému WGS-84 jsou 13°20'49" v. d., 49°12'47" s. š. Porost se nachází na jihozápadním svahu se sklonem 10 %, v nadmořské výšce 910 m.

Současný smrkový porost je hospodářským lesem na LT 5K2 - kyselá jedlová bučina s ostřicí kulonosou (*Abieto-Fagetum acidophilum* – *Carex pilulifera*). 5. LVS byl určen podle půdního typu, který je zde kambizem podzolovaná (rankerová). V 6. LVS by se již vyskytovaly kryptopodzoly. Důkazem pro 6. LVS by byl výskyt druhu *Calamagrostis villosa*, který však nebyl na ploše ani v okolí indikován (VIEWEGH 2002).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 1 000 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 6 °C.

Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů včetně použitých metod při hodnocení výsledků jsou uvedeny v příspěvku SLODIČÁK, NOVÁK (2003). Experimentální řadu tvoří dvě dílčí srovnávací plochy (1k a 3p), každá o velikosti 50 m x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1).



Obr. 1. Umístění experimentální řady Železná Ruda I (Geobáze® 1997 – 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Železná Ruda, LHP (1987)
 Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Železná Ruda I on Forest Management Plan (1987)

Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Jsou zde odstraňovány pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plocha 3p je zaměřena na sledování podúrovňových zásahů s negativním výběrem.

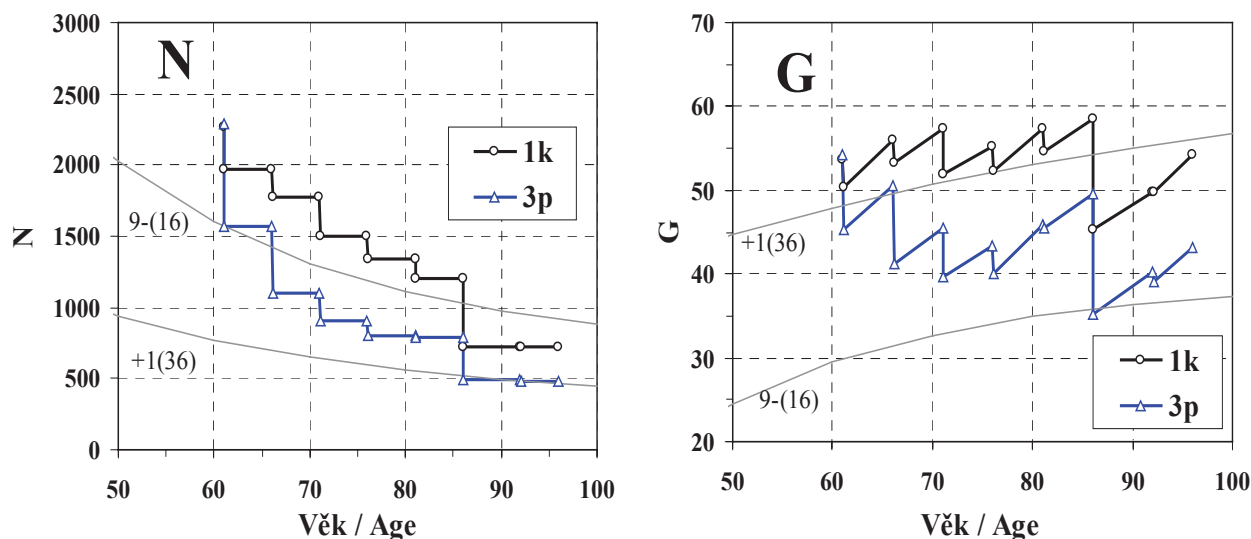
Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru UNISTAT® (verze 5.1) s použitím hladiny významnosti $p \leq 0,05$. Zpracování

Tab. 1.
Základní údaje o vývoji experimentu Železná Ruda I
Basic data on thinning experiment Železná Ruda I

Železná Ruda I	1969					1974					1979					1994					2004		NT 61-96 let		P 61-96 let		ÚTP 61-96 let	
	61 let					66 let					71 let					86 let					96 let	Sdružený porost	NT 87-95 let	NT 61-96 let	P 61-96 let	ÚTP 61-96 let		
	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost								
1k	N	2264	292	13	1972	1972	192	10	1780	1780	276	16	1504	760	296	1208	488	40	720	0	720	1544	-	-	-	-	-	-
3p	(ks.ha ⁻¹)	2288	720	31	1568	1568	468	30	1100	1100	200	18	900	0	112	788	296	38	492	16	476	424	-	-	-	-	-	-
1k	G	53,6	3,1	6	50,4	55,9	2,6	5	53,3	57,3	5,3	9	52,0	11,0	6,0	58,5	13,3	23	45,2	0	54,2	30,3	30,9	0,6	-	-	-	-
3p	(m ² .ha ⁻¹)	54,3	9,0	17	45,3	50,6	9,5	19	41,2	45,5	5,8	13	39,7	0,0	3,8	49,6	14,5	29	35,2	1,1	43,2	19,4	32,6	13,3	24,3	-	-	-
1k	d	17,4	11,7	-	18,1	19,0	13,2	-	19,5	20,3	15,7	-	21,0	-	-	24,8	18,6	-	28,3	-	31,0	-	6,9	-	-	-	-	-
3p	(cm)	17,4	12,6	-	19,2	20,3	16,4	-	21,8	23,0	19,3	-	23,7	-	-	28,3	24,8	-	30,2	-	34,0	-	10,1	-	-	-	-	-
1k	h	18,5	14,5	-	18,9	20,6	16,6	-	20,9	21,7	18,8	-	22,1	-	-	26,0	22,5	-	27,5	-	29,4	-	7,6	-	-	-	-	-
3p	(m)	18,0	14,7	-	19,0	21,0	18,5	-	21,8	22,9	20,9	-	23,2	-	-	27,2	25,7	-	27,9	-	29,4	-	8,3	-	-	-	-	-
1k	h/d	107	124	-	105	109	126	-	107	107	120	-	105	-	-	105	121	-	97	-	95	-	-	-	-	-	-	-
3p		104	116	-	99	103	113	-	100	100	109	-	98	-	-	96	104	-	92	-	87	-	-	-	-	-	-	-
1k	d ₂₀₀	25,5	-	-	-	27,1	-	-	-	28,8	-	-	-	-	-	33,9	-	-	-	-	37,7	-	12,2	-	-	-	-	-
3p	(cm)	25,0	-	-	-	26,7	-	-	-	28,4	-	-	-	-	-	34,1	-	-	-	-	38,5	-	13,5	-	-	-	-	-
1k	h ₂₀₀	22,2	-	-	-	24,3	-	-	-	25,5	-	-	-	-	-	29,5	-	-	-	-	31,6	-	9,4	-	-	-	-	-
3p	(m)	21,7	-	-	-	24,0	-	-	-	25,2	-	-	-	-	-	29,2	-	-	-	-	30,8	-	9,1	-	-	-	-	-
1k		87	-	-	-	90	-	-	-	89	-	-	-	-	-	87	-	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-
3p	h ₂₀₀ /d ₂₀₀	87	-	-	-	90	-	-	-	89	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-

Pozn.: P – přirůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předmytí, Sdružený porost (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), 1k – kontrolní porost bez výchovy, 3p – srovnávací plocha se slabšími podúrovňovými zásahy s negativním výběrem, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h/d – štihostní kvocient, d₂₀₀ – průměrná výška 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – štihostní kvocient 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar

Notes: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, ÚTP – planned intermediate cutting, Sdružený porost – before thinning (including dead individuals and trees marked for thinning), Hlavní porost – after thinning (stand after thinning and after removing of dead individuals), 1k – control plot without thinning, 3p – comparative plot with negative selection from below, N – number of trees, G – basal area, d – diameter breast height of the mean stem, h – mean height, h/d – quotient of slenderness, d₂₀₀ – diameter of 200 thickest trees, h₂₀₀/d₂₀₀ – quotient of slenderness of 200 thickest trees



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$) a výčetní kruhové základny G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) na srovnávacích plochách experimentální řady Železná Ruda I ve věku 61 – 96 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N - $\text{trees} \cdot \text{ha}^{-1}$) and basal area (G - $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) on comparative plots of experimental series Železná Ruda I at the age 61 – 96 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

a příprava datových souborů pro statistické analýzy proběhly podle doporučených postupů (MELOUN, MILITKÝ 1998). Pro testování byla využita procedura ANOVA a následně mnohonásobné porovnávání (testy Student-Newman-Keuls, Tukey, Dunnett). Datové soubory s údaji o horním stromovém patře (d_{200} , h_{200}/d_{200}) byly testovány pomocí vícevýběrových neparametrických testů (Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí Kolmogorov-Smirnov dvouvýběrového testu.

PRŮBĚH EXPERIMENTU

V době založení experimentální řady Železná Ruda I v roce 1969 dosáhl věk sledovaných porostů 61 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě 2 264 a 2 288 jedinců na 1 hektar na plochách 1k a 3p s vyrovnanými taxačními parametry (G 53,6 a 54,3 m^2 , d na obou variantách 17,4 cm, h 18,5 a 18,0 m). Zjištěné rozdíly nebyly signifikantní stejně jako u parametrů horního stromového patra, tj. ve výčetní tloušťce a výšce 200 nejsilnějších stromů na 1 ha (d_{200} 25,5 a 25,0 cm a h_{200} 22,2 a 21,7 m). Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl na dílčích srovnávacích plochách v rámci řady srovnatelný. Před zahájením experimentu nebyl sledovaný porost vychováván. Svědčí o tom výrazná tloušťková diferenciace (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 6 do 33 cm, obr. 3a).

Počet stromů a výčetní základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 61 let, bylo v porostu srovnávací plochy 3p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 31 % stromů (N) tvořících 17 % výčetní základny (G). Umístění zásahu v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3a. Patrný je podúrovňový charakter zásahu (průměrná výčetní tloušťka těžných stromů byla na variantě 3p 12,6 cm, zatímco střední výčetní tloušťka dosahovala 17,4 cm (tab. 1).

Zásahy se opakovaly ještě dvakrát ve věku 66 a 71 let (1974 a 1979) v pětiletých periodách a bylo při nich na variantě 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 30 a 18 % N (19 a 13 % G).

Po třech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 10 let po zahájení experimentu (rok 1979, věk 71 let), zůstalo:

- na variantě 1k celkem 1 504 stromů (mortalita 760 stromů, 34 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 900 stromů (při výchově odstraněno 1 388 stromů, tj. 61 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 71 let:

- na variantě 1k – 52,0 m^2 (pokles o 1,6 m^2),
- na variantě 3p – 39,7 m^2 (pokles o 14,6 m^2).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně za období prvních deseti let sledování (ve věku 61 – 71 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilých těžbách na kontrole na variantě 3p – 9,7 m^2 a byl tedy pouze o 0,3 m^2 větší než na kontrole (9,4 m^2).

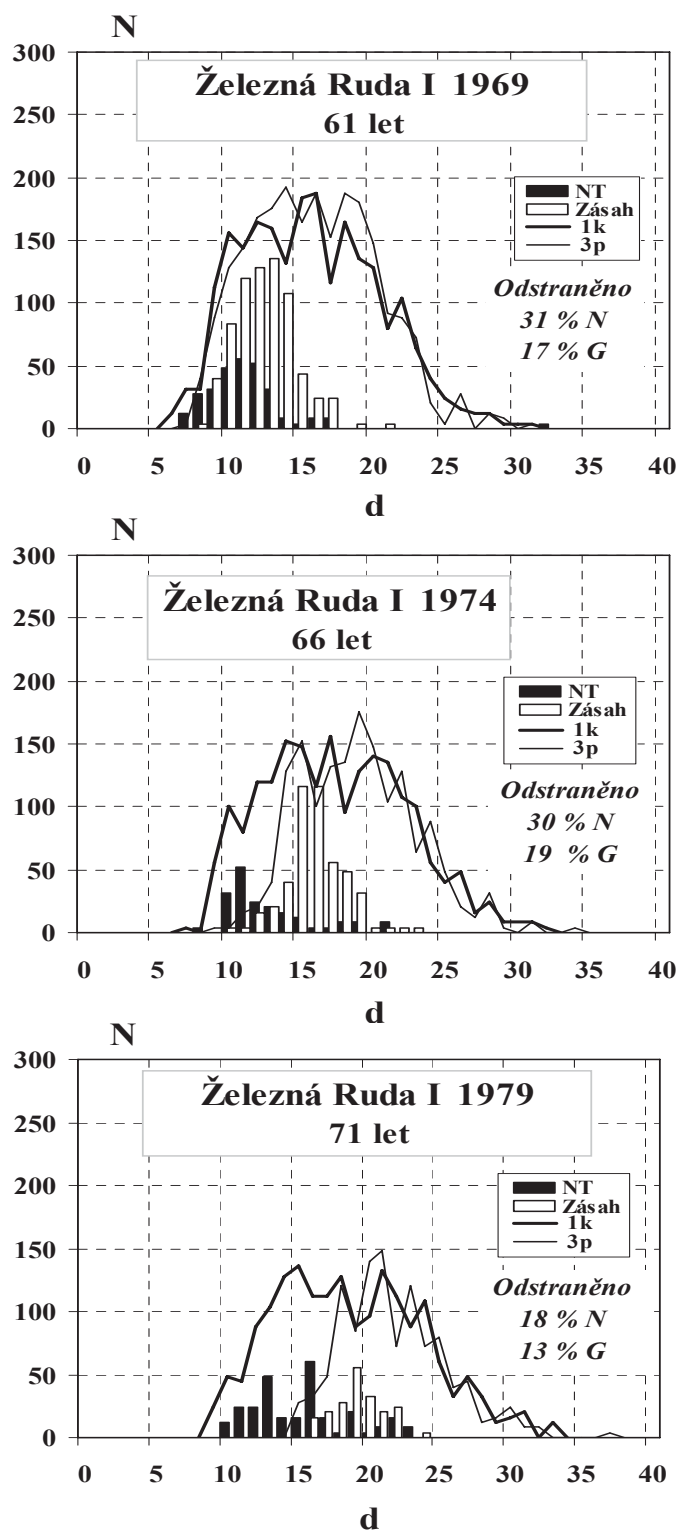
Od třetího výchovného zásahu ve věku 71 let (1979) se oba porosty výzkumné řady Železná Ruda I vyvíjely 25 let až do roku 2004 bez záměrného ovlivňování. Byly odstraňovány pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty.

Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 96 let) snížil:

- na variantě 1k na 720 stromů (mortalita ve věku 61 – 96 let 1 544 jedinců),
- na variantě 3p na 476 stromů (zásahy 1 388 a mortalita 424 jedinců).

Mortalita v posledních 25 letech sledování (věk porostů 72 – 96 let) představovala na kontrolní ploše 784 (52 %) jedinců, zatímco na srovnávací ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 424 stromů (tj. ca 47 % stavu hlavního porostu ve věku 71 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na obou srovnávacích plochách při šesté revizi ve věku 86 let (1994), kdy bylo odstraněno po sněhovém a větrném polomu na kontrole 488 stromů s výčetní základnou 13,3 m^2 (40 % N, 23 % G) a na variantě 3p 296 stromů



Obr. 3a.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy na variantách 3p (vlevo) a 5p (vpravo) v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Železná Ruda I ve věku 61 – 71 let (NT – nahodilá těžba, N – počet stromů na 1 ha, d – tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Železná Ruda I experimental series at the age of 61 – 71 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, Odstraněno/Removed)

s výčetní základnou 14,5 m² (38 % N, 29 % G). V obou sledovaných porostech byly poškozeny a následně odstraněny hlavně stromy v nejnižších tloušťkových stupních 13 – 27 na kontrole a 18 – 31 na variantě 3p. Až na výjimky se jednalo o stromy se štíhlostním kvocientem nad 90 (obr. 3b). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu se během sledování experimentu nevyskytlo. Mortalita se v jednotlivých periodách pohybovala na kontrole od 10 do 16 % N, tvořících 5 až 9 % G.

Celkově tvořil počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší za období sledování experimentu (61 – 96 let) na variantě 3p necelou jednu třetinu (424) počtu stromů nahodile vytěžených na kontrole (1 544).

Výčetní základna G byla po celou dobu sledování největší na kontrolní ploše 1k a až do polomu ve věku 86 let převyšovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m). Po polomu evidovaném při revizi ve věku 86 let (nahodile odstraněno 40 % N, 23 % G) se přírůst základny zotavil a při poslední revizi ve věku 96 let se k tabulkové hodnotě nejlepší bonity opět přiblížil (54,2 m²).

Výčetní základna G experimentálního porostu 3p po výchovných zásazích ve věku 61 až 71 let klesla až na 39,7 m² a po ukončení výchovy v následujících 15 letech opět vzrostla na 49,6 m² před poškozením ve věku 86 let. Polom postihl porost 3p téměř stejně jako kontrolu (nahodile odstraněno 38 % N, 29 % G). Při poslední revizi ve věku 96 let dosáhla základna G na variantě 3p 43,2 m², tj. 80 % kontroly (54,2 m²).

Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na kontrole 1k bez výchovy o 1,7 m² menší než na srovnávací ploše 3p s výchovou (30,9 m² na kontrole a 32,6 m² na ploše 3p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 30,3 m² základny (98 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávací variantě 3p s výchovou zlomy a souše představovaly 19,4 m² (60 % periodního přírůstu G).

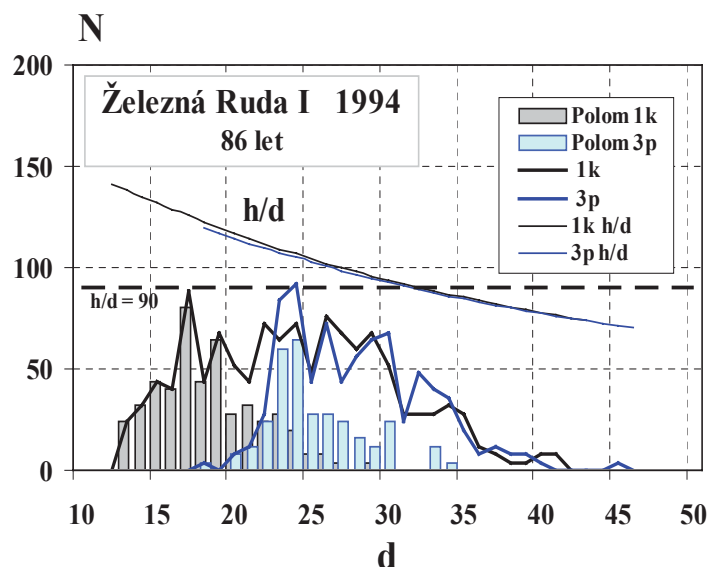
Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 61 – 96 let):

- na kontrolní ploše 1k 0,6 m²,
- na srovnávací ploše 3p 13,3 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu porostů byl sledován od roku 1969 do roku 1979, tj. v období, kdy byly prováděny experimentální výchovné zásahy, vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3a) je znázorněno rozdělení stromů do tloušťkových tříd před provedením zásahů (čárový graf) a vyznačeno jednak umístění výchovného zásahu (bílé sloupce) a jednak mortalita na kontrolní ploše 1k (černé sloupce). Jak je patrné z obr. 3a, před zahájením experimentu v roce 1969 (věk porostu 61 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k, 3p řady Železná Ruda I téměř identická. V rámci sledované řady nebyly shledány statisticky významné rozdíly mezi srovnávanými variantami. Tloušťková struktura byla levostranně asymetrická.

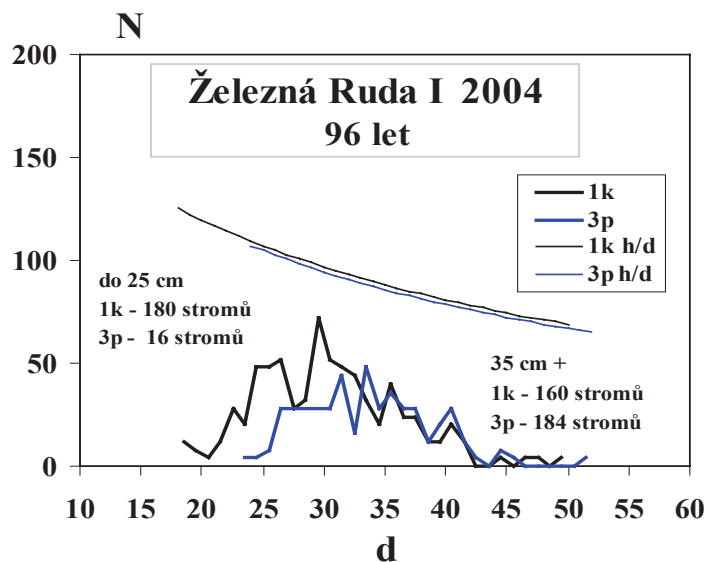
Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter negativního výběru v podúrovni byl dodržen při všech třech experimentálních výchovných zásazích. Posun výchovných zásahů do vyšších tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný při všech provedených zásazích.



Obr. 3b.

Tloušťková struktura, štíhlostní kvocient a poškození experimentálních porostů polomem na kontrole 1k a variantě 3p na experimentální řadě Železná Ruda I ve věku 86 let (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure, h/d ratio and damage by snow and wind on control plot 1k and on variant 3p on Železná Ruda I experimental series at the age of 86 (Polom - salvage cut, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm)



Obr. 4.

Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient h/d podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Železná Ruda I ve věku 96 let při poslední revizi v roce 2004 (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Železná Ruda I at the age of 96 years (N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, h/d - quotient of slenderness)

Při poslední revizi ve věku 96 let (2004) byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 19 do 52 cm (obr. 4).

Nejnižší tloušťkové třídy 19 – 25 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štíhlostním kvocientem (105 – 122) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 180. Na variantě 3p s negativním výběrem v podúrovni bylo zastoupení stromů s výčetní tloušťkou do 25 cm bezvýznamné (pouze 16 stromů, tj. 9 % stavu na kontrole).

Naopak počet silnějších stromů s výčetní tloušťkou 35 cm a více s příznivějším štíhlostním kvocientem (65 – 88) byl na variantě s výchovou 3p o 15 % vyšší než na kontrole (1k – 160 stromů a 3p 184 stromů).

Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se tak na sledovaných řadách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších tloušťkových stupňů a nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štíhlostním kvocientem. Z porovnání tloušťkových struktur v roce 2004 (věk 96 let) vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami řady I (1k se průkazně liší od 3p).

Statická stabilita

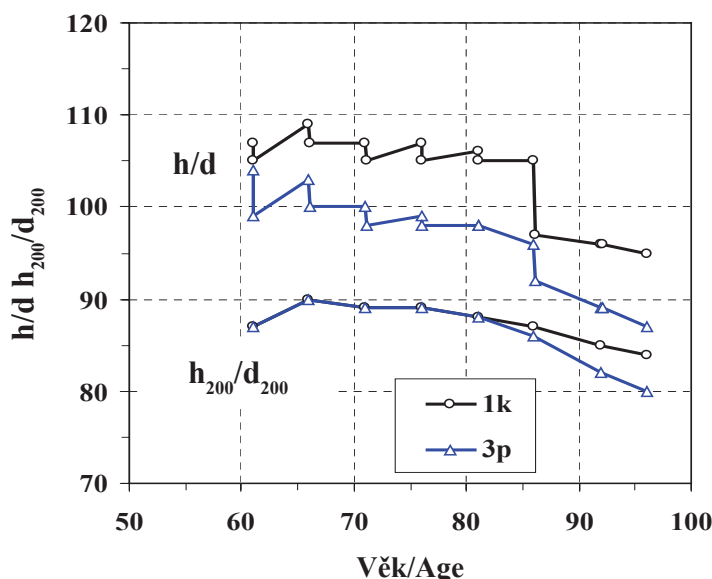
Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem středního kmene a štíhlostním kvocientem horního stromového patra (d_{200}) byla od počátku pokusu nepříznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štíhlostní kvocient středního kmene hodnot 107 (1k) a 104 (3p) a nacházel se ve fázi kulminace, která byla zaznamenána na kontrole při druhé revizi (h/d 109). V dalším období štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem (tab. 1, obr. 5).

Na variantě 3p s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování. Pokles hodnot byl výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích na počátku experimentu.

Pod hodnotu 100 klesl štíhlostní kvocient středního kmene na variantě 3p hned po početních posunech následujících po podúrovňových zásazích ve věku 61 – 71 let. Na kontrole se pod hodnotu 100 dostal štíhlostní kvocient až po polomu ve věku 86 let, kdy byly po polomu odstraněny poškozené nejslabší a nejméně stabilní stromy reprezentující 40 % z celkového počtu jedinců (obr. 3b).

Při hodnocení horního stromového patra, kdy je do výpočtu zahrnut vždy stejný počet nejsilnějších jedinců na srovnávací ploše a tak nedochází k početním posunům, byly výchozí hodnoty štíhlostního kvocientu h_{200}/d_{200} na obou srovnávacích plochách stejné (hodnota 87). Štíhlostní kvocient horního stromového patra kulminoval již při druhé revizi ve věku 66 let hodnotami 90 na obou variantách a poté až do poslední revize v roce 2004 klesal. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 96 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na variantách 1k a 3p na hodnoty 84 a 80, přičemž rozdíly mezi variantami byly signifikantní.

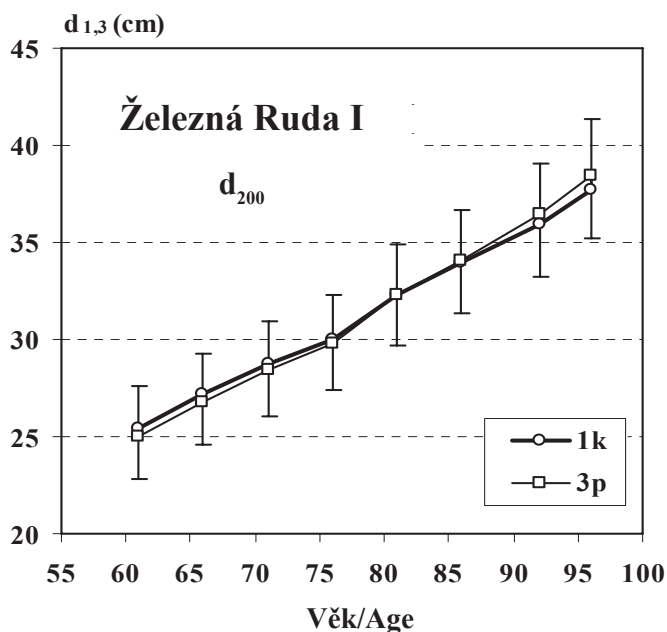
Z provedené analýzy je zřejmý v průběhu sledování výraznější nárůst hodnot d_{200} (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) na ploše 3p ve srovnání s kontrolou (obr. 6). Tato skutečnost se projevila již zmiňovaným signifikantním



Obr. 5.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (h/d) a horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) na experimentální řadě Železná Ruda I ve věku 61 - 96 let

Development of quotient of slenderness of mean stem (h/d) and upper tree story (200 thickest trees per hectare - h_{200}/d_{200}) on experimental series Železná Ruda I at the age of 61 - 96 years



Obr. 6.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Železná Ruda I (porovnání variant 1k a 3p) v období 1969 - 2004 (věk 61 - 96 let). Signifikantnost rozdílů je uvedena na hladině významnosti $p \leq 0,05$ (+) a $p \leq 0,01$ (++)

Development of diameter d_{200} (with standard deviations) of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) on experimental series Železná Ruda I (comparison between variants 1k and 3p) in the period 1969 - 2004 (age of 61 - 96 years) Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.

poklesem h_{200}/d_{200} na vychovávané variantě 3p. Uvedené rozdíly v hodnotách d_{200} však po celou dobu sledování v letech 1969 až 2004 (věk 61 až 96 let) signifikantní nebyly.

ZÁVĚRY Z EXPERIMENTŮ ŽELEZNÁ RUDA I

- V období sledování (ve věku 61 až 96 let) byla výčetní základna na řadě Železná Ruda I největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu a až do polomu ve věku 86 let převyšovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m). Při poslední revizi ve věku 96 let dosáhla základna G na variantě 3p 43,2 m², tj. 80 % kontroly (54,2 m²).
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na obou variantách 1k i 3p redukován poškozením porostu především sněhem a větrem. V průběhu sledování bylo na kontrole odstraněno jako souše a zlomy 30,3 m² základny (98 % přírůstu), zatímco na srovnávací variantě 3p s výchovou zlomy a souše představovaly 19,4 m² (60 % periodního přírůstu G).
- Periodní přírůst výčetní základny G po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů byl ve sledovaném období ve věku 61 - 96 let u varianty s výchovou 3p 32,6 m², tj. o 1,7 m² větší než na kontrole 1k bez výchovy (30,9 m²).
- Periodní přírůst výčetní základny G bez nahodile vytěžených stromů byl za období sledování experimentu (věk 61 - 96 let) na kontrolní ploše 1k 0,6 m², zatímco na variantě s výchovou 3p dosáhl přírůst G 13,3 m².
- Vliv podúrovňových výchovných zásahů (varianta 3p) vedl po 35 letech sledování ke snížení zastoupení nejnižších tloušťkových tříd a ke zvýšení zastoupení stromů v nejvyšších tloušťkových třídách ve srovnání s kontrolním porostem 1k bez výchovy. Tloušťkové struktury porostů na sledovaných variantách byly při poslední revizi v roce 2004 (věk 96 let) potvrzeny jako signifikantně rozdílné.
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla od počátku pokusu nepříznivá. Štíhlostní kvocient středního kmene dosahoval ve věku 61 let hodnot 107 (1k) a 104 (3p) a nacházel se ve fázi kulminace, která byla zaznamenána na kontrole při druhé revizi (h/d 109). Na variantě 3p s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování.
- Štíhlostní kvocient středního kmene na obou variantách klesal především v důsledku početních posunů po odstranění stromů s nejvyšším kvocientem. Pokles kvocientu při posledních dvou revizích byl způsoben oživením tloušťkového růstu po polomu ve věku 86 let a zpomalením výškového růstu porostu ve fázi dospělosti (věk 86 - 96 let).
- Pod hodnotu 100 klesl štíhlostní kvocient středního kmene na variantě 3p hned po početních posunech následujících po podúrovňových zásazích ve věku 61 - 71 let. Na kontrole se pod hodnotu 100 dostal štíhlostní kvocient až po polomu ve věku 86 let, kdy byly po polomu odstraněny poškozené nejslabší a nejméně stabilní stromy reprezentující 40 % z celkového počtu jedinců.
- Štíhlostní kvocient horního stromového patra h_{200}/d_{200} , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval na obou hodnocených variantách stejné výchozí hodnoty 87 a kulminoval již při druhé revizi ve věku 66 let hodnotami 90 na obou variantách. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 96 let) klesl štíh-

lostní kvocient stromů horního patra na variantách 1k a 3p na hodnoty 84 a 80. Rozdíly mezi variantami byly signifikantní.

- Signifikantní efekt výchovy na zvýšení statické stability porostu byl prokázán. Zaznamenané rozdíly v tloušťkovém přírůstu kostrních stromů horního stromového patra na kontrole 1k a variantě 3p však nebyly po celou dobu sledování signifikantní.

LITERATURA

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jílové u Prahy, IFER 1996. 245 s.

Geobáze® 1997 – 2000: Česká republika 1 : 100 000. Digitální mapa. Česká Lípa, Geodézie ČS, a. s., 2000. 1 CD-ROM.

MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.

PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ – MZE 0002070201.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17.

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 173-178.

VIEWEGH, J.: Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu smrkových porostů. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.

Norway spruce thinning experiment – Series Železná Ruda I (1969)

Summary

Experimental series at Železná Ruda I was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 61-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of two comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each (fig. 1). Comparative plot 1k is control plot without designed thinning; comparative plot 3p is the stand with thinning by negative selection from below. Presented study is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands. After analyses of the results from the 35-year period of observation, we can draw following conclusions:

- In the period of observation (age of 61 - 96 years), the basal area on series Železná Ruda I was the biggest on control unthinned plot 1k and this basal area exceeded Growth Tables values for site class +1 (36 m) until the wind and snow damage at the age of 86 years (fig. 2, tab. 1). At the age of 96 years (last revision), the basal area on variant with thinning 3p represented 43.2 m², i. e. 80% of values from control 1k (54.2 m²).
- Basal area increment was reduced on both plots 1k and 3p by the wind and snow damage mainly. During the period of observation (age of 61 – 96 years), basal area of 30.3 m² (i. e. 98% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plot 1k, whereas on the thinned variant 3p, snags or breaks represented 19.4 m² (i. e. 60% of basal area increment).
- During the period of observation (age of 61 – 96 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 32,6 m² on thinned plot 3p, i. e. about 1.7 m² higher than on control unthinned plot 1k (30.9 m²).
- Basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 61 – 96 years) was 0,6 m² on control plot 1k, while the basal area increment on thinned plot 3p came up to 13.3 m².
- After 35 years of observation, the effect of thinning by the negative selection from below on diameter structure was observed (fig. 3a, 3b and 4). On thinned variant 3p, abundance of small-sized individuals (diameter classes up to 25 cm) decreased and abundance of thickest trees (diameter classes over 35 cm) increased compared with control unthinned plots 1k. Diameter distribution was significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots 3p compared with control plot at age of 96 years in 2004.
- Static stability characterized by h/d ratio was unfavourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 107 (1k) and 104 (3p) at age of 61 years (fig. 5). This ratio culminated with the peak on the value of 109 on control unthinned plot at the age of 66 years (second revision). On thinned variant 3p, h/d ratio of mean stem decreased continually from the beginning of observation.
- The h/d ratio of mean stem decreased, primarily as a result of mortality (on both variants 1k and 3p) and planned cutting (on variant 3p) of thin unstable individuals. Decrease on h/d ratio values during the last two revisions was caused by recovery of diameter growth after salvage cut at the age of 86 years and by height growth deceleration in the mature stands (age of 86 – 96 years).
- On thinned variant 3p, h/d ratio of mean stem decreased below the value 100 immediately after trees number shift caused by thinning from below at the age of 61 – 71 years. On the other hand, this ratio on control plot came down below the value 100 only after salvage cut at the age of 86 years when 40% of individuals (the thinnest, damaged and unstable trees) were removed.
- Quotient of slenderness of dominant trees h_{200}/d_{200} (200 thickest individuals per hectare), which is not influenced by trees number shift, achieved an initial value of 87 on both variants and culminated on both variants again with peak on the value of 90 at the age of 66 years (second revision). In the last revision (2004, age of 96 years), h_{200}/d_{200} ratio came down on plots 1k and 3p to significantly different values 84 and 80, respectively (fig. 5).
- Effect of thinning on the increment of stand static stability was demonstrated by h/d ratio analyses. However, diameter d_{200} (dominant trees) differences between variants 1k and 3p were insignificant during all period of observation (fig. 6).

Recenzováno

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - ŽELEZNÁ RUDA II (1969)

Norway spruce thinning experiment - Series Železná Ruda II (1969)

Abstract

Experimental series at Železná Ruda II was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 40-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each. Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented paper is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands during the 35-year period of observation.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesa, porostní výchova

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

ÚVOD

Ze čtvrté série experimentů VÚLHM s výchovou smrkových porostů, založené Ing. Pařezem v letech 1964 až 1969, se dochovalo celkem 9 výzkumných řad (Polička I a II, Nasavrky, Bruntál, Blaník I a II, Planá a Železná Ruda I a II). Předkládaná práce se zabývá hodnocením poslední řady v této sérii - Železná Ruda II. Ostatní experimentální řady této série byly hodnoceny samostatně v předcházejících příspěvcích. Souhrnné vyhodnocení celé 4. série je obdobně jako u 1. a 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b) předmětem samostatného sdělení.

METODIKA

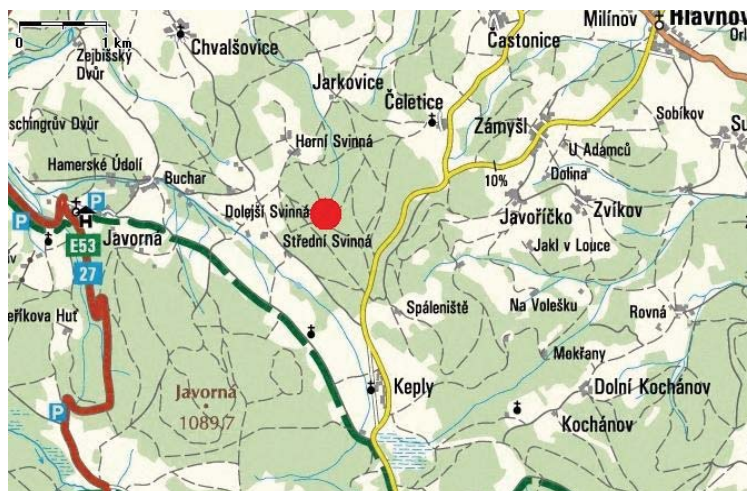
Experimentální řada Železná Ruda II byla založena v lesní oblasti 13 – Šumava v roce 1969 v 40letém smrkovém porostu na LHC Železná Ruda v porostu 239 E2 podle LHP 1987 - 1996. Porosty jsou obhospodařovány LČR, s. p., LS Železná Ruda, revír Javorná.

Zeměpisné souřadnice experimentální řady v systému WGS-84 jsou 13°20'20" v. d., 49°13'18" s. š. Porost se nachází na jihozápadním svahu se sklonem 5 %, v nadmořské výšce 930 m.

Současný porost je plně zapojená smrková kultura v LT 5K1 - kyselá jedlová bučina metlicová (*Abieto-Fagetum acidophilum* – *Avenella flexuosa*). Půdní typ byl charakterizován jako kambizem rankerová. Zařazení do 6. LVS bylo vyloučeno jednak z důvodu indikovaného půdního typu (půda není podzolovaná) a jednak z důvodu chybějícího druhu *Calamagrostis villosa*, který by se v těchto polohách na tomto živinově slabém podloží určitě vyskytl (VIEWEGH 2002).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 800 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 6 °C.

Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů včetně použitých metod při hodnocení výsledků jsou uvedeny v příspěvku SLODIČÁK, NOVÁK (2003). Experimentální řada je tvořena třemi dílčími plochami (1k, 3p a 5p), každá o velikosti 50 m x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1). Všechny údaje uváděné v příspěvku jsou přepočítány na 1 hektar.



Obr. 1.

Umístění experimentálních řad Železná Ruda II (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Železná Ruda II, LHP (1987)

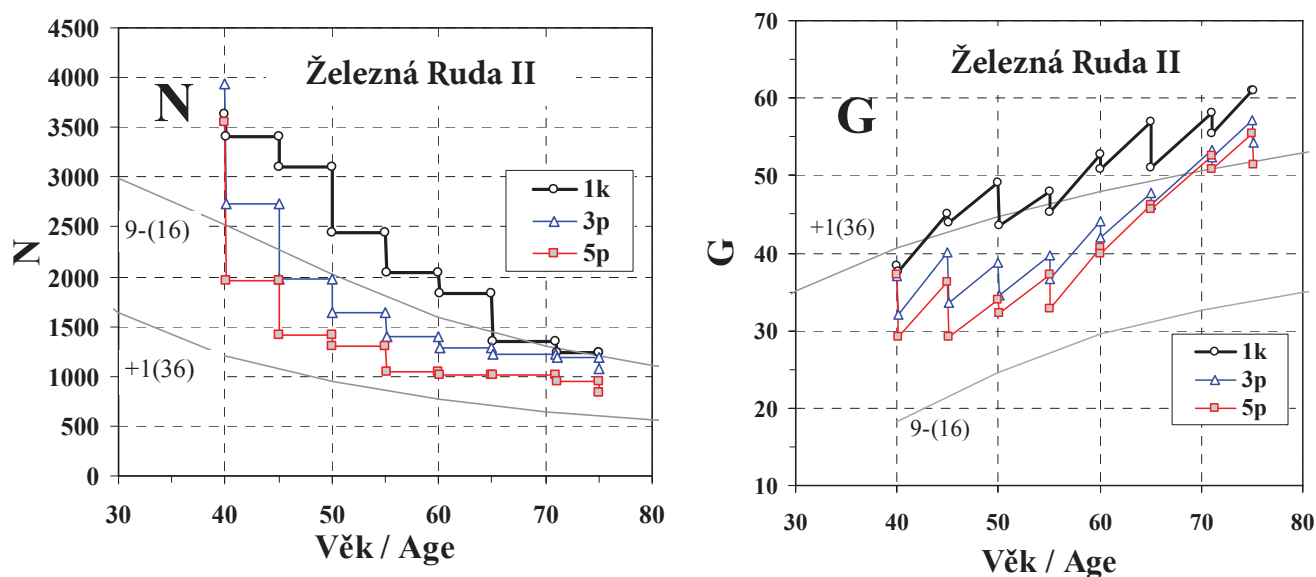
Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Železná Ruda II on Forest Management Plan (1987)

Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Odstraňují se zde pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plochy 3p a 5p jsou zaměřeny na sledování podúrovňových zásahů s negativním výběrem (3p – slabší zásahy, 5p – silnější zásahy).

Tab. 1.
Základní údaje o vývoji experimentu Železná Ruda II
Basic data on thinning experiment Železná Ruda II

Železná Ruda II	1969				1974				1979				1984				NT 56-75 let	2004				P 40-75 let	P-NT 40-75 let	ÚTP 40-75 let	
	40 let		45 let		50 let		55 let		75 let																
	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost									
1lk	3636	224	6	3412	3412	304	9	3108	3108	672	22	2436	2436	396	16	2040	800	1240	0	0	1240	2396	-	-	
N																							-	-	
3p	3940	1200	31	2740	2740	760	28	1980	1980	348	18	1632	1632	228	14	1404	212	1192	112	9	1080	212	-	-	
(ks.ha ⁻¹)																							-	-	
5p	3552	1592	45	1960	1960	544	28	1416	1416	108	8	1308	1308	256	20	1052	100	952	116	12	836	100	-	-	
1lk	38,4	0,7	2	37,7	45,1	1,3	3	43,9	49,1	5,5	11	43,6	48,0	2,6	5	45,4	10,6	60,9	0	0	60,9	20,7	43,2	22,5	-
G																							-	-	
(m ² .ha ⁻¹)																							-	-	
3p	37,1	5,1	14	32,1	40,2	6,5	16	33,7	38,7	4,1	11	34,6	39,7	3,0	8	36,7	4,7	57,1	2,9	5	54,2	4,7	43,4	38,7	21,6
5p	37,2	8,0	22	29,2	36,2	7,1	20	29,1	34,0	1,8	5	32,3	37,2	4,5	12	32,8	3,0	55,4	4,0	7	51,4	3,0	42,6	39,6	25,4
1lk	11,6	6,3	-	11,9	13,0	7,3	-	13,4	14,2	10,2	-	15,1	15,8	9,2	-	16,8	-	25,0	-	-	25,0	-	7,7	-	-
d																							-	-	
(cm)																							-	-	
3p	11,0	7,3	-	12,2	13,7	10,5	-	14,7	15,8	12,2	-	16,4	17,6	12,9	-	18,3	-	24,7	18,1	-	25,3	-	9,4	-	-
5p	11,6	8,0	-	13,8	15,3	12,9	-	16,2	17,5	14,4	-	17,7	19,0	14,9	-	19,9	-	27,2	21,0	-	28,0	-	11,1	-	-
1lk	10,5	6,5	-	10,7	12,1	7,9	-	12,4	13,3	10,8	-	13,8	15,0	10,6	-	15,5	-	22,7	-	-	22,7	-	9,4	-	-
h																							-	-	
3p	9,7	6,9	-	10,4	12,0	9,8	-	12,6	13,8	11,8	-	14,1	15,4	12,7	-	15,7	-	21,1	18,3	-	21,3	-	9,2	-	-
(m)																							-	-	
5p	10,5	8,1	-	11,5	12,9	11,6	-	13,3	14,6	13,5	-	14,7	15,6	13,4	-	16,0	-	22,1	19,5	-	22,4	-	9,6	-	-
1lk	90	102	-	90	93	108	-	92	94	106	-	92	95	115	-	92	-	91	-	-	91	-	-	-	-
h/d																							-	-	
3p	88	94	-	85	88	94	-	86	88	96	-	86	87	98	-	86	-	85	101	-	84	-	-	-	-
5p	90	101	-	83	84	90	-	82	84	94	-	83	82	90	-	80	-	81	93	-	80	-	-	-	-
1lk	20,5	-	-	-	22,8	-	-	-	24,5	-	-	-	25,5	-	-	-	-	34,5	-	-	-	-	14,0	-	-
d ₂₀₀																							-	-	
3p	18,0	-	-	-	20,4	-	-	-	22,2	-	-	-	23,9	-	-	-	-	32,9	-	-	-	-	14,9	-	-
(cm)																							-	-	
5p	20,9	-	-	-	22,7	-	-	-	23,8	-	-	-	25,5	-	-	-	-	35,1	-	-	-	-	14,2	-	-
1lk	14,7	-	-	-	16,5	-	-	-	17,5	-	-	-	18,7	-	-	-	-	24,8	-	-	-	-	10,1	-	-
h ₂₀₀																							-	-	
3p	13,4	-	-	-	15,4	-	-	-	16,4	-	-	-	17,9	-	-	-	-	23,4	-	-	-	-	10,0	-	-
5p	14,8	-	-	-	15,9	-	-	-	16,9	-	-	-	18,2	-	-	-	-	24,0	-	-	-	-	9,2	-	-
(m)																							-	-	
1lk	72	-	-	-	73	-	-	-	71	-	-	-	73	-	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-
h ₂₀₀ /d ₂₀₀																							-	-	
3p	75	-	-	-	75	-	-	-	74	-	-	-	75	-	-	-	-	71	-	-	-	-	-	-	-
5p	71	-	-	-	70	-	-	-	71	-	-	-	71	-	-	-	-	68	-	-	-	-	-	-	-

Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předmnými, Sdružený porost (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), 1lk – kontrolní porost bez výchovy, 3p – srovnávací plocha se slabšími podúrovňovými zásahy s negativním výběrem, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h/d – štihostní kvocient, d₂₀₀ – průměrná výčetní tloušťka 200 nejtlustších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – průměrná výška 200 nejtlustších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – štihostní kvocient 200 nejtlustších stromů na 1 hektar
Notes: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, ÚTP – planned intermediate cutting, Sdružený porost – before thinning (including dead individuals and trees marked for thinning), Hlavní porost – after thinning (stand after thinning and after removing of dead individuals), 1lk – control plot without thinning, 3p – comparative plot with negative selection from below, 5p – heavy thinning from below, N – number of trees, G – basal area, d – diameter breast height of the mean stem, h – mean height, h/d – quotient of slenderness, d₂₀₀ – diameter of 200 thickest trees, h₂₀₀/d₂₀₀ – quotient of slenderness of 200 thickest trees



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N (ks.ha^{-1}) a výčetní kruhové základny G ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) na srovnávacích plochách experimentální řady Železná Ruda II ve věku 40 – 75 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N - trees. ha^{-1}) and basal area (G - $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) on comparative plots of experimental series Železná Ruda II at the age 40 – 75 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru UNISTAT® (verze 5.1) s použitím hladiny významnosti $p \leq 0,05$. Zpracování a příprava datových souborů pro statistické analýzy proběhly podle doporučených postupů (MELOUN, MILITKÝ 1998). Pro testování byla využita procedura ANOVA a následně mnohonásobné porovnávání (testy Student-Newman-Keuls, Tukey, Dunnett). Datové soubory s údaji o horním stromovém patře (d_{200} , h_{200}/d_{200}) byly testovány pomocí vícevýběrových neparametrických testů (Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí Kolmogorov-Smirnov dvouvýběrového testu.

PRŮBĚH EXPERIMENTU

V době založení experimentální řady Železná Ruda II v roce 1969 dosáhl věk sledovaných porostů 40 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě od 3 552 do 3 940 jedinců na 1 hektar s vyrovnanými taxačními parametry (G od 37,1 do 38,4 m^2 , d od 11,0 do 11,6 cm, h od 9,7 do 10,5 m). Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl na dílčích srovnávacích plochách v rámci řady sledován srovnatelným. Zjištěné rozdíly nebyly signifikantní s výjimkou parametrů horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů na 1 ha) na variantě 3p, kde byla průměrná výčetní tloušťka (a odvozená výška) od počátku signifikantně menší než na kontrole 1k (obr. 7).

Před zahájením experimentu nebyl sledovaný porost vychovávan. Svědčí o tom výrazná tloušťková diferenciace (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 3 do 28 cm, obr. 3).

Počet stromů a výčetní základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 40 let, bylo v porostech srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 31 a 45 % stromů (N) tvořících 14 a 22 %

výčetní základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3. Patrný je zejména podúrovňový charakter zásahů (průměrná výčetní tloušťka těžných stromů byla na variantách 3p a 5p 7,3 a 8,0 cm, zatímco střední výčetní tloušťka dosahovala 11,0 a 11,6 cm (tab. 1).

Zásahy se opakovaly ještě třikrát do věku 55 let (1984), v pětiletých periodách a bylo při nich na srovnávací ploše 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 28, 18 a 14 % N (16, 11 a 8 % G) a na ploše 5p 28, 8 a 20 % N (20, 5 a 12 % G).

Po čtyřech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 15 let po zahájení experimentu (rok 1984, věk 55 let), zůstalo:

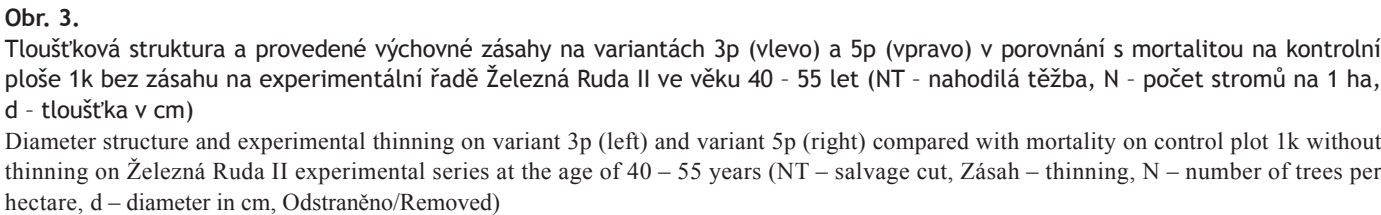
- na variantě 1k celkem 2 040 stromů (mortalita 1 596 stromů, 44 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 404 stromů (při výchově odstraněno 2 536 stromů, tj. 64 % N),
- na variantě 5p celkem 1 052 stromů (při výchově odstraněno 2 500 stromů, tj. 70 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 55 let:

- na variantě 1k – 45,4 m^2 (nárůst o 7,0 m^2),
- na variantě 3p – 36,7 m^2 (pokles o 0,4 m^2),
- na variantě 5p – 32,8 m^2 (pokles o 4,4 m^2).

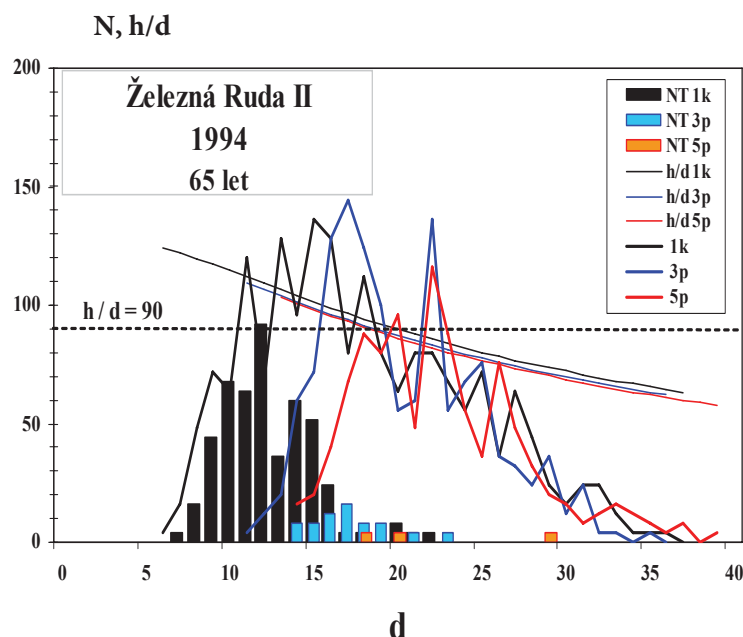
Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 40 – 55 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole na variantách 3p a 5p – 18,3 a 17,0 m^2 a byl tedy na variantě 3p o 1,2 m^2 větší a na variantě 5p o 0,1 m^2 menší než na kontrole (17,1 m^2).

Od čtvrtého výchovného zásahu ve věku 55 let (1984) se všechny tři porosty výzkumné řady Železná Ruda II vyvíjely 20 let až do roku 2004 bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Ve věku 75 let byly na této řadě provedeny další výchovné zásahy, při kterých bylo z porostu 3p odstraněno 9 % N (5 % G) a z porostu 5p 12 % N (7 % G). Tyto zásahy byly provedeny podle stejného klíče jako zásahy v letech 1969 až 1984, tj. varianta 3p slabší podúrovňové zásahy a varianta 5p silnější



Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy na variantách 3p (vlevo) a 5p (vpravo) v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 40 - 55 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

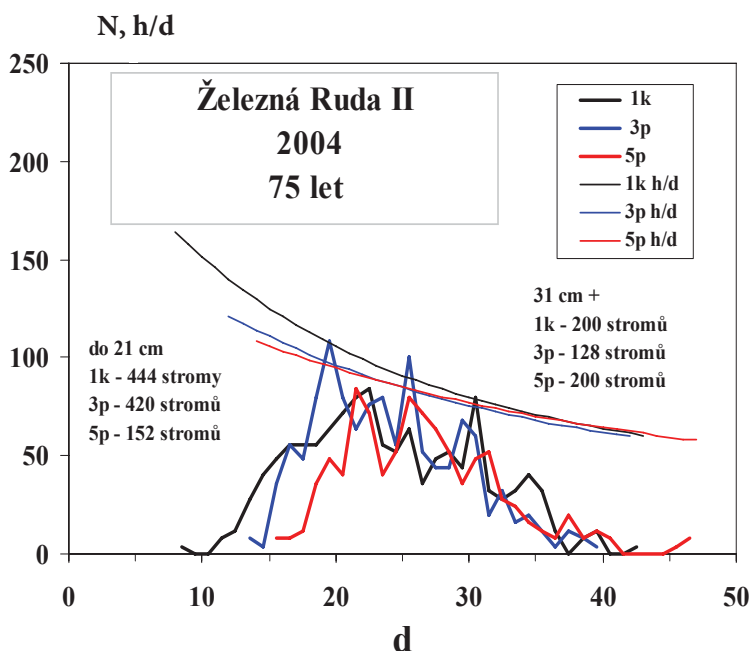
Diameter structure and experimental thinning on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Železná Ruda II experimental series at the age of 40 – 55 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, Odstraněno/Removed)



Obr. 4.

Tloušťková struktura, štíhlostní kvocient (h/d) a poškození kontrolní plochy na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 65 let (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure, h/d ratio and damage by snow and wind on control plot of Železná Ruda II experimental series at the age of 65 years (NT - salvage cut, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, h/d - quotient of slenderness)



Obr. 5.

Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 75 let při poslední revizi v roce 2004 (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Železná Ruda II at the age of 75 years (N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, h/d - quotient of slenderness)

podúrovňové zásahy. Vzhledem k věku sledovaných porostů byly tyto zásahy již částečnou přípravou k obnově.

Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 75 let) snížil:

- na variantě 1k na 1 240 stromů (mortalita ve věku 40 - 75 let 2 396 jedinců),
- na variantě 3p na 1 080 stromů (zásahy 2 648 a mortalita 212 jedinců),
- na variantě 5p na 836 stromů (zásahy 2 616 a mortalita 100 jedinců).

Mortalita v posledních 20 letech sledování (věk porostů 56 - 75 let) představovala na kontrolní ploše 800 (39 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 212 a 100 stromů (tj. ca 15 a 10 % stavu hlavního porostu ve věku 55 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při šesté revizi ve věku 65 let (1994), kdy ubylo po sněhovém polomu 26 % počtu (480 stromů) a 10 % základny G (5,9 m²). Poškozeny a následně odstraněny byly hlavně stromy v nejnižších tloušťkových stupních 7 - 29 cm. Až na výjimky se jednalo o stromy se štíhlostním kvocientem nad 90 (obr. 4). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu (11 % G , tj. 5,5 m²) se během sledování vyskytlo ještě jednou při třetí revizi ve věku 50 let (1979).

Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší na kontrole pohyboval od 6 do 16 % N tvořících 2 až 5 % G .

Celkově tvořil počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší za období sledování experimentu (40 - 75 let) na variantě 3p ca jednu desetinu a na variantě 5p méně než jednu dvacetinu počtu stromů nahodile vytěžených na kontrole.

Výčetní základna G byla po celou dobu sledování největší na kontrolní ploše 1k (obr. 2) a již od druhé revize ve věku 45 přesahovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m).

Výčetní základna G experimentálních porostů 3p a 5p se po výchovných zásazích ve věku 40 až 55 let udržovala přibližně v rozpětí 30 až 40 m². Přírůst na výčetní základně na variantě 3p téměř vyrovnával základnu odstraňovanou výchovnými zásahy (celkem vytěženo 18,7 m², periodní přírůst 18,3 m²), varianta 5p se silnějšími zásahy způsobila v tomto období pokles základny o 4,4 m² (celkem vytěženo 21,4 m², periodní přírůst 17,0 m²). Po ukončení výchovy v následujících 20 letech základna na variantách 3p a 5p rovněž vzrostla nad tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m) a přiblížila se výčetní základně kontroly.

Polom, který ve věku 65 let postihl kontrolní porost (odstraněno 10 % G), se na variantách s výchovou 3p a 5p vyskytl pouze v omezené míře (3 % a 1 % G).

Před obnovením výchovy ve věku 75 let dosáhla základna G na variantách 3p a 5p 57,1 a 55,4 m², tj. 94 a 91 % kontroly (60,9 m²).

Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na kontrole 1k bez výchovy o 0,2 m² menší než na variantě 3p a o 0,6 m²

větší než na variantě 5p (43,2 m² na kontrole a 43,4 a 42,6 m² na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 20,7 m² kruhové základny (48 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 4,7 a 3,0 m² (11 a 7 % periodního přírůstu G).

Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 40 – 75 let):

- na kontrolní ploše 1k 22,5 m²,
- na srovnávací ploše 3p 38,7 m²,
- na srovnávací ploše 5p 39,6 m².

Floušťková struktura

Efekt výchovy na floušťkovou strukturu porostů byl sledován od roku 1969 do roku 1984, tj. v období, kdy byly prováděny experimentální výchovné zásahy, vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3) je znázorněno rozdělení stromů do floušťkových tříd před provedením zásahů (čárový graf) a vyznačeno jednak umístění výchovného zásahu (bílé sloupce) a jednak mortalita na kontrolní ploše 1k (černé sloupce). Jak je patrné z obr. 3, před zahájením experimentu v roce 1969 (věk porostu 40 let) byla floušťková struktura na srovnávacích plochách 1k a 5p řady Železná Ruda II téměř identická (signifikantně shodná). Srovnávací plocha 3p se lišila od předchozích dvou ploch především vyšším zastoupením stromů v floušťkových stupních 8 až 13 cm, kterých bylo na kontrole a ploše 5p 1 664 a 1 856, zatímco na variantě 3p 2 400 (rozdíly v rozdělení četností v floušťkových třídách mezi variantami 1k a 3p však nebyly statisticky průkazné). Floušťková struktura na všech třech plochách byla levostranně asymetrická.

Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter negativního výběru v podúrovni byl dodržen při všech třech experimentálních výchovných zásazích. Posun výchovných zásahů do vyšších floušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný při všech provedených zásazích.

Pěstební zásahy v roce 2004 (věk 75 let) byly provedeny podle stejných principů jako experimentální výchovné zásahy na počátku experimentu, tj. negativním výběrem v podúrovni s odstupňovanou intenzitou (3p slabší a 5p silnější).

Při poslední revizi ve věku 75 let (2004) byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o floušťce od 8 do 47 cm (obr. 5).

Nejnižší floušťkové třídy 9 – 21 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štíhlostním kvocieniem (93 – 158) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 444. Na variantě 3p sice chyběly stromy floušťkových stupňů 9 až 13 cm, celkový počet jedinců do stupně 21 cm však byl pouze o 5 % nižší než na kontrole (420 stromů). Na variantě 5p tvořilo zastoupení stromů s výčetní floušťkou do 21 cm pouze 34 % kontroly (152 stromů).

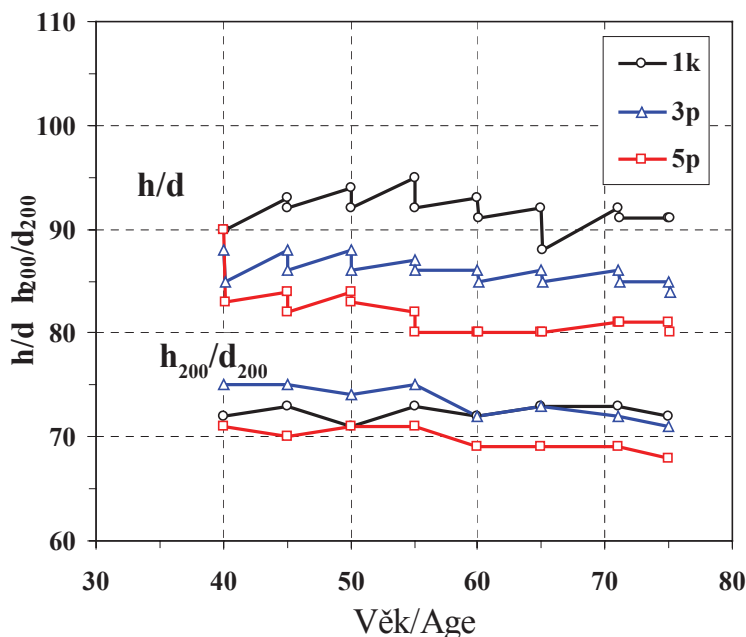
Počet silnějších stromů s výčetní floušťkou 31 cm a více s příznivějším štíhlostním kvocieniem (58 – 78) byl na této výzkumné řadě stejný na kontrole a variantě 5p (200 stromů). Nejnižší počet těchto stromů (pouze 128) byl přes provedené výchovné zásahy sledán na variantě 3p, která se floušťkovou strukturou odlišovala již na počátku experimentu.

Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných variantách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších floušťkových stupňů, patrným především na variantě 5p. Nárůst počtu silnějších stromů s příznivějším štíhlostním kvocieniem nebyl na této výzkumné řadě na variantách s výchovou zaznamenán.

Z porovnání floušťkových struktur v roce 2004 (věk 75 let) vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami s výchovou v porovnání s kontrolní variantou (3p i 5p se průkazně liší od 1k).

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocieniem středního kmene a štíhlostním kvocieniem horního stromového patra (d_{200}) byla na počátku pokusu relativně příznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štíhlostní kvocien středního kmene hodnot 90 (1k a 5p) a 88 (3p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 95 při čtvrté revizi ve věku 55 let (tab. 1, obr. 6). V dalším období štíhlostní kvocien středního kmene na kontrole klesal, především početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocieniem (obr. 4, tab. 1).



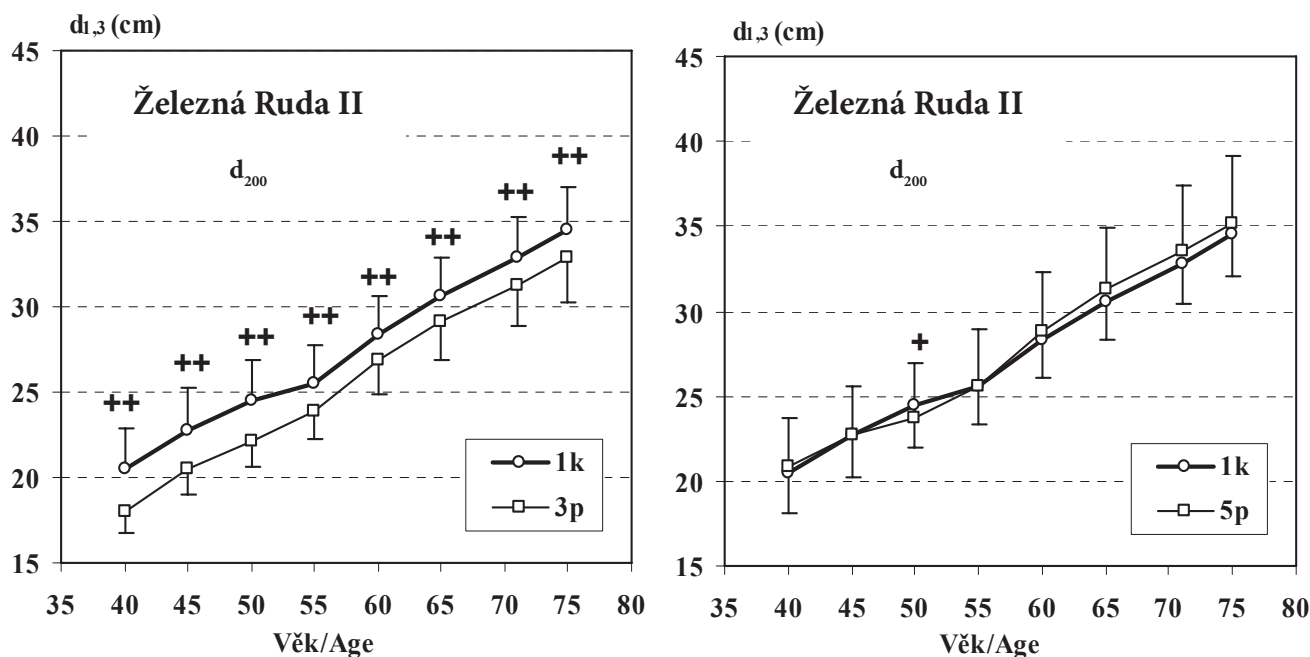
Obr. 6.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (h/d) a horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 40 - 75 let

Development of quotient of slenderness of mean stem (h/d) and upper tree story (200 thickest trees per hectare – h_{200}/d_{200}) on experimental series Železná Ruda II at the age of 40 - 75 years

Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování. Na variantě 5p byl pokles po kulminaci výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.

Při poslední revizi ve věku 75 let klesl štíhlostní kvocien na kontrole na hodnotu 91 a na variantách se zásahy 3p a 5p na hodnoty 85 a 81.



Obr. 7.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Železná Ruda II (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1969 - 2004 (věk 40 - 75 let). Signifikantnost rozdílů je uvedena na hladině významnosti $p \leq 0,05$ (+) a $p \leq 0,01$ (++)

Development of diameter d_{200} (with standard deviations) of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) on experimental series Železná Ruda II (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1969 - 2004 (age of 40 - 75 years). Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.

Při hodnocení horního stromového patra, kdy je do výpočtu zahrnut vždy stejný počet nejsilnějších jedinců na srovnávací ploše a tak nedochází k početním posunům, byly výchozí hodnoty štihlостního kvocientu h_{200}/d_{200} vyrovnané bez statisticky signifikantních rozdílů mezi variantami 1k a 5p. Štihlостní kvocient horního stromového patra zde dosahoval hodnot 72 a 71.

Varianta 3p se od počátku sledování lišila také vyšším kvocientem h_{200}/d_{200} , zejména v důsledku signifikantně nižší výčetní tloušťky stromů horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů na hektar) po celou dobu sledování (obr. 7).

Štihlостní kvocient horního stromového patra na všech třech sledovaných variantách výchovy měl od počátku sledování mírně klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 75 let) klesl štihlостní kvocient stromů horního patra na variantách 1k, 3p a 5p na hodnoty 72, 71 a 68, přičemž signifikantní rozdíly na ($p \leq 0,05$) byly shledány pouze mezi variantami 3p a 5p.

Z provedené analýzy d_{200} (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) je zřejmé, že výchovné zásahy prováděné negativním výběrem v podúrovni v letech 1969 až 1984 (věk 40 až 55 let) se neprojevily signifikantně zvýšeným tloušťkovým přírůstem nejsilnějších kosterních stromů na variantách s výchovou (obr. 7).

ZÁVĚRY Z EXPERIMENTU ŽELEZNÁ RUDA II

- V období sledování (ve věku 40 až 75 let) byla výčetní základna na řadě Železná Ruda II největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu a již od druhé revize ve věku 45 přesahovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m). Při poslední revizi ve věku 75 let dosáhla základna na kontrole 60,9 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhla ve stejném věku 57,1 a 55,4 m².
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolní ploše 1k redukován poškozením porostu především sněhem. V průběhu sledování bylo na kontrole odstraněno jako souše a zlomy 20,7 m² kruhové základny, tj. 48 % přírůstu G (z toho 5,9 m² při polomu ve věku 65 let). Na variantách s výchovou 3p a 5p zlomy a souše představovaly pouze 4,7 a 3,0 m² (11 a 7 % periodního přírůstu G).
- Periodní přírůst výčetní základny G po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů byl ve sledovaném období ve věku 40 - 75 let na kontrole 1k bez výchovy o 0,2 m² menší než na variantě 3p a o 0,6 m² větší než na variantě 5p (43,2 m² na kontrole a 43,4 a 42,6 m² na plochách 3p a 5p).
- Periodní přírůst výčetní základny G bez nahodile vytěžených stromů byl za období sledování experimentu (věk 40 - 75 let) na kontrolní ploše 1k 22,5 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 38,7 a 39,6 m².
- Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných variantách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších tloušťkových stupňů, patrným

především na variantě 5p. Nárůst počtu silnějších stromů s příznivějším štíhlostním kvocientem nebyl na této výzkumné řadě na variantách s výchovou zaznamenán.

- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla na počátku pokusu relativně příznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štíhlostní kvocient středního kmene hodnot 90 (1k a 5p) a 88 (3p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 95 při čtvrté revizi ve věku 55 let.
- V dalším období štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole klesal, především početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem. Na variantě 5p se silnějšími podúrovňovými zásahy byl pokles po kulminaci výraznější v důsledku větších početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.
- Při poslední revizi ve věku 75 let klesl štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole na hodnotu 91 a na variantách se zásahy 3p a 5p na hodnoty 85 a 81.
- Štíhlostní kvocient horního stromového patra h_{200}/d_{200} , který není ovlivněn početními posuny, měl na všech třech sledovaných variantách výchovy od počátku sledování mírně klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 75 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na variantách 1k, 3p a 5p na hodnoty 72, 71 a 68.
- Z provedené analýzy d_{200} (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) je zřejmé, že výchovné zásahy prováděné negativním výběrem v podúrovni v letech 1969 až 1984 (věk 40 až 55 let) se neprojevíly signifikantně zvýšeným tloušťkovým přírůstkem nejsilnějších kosterních stromů na variantách s výchovou.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ – MZE 0002070201.

LITERATURA

- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jilové u Prahy, IFER 1996. 245 s.
- Geobáze® 1997 – 2000: Česká republika 1 : 100 000. Digitální mapa. Česká Lípa, Geodézie ČS, a. s., 2000. 1 CD-ROM.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.
- PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 173-178.
- VIEWEGH, J.: Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu smrkových porostů. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.

Norway spruce thinning experiments – Series Železná Ruda II (1969)

Summary

Experimental series at Železná Ruda II was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 40-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each (fig. 1). Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented study is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands. After analyses of the results from the 35-year period of observation, we can draw following conclusions:

- In the period of observation (age of 40 – 75 years), the basal area on series Železná Ruda II was the biggest on control unthinned plot 1k and from the second revision at the age of 45 years this basal area exceeded values from the Growth Tables (ČERNÝ et al. 1996) for the best site index +1 (36 m). In the last revision at the age of 75 years, the basal area represented 60.9 m² on control 1k, whereas on variants with thinning 3p and 5p 57.1 and 55.4 m², respectively (fig. 2, tab. 1).
- Basal area increment was reduced on control unthinned plots by the snow damage mainly. During the period of observation (age of 40 – 75 years), basal area of 20.7 m² (i. e. 48% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plot 1k (from these values 5.9 m² was removed by snow damage at the age of 65 years – fig. 5). On the thinned variants 3p and 5p, snags or breaks represented 4.7 and 3.0 m² (i. e. 11 and 7% of basal area increment).
- During the period of observation (age of 40 – 75 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was on control plot about 0.2 m² lower than on variant 3p and about 0.6 m² higher than on variant 5p (43.2 m² on control and 43.4 and 42.6 m² on thinned plots 3p and 5p).
- Basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 40 – 75 years) was 22.5 m² on control plot 1k while the basal area increment on thinned plots 3p and 5p came up to 38.7 and 39.6 m².
- After 35 years of observation, the effect of thinning by the negative selection from below on diameter structure was observed (fig. 3, 4 and 5). On thinned variant 3p and on variant 5p mainly, abundance of small-sized individuals (diameter classes up to 21 cm) decreased compared with control unthinned plots 1k. Increase in abundance of thickest trees (diameter classes over 31 cm) on thinned variants was not detected on this series. Diameter distribution was significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots 3p and 5p compared with control plot at the age of 75 years in 2004.
- Static stability characterized by h/d ratio was relatively favourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 90 (1k and 5p) and 88 (3p) at the age of 40 years (fig. 6). This ratio culminated with peaks on values 95 on control unthinned plot at the age of 55 years (fourth revision).
- In following period, h/d ratio of mean stem decreased on control plot, partly as a result of mortality of thin unstable individuals. On heavy thinned plot (5p) with negative selection from below, decreasing of h/d ratio after culmination was more substantial, mainly as a result of removing thin trees by thinning, which was mostly heavy compared with variant 3p.
- In the last revision at the age of 75 years, h/d ratio of mean stem decreased on the value 91 on control plot 1k and on the values 85 and 81 on thinned plots 3p and 5p.
- Quotient of slenderness of dominant trees h_{200}/d_{200} (200 thickest individuals per hectare), which is not influenced by trees number shift, showed slightly decreasing trend on all variants from the beginning of observation (fig. 6). In the last revision (2004, age of 75 years), h_{200}/d_{200} ratio came down on plots 1k, 3p and 5p to values 72, 71 and 68, respectively.
- Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was insignificant during the period of observation. Thinning by negative selection from below realized at the age of 40 – 55 years (1969 – 1984) did not support significantly higher diameter increment of dominant trees on thinned variants (fig. 7).

Recenzováno

Marian Slodičák - Jiří Novák, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

DLOUHODOBÉ EXPERIMENTY S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - ZHODNOCENÍ POZNATKŮ ZE 4. SÉRIE ZALOŽENÉ V LETECH 1964 - 1969

Long-term Norway spruce thinning experiments – Evaluation of results of the 4th series founded in 1964 - 1969

Abstract

Of the 4th group of experimental series (established in the period 1964 - 1969), only nine series persisted to present time – Polička I and II, Nasavrky, Bruntál, Blaník I and II, Planá, Železná Ruda I and II. The thinning experiments were projected in order to compare two basic ways of thinning: positive selection from above (2ú or 4ú) and negative selection from below (3p or 5p). The test element of each experimental series is control plot (1k) without intentional thinning. The method used in the thinning experiment did not suppose the replication inside the individual series, but using particular variants inside the group of the series as replication was not possible because of high initial differences between series. Therefore the final evaluation of the 4th group of series was aimed at common phenomena observed on particular series after 35 - 40 years of investigation. Effects of thinning were observed: (a) on thinned variants, amount of basal area removed by salvage cut was evidently lower than on control unthinned plots, (b) on thinned variants, abundance of small-sized individuals decreased (including variants with positive selection from above) and abundance of thickest trees increased compared to control unthinned plots 1k, (c) static stability, characterized by h/d ratio of mean stem and of dominant trees, was influenced by thinning positively in the majority of experiments on this series.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesa, porostní výchova
Key words: Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

ÚVOD

Řešením problematiky výchovy našich hlavních hospodářských dřevin byl v 50. letech minulého století pověřen Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) Jiloviště-Strnady. V českých zemích byla podle reálného zastoupení dřevin hlavní pozornost logicky věnována porostům jehličnatých dřevin - smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) a borovici lesní (*Pinus sylvestris* L.). Poměrně široký záběr stanovených úkolů vyžadoval založení odpovídající experimentální základny, která byla do té doby v našich zemích nedostatečná jak rozsahem, tak použitými metodickými postupy.

Postupně tak bylo v rámci zadání založeno ve smrkových porostech v letech 1956 až 1973 celkem 46 experimentálních řad (první, druhá a čtvrtá série experimentů) a v borových porostech v letech 1962 až 1971 celkem 13 experimentálních řad (třetí série experimentů). Metodika sledování a zakládání experimentů byla vypracována ve VÚLHM v letech 1956 až 1957 (PAŘEZ 1958, SLODIČÁK, NOVÁK 2003). Hlavním cílem experimentu bylo sledovat vliv výchovy porostů na vývoj výšky, tloušťky a tvaru kmenů v porostu a na kvantitativní i kvalitativní stránku produkce. Získané výsledky měly zároveň objasnit vliv výchovných opatření na zvýšení či snížení odolnosti proti živelným kalamiťám a na stav porostního mikroklimatu.

Z původního počtu 46 experimentálních řad ve smrkových porostech se jich doposud dochovalo pouze 24. Ostatní výzkumné řady byly částečně nebo zcela zničeny působením sněhu a větru nebo dalších škodlivých činitelů. První série, ze které se dochovalo celkem 5 experimentálních řad založených v roce 1958, a druhá série, ze které se dochovalo celkem 7 experimentálních řad založených v roce 1960, byly již samostatně vyhodnoceny (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b). Třetí série, jak již bylo zmíněno, byla založena v porostech borových. Předkládaná práce je orientována na zhodnocení a analýzu poznatků ze 4. série (celkem 9 experimentů: Polička I a II, Nasavrky, Bruntál, Blaník I a II, Planá, Železná Ruda I a II – obr. 1,

tab. 1), založené v mladých smrkových porostech v letech 1964 - 1969. Jednotlivé experimenty této série jsou podrobně hodnoceny v předcházejících příspěvcích periodika Zprávy lesnického výzkumu.

Cílem předloženého příspěvku je, podobně jako u 1. a 2. série, vyhodnotit soubor experimentů 4. série s ohledem na jejich původní zaměření, tj. sledovat vliv výchovy porostů na vývoj výšky, tloušťky a tvaru kmenů v porostu a na kvantitativní i kvalitativní stránku produkce. Prezentované výsledky z dlouhodobých experimentů jsou zároveň podkladem k objasnění vlivu výchovných opatření na odolnost porostů proti živelným kalamiťám a na stav porostního mikroklimatu.

METODIKA

Všechny prezentované experimentální řady jsou založeny podle jednotné metodiky (PAŘEZ 1958, SLODIČÁK, NOVÁK 2003). Vliv výchovných zásahů na smrkové porosty je zde sledován pomocí metody srovnávacích ploch. Každý experiment se skládá z dílčích srovnávacích ploch s různými výchovnými režimy. Jedna dílčí plocha byla vždy ponechána bez zásahu (1k - kontrolní) a na ostatních začaly být uplatňovány výchovné režimy: 2ú (4ú) - zásahy úrovně s výběrem pozitivním a 3p (5p) - podúrovně zásahy s negativním výběrem. Charakteristiky experimentálních porostů byly zjišťovány pokud možno v pětiletých periodách (podrobněji viz SLODIČÁK, NOVÁK 2003).

Zhodnocení poznatků získaných z experimentů 4. série je založeno, podobně jako u sérií předešlých, především na údajích o počtu stromů (N), výčetní kruhové základně (G), průměrné tloušťce (d) a výšce (h), tloušťkové struktuře a hodnotách štihostních kvocientů (h/d) sledovaných porostů. V další fázi byly vyhodnoceny charakteristiky horního stromového patra (200 nejsilnějších jedinců na jeden hektar): tloušťka (d_{200}) a štihostní kvocient (h_{200}/d_{200}). Hodnocení objemové produkce experimentálních porostů (objemový přírůstek) je připravováno za jednotlivé série samostatně (po získání a vyhodnocení dostatečného počtu vzorků) a není součástí této analýzy.



Obr. 1.

Umístění experimentů s výchovou smrkových porostů - 4. série založená v letech 1964 - 1969

Position of Norway spruce thinning experiments – 4th series founded in 1964 – 1969

V původní metodice experimentů (PÁŘEZ 1958) se nepředpokládalo vzájemné porovnávání individuálních sérií. Zejména rozdílná počáteční hustota a věk porostů jednotlivých řad zabraňuje aplikaci metod klasického porovnávání dílčích variant výchovy. Vyhodnocování jednotlivých sérií je proto zaměřeno na společné jevy zjištěné na jednotlivých výzkumných řadách po 35 - 40 letech sledování.

Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru UNISTAT® (verze 5.1) s použitím hladiny významnosti $p \leq 0,05$. Zpracování a příprava datových souborů pro statistické analýzy proběhlo podle doporučených postupů (GROFÍK, FLEK 1990, MELOUN, MILITKÝ 1998). Pro testování byla využita procedura ANOVA a následné mnohonásobné porovnávání (testy Student-Newman-Keuls, Tukey, Dunnett). Datové soubory s údaji o horním stromovém patře (d_{200} , h_{200} / d_{200}) byly testovány pomocí vícevýběrových neparametrických testů (Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí Kolmogorov-Smirnov dvouvýběrového testu.

VÝSLEDKY

Rozdílná počáteční hustota porostů na jednotlivých řadách čtvrté série zabraňuje podobně jako u první a druhé série experimentů aplikaci metod klasického porovnávání dílčích variant výchovy (obr. 2). Před založením experimentů nebyly jednotlivé smrkové porosty vychovávány a jejich hustota se pohybovala od 2 076 jedinců (kontrolní plocha 1k řady Nasavrky) do 3 770 jedinců na jeden hektar (kontrolní plocha 1k řady Bláník II). Podle věku, kdy byly v porostech zahájeny experimentální zásahy, lze rozdělit 4. sérii do tří skupin:

- Výchova zahájena v porostech do 40 let věku (experimenty Nasavrky, Bruntál, Bláník I, Bláník II, Železná Ruda II)
- Výchova zahájena v porostech více jak 50letých (experimenty Polička I a Polička II)
- Výchova zahájena v porostech více jak 60letých (experimenty Planá a Železná Ruda I)

Z hlediska možnosti porovnání výsledků zjištěných na jednotlivých experimentech se však jeví jako výhodnější rozdělení experimentů této série podle vývoje hustoty kontrolních porostů ve vztahu k věku. Skupiny se od předchozího rozdělení poněkud liší. Sledované smrkové porosty v rámci 4. série (na kontrolních variantách bez výchovy) vykazují vzhledem k věku:

- nejmenší hustotu - experimenty Nasavrky, Bruntál, Bláník I a Bláník II. Až na jednu výjimku (Železná Ruda II se střední hustotou) sem patří všechny experimenty ze skupiny s výchovou zahájenou do 40 let věku. V rámci této skupiny vykazovaly nejvyšší hustotu porosty experimentů Bláník I a II založené na bývalé zemědělské půdě s klasifikací SLT 4K. Podobný vývoj hustoty porostu byl zjištěn i na experimentu Bruntál založeném na stanovišti SLT 5S. Nejmenší hustotu porostů před zahájením výchovy vykazoval v této skupině experiment Nasavrky charakterizovaný také na kategorii S (SLT 4S).
- střední hustotu - experimenty Polička I, Polička II, Železná Ruda I a Železná Ruda II.

Jde o skupinu s různým počátečním věkem při zahájení výchovy, avšak vývoj hustoty porostů je podobný (obr. 2). Určitou výjimkou je experiment Polička II, který v počátku sledování (věk 53 až 63 let) vykazuje hustotu vyšší.

- největší hustotu - experiment Planá. Porosty tohoto experimentu vykazují největší hustotu, což souvisí i s velmi opožděným začátkem výchovy (67 let). Podobný vývoj hustoty jedinců byl zjištěn na experimentu Polička II, avšak pouze v prvních 10 letech sledování. Vzhledem k pozdějšímu vývoji byl experiment Polička zařazen do předchozí skupiny.

Uvedené rozdíly mezi výzkumnými řadami jsou též patrné z porovnání počáteční tloušťkové struktury porostů na kontrolních plochách (obr. 3), kde se profilují dvě hlavní skupiny:

- porosty s vysokým podílem tenčích jedinců (do $d_{1,3}$ 10 cm) a vykazující tak silnou levostrannou asymetrii v tloušťkové struktuře (experimenty Polička II, Bláník I, Bláník II a Železná Ruda II),
- porosty s nižším podílem tenčích stromů a vykazující tak tloušťkovou strukturu blízkou se normálnímu rozdělení (experimenty Polička I, Nasavrky, Bruntál, Planá a Železná Ruda I).

Z uvedených důvodů je následující analýza podobně jako u první a druhé série experimentů s výchovou smrkových porostů zaměřena především na společné jevy zjištěné na jednotlivých výzkumných řadách této čtvrté série, přičemž je ve výsledcích zohledněna případná příslušnost jednotlivých experimentů k výše uvedeným skupinám.

Produkce porostů

Produkce experimentálních smrkových porostů byla hodnocena pomocí stanovení periodického přírůstu výčetní kruhové základny. Z výsledků vyplývá, že výchovné zásahy neměly vždy stejný efekt na tuto sledovanou veličinu (tab. 2).

V porostech s pozitivním výběrem v úrovni (díleční plochy 2ú a 4ú na řadách čtvrté série) byl zjištěn ve všech případech vyšší celkový periodický přírůst výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby)

ve srovnání s kontrolními plochami bez výchovy. Rozdíl ve prospěch variant s úrovněnými zásahy byl na experimentech Polička I +2,6 m² (tj. +7 %), Nasavrky +1,3 m² (tj. +3 %) a Bruntál +1,4 m² (tj. +4 %).

V porostech s negativním výběrem v podúrovni (dílní plochy 3p a 5p na řadách čtvrté série) byla situace podobná, tj. na většině experimentů byl zaznamenán vyšší celkový periodický přírůst výčetní základny (včetně nahodilé těžby) na plochách s podúrovněnými zásahy ve srovnání s porosty bez výchovy.

Na variantách s mírnějšími podúrovněnými zásahy (3p – sedmkrát ve čtvrté serii) byl ve srovnání s kontrolou zjištěn nižší celkový periodický přírůst výčetní základny pouze v jednom případě (experiment Polička II -0,6 m², tj. -1,5 %). Na všech dalších experimentech obsahujících tuto variantu byl celkový periodický přírůst výčetní základny ve srovnání s porosty bez zásahu vyšší – experimenty Bruntál +1,8 m² (tj. +5 %), Blaník I +2,7 m² (tj. +6 %), Blaník II (rozdíl nevyčíslován z důvodu dřívějšího rozpadu kontrolního porostu), Planá +1,2 m² (tj. +4 %), Železná Ruda I +1,7 m² (tj. +5,5 %) a Železná Ruda II +0,2 m² (tj. +0,5 %).

Na variantách se silnějšími podúrovněnými zásahy (5p – pětkrát ve čtvrté serii) byl ve srovnání s kontrolou zjištěn nižší celkový periodický přírůst výčetní základny ve dvou případech – experimenty Polička II -1,4 m² (tj. -3,5 %) a Železná Ruda II -0,6 m² (tj. -1 %). Na třech dalších experimentech obsahujících tuto variantu byl celkový periodický přírůst výčetní základny ve srovnání s porosty bez zásahu vyšší – experimenty Blaník I +3,6 m² (tj. +8 %), Blaník II (rozdíl nevyčíslován z důvodu dřívějšího rozpadu kontrolního porostu) a Planá +3,0 m² (tj. +9 %).

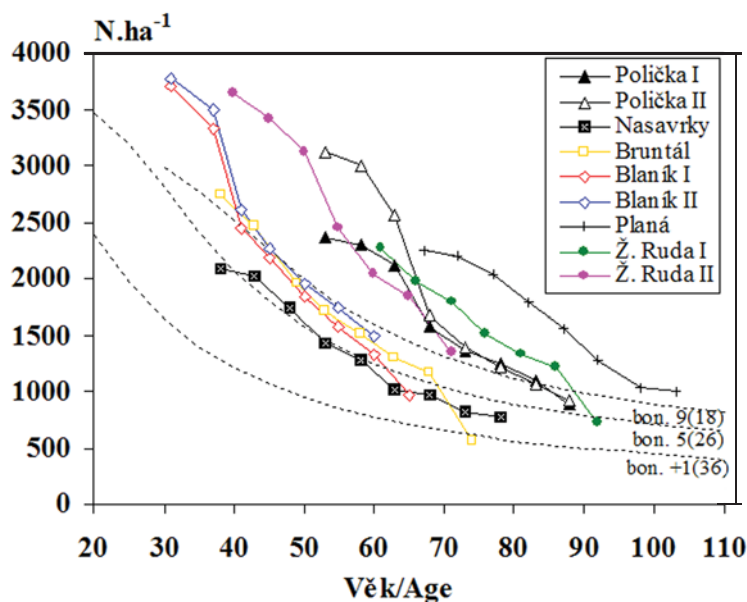
Na experimentech, kde byly zastoupeny obě varianty podúrovněných zásahů (3p a 5p – pětkrát ve čtvrté serii), bylo vyšších hodnot periodického přírůstu výčetní základny (včetně nahodilé těžby) dosaženo ve dvou případech na variantě 3p (experimenty s negativním nebo nepatrným pozitivním vlivem podúrovněných zásahů na výši periodického přírůstu G – Polička II, Železná Ruda II) a ve třech na variantě 5p (experimenty s pozitivním vlivem podúrovněných zásahů na periodický přírůst G – Blaník I, Blaník II a Planá).

Efekt výchovných zásahů se projevil především ve snížení objemu výčetní kruhové základny odstraňované při nahodilých těžbách (souše, zlomy a vývraty). Za celou dobu sledování byl odstraněn při nahodilých těžbách následující podíl periodického přírůstu výčetní kruhové základny:

- na variantách s úrovněnými zásahy (2ú, 4ú) od 16 % (řada Nasavrky) do 54 % (řada Bruntál),
- na variantách s mírnějšími podúrovněnými zásahy (3p) od 11 % (řada Železná Ruda II) do 60 % (řada Železná Ruda I),
- na variantách se silnějšími podúrovněnými zásahy (5p) od 7 % (řada Železná Ruda II) do 21 % (řada Polička II).

Na kontrolních variantách bez výchovy činil podíl nahodilé těžby 48 % (řada Železná Ruda II) až 141 % (řada Bruntál) periodického přírůstu výčetní kruhové základny.

Po odečtení nahodilé těžby (většinou hůře prodejné sortimenty) byl přírůst výčetní kruhové základny na vychovávaných variantách



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů (N.ha⁻¹) podle věku na kontrolních plochách (bez výchovy) experimentů 4. série založené v letech 1964 - 1969 ve srovnání s údaji z růstových tabulek (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N.ha⁻¹) by the age on control plots (without thinning) of experiments of the 4th series founded in 1964 - 1969 comparing with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

řady Polička I, Nasavrky, Blaník I, Planá, Železná Ruda I a II přibližně dvojnásobný a na řadě Polička II dokonce více než třikrát vyšší ve srovnání s variantami bez výchovy. Zvláštním případem jsou výzkumné řady Bruntál a Blaník II, kde byla ve zkoumaných porostech zaznamenána použitelná produkce pouze na vychovávaných variantách, zatímco přírůst výčetní kruhové základny na kontrolních plochách byl nižší než výčetní kruhová základna odstraněná při nahodilých těžbách.

Tloušťková struktura porostů

Předpoklad podpory přežívání vyššího počtu tenkých podúrovněných stromů (zachování širší tloušťkové struktury porostu) pomocí pozitivního výběru v úrovni (varianty 2ú a 4ú) nebyl ve sledovaných smrkových porostech čtvrté série potvrzen. Pouze na řadě Polička I byl zjištěn na variantě s pozitivním výběrem v úrovni výrazně vyšší (o 77 ks.ha⁻¹, tj. o 81 %) počet slabších stromů do výčetní tloušťky 25 cm ve srovnání s porostem bez výchovy (tab. 3). Na ostatních řadách bylo na variantách s pozitivním výběrem zaznamenáno po téměř čtyřiceti letech sledování o 34 % (experiment Bruntál) a 56 % (experiment Nasavrky) menší zastoupení jedinců nižších stromových tříd (do výčetní tloušťky 25 cm) ve srovnání s kontrolními plochami bez výchovy.

V porostech s negativním výběrem v podúrovni bylo zjištěné zastoupení přežívajících tenkých stromů (do výčetní tloušťky 25 cm) při posledních revizích vždy nižší ve srovnání s plochami kontrolními. Sledované porosty se slabšími podúrovněnými zásahy (3p) vykazovaly počty těchto jedinců nižších stromových tříd ve srovnání s kontrolními variantami o 25 % (experiment Bruntál) až 91 % (experiment Železná Ruda I) nižší. Na variantách se silnějšími podúrovněnými zásahy byla situace obdobná se zjištěným rozmezím 38 % (experiment Železná Ruda II) až 89 % (experiment Planá).

Tab. 1.

Souhrnný přehled výzkumných řad 4. série pro výzkum výchovy lesa ve smrkových porostech

List of experimental series in Norway spruce stands of the 4th group

Řada ^a	Název řady ^b	Sledování ^c		Srovnávací plochy ^f	Lesní oblast ^g	Nadmořská výška ^h (m)	SLT ⁱ
		Období ^d	Věk ^e				
1	Polička I	1964 - 2004	53 - 93	1k, 2ú	16 - Českomoravská vrchovina	690	6K
2	Polička II	1964 - 2004	53 - 93	1k, 3p, 5p	16 - Českomoravská vrchovina	690	6K
3	Nasavrky	1964 - 2004	38 - 78	1k, 2ú	16 - Českomoravská vrchovina	660	4S
4	Bruntál	1964 - 2000	38 - 74	1k, 4ú, 3p	29 - Nízký Jeseník	580	5S
5	Blaník I	1965 - 2004	31 - 70	1k, 3p, 5p	16 - Českomoravská vrchovina	410	4K
6	Blaník II	1965 - 2004	31 - 70	1k, 3p, 5p	16 - Českomoravská vrchovina	410	4K
7	Planá	1969 - 2005	67 - 103	1k, 3p, 5p	11 - Český les	620	5K
8	Železná Ruda I	1969 - 2004	61 - 96	1k, 3p	13 - Šumava	910	6K
9	Železná Ruda II	1969 - 2004	40 - 75	1k, 3p, 5p	13 - Šumava	930	6K

Srovnávací plochy: 1k – kontrolní plochy bez zásahů, 2ú (4ú) – srovnávací plochy s (silnými – 4ú) úrovňovými zásahy, 3p (5p) – srovnávací plochy s (silnými – 5p) podúrovňovými zásahy

^aSeries, ^bName of series, ^cObservation, ^dPeriod, ^eAge (years), ^fComparative plots, ^gForest region, ^hElevation, ⁱForest type group (Forest vegetation zones): 4 – beech, 5 – beech with fir, 6 – beech with spruce, Soil categories: K – acid, S – nutrient medium; Comparative plots: 1k – control plots without thinning, 2ú (4ú) – comparative plots with (heavy – 4ú) thinning from above, 3p (5p) – comparative plots with (heavy – 5p) thinning from below

Tab. 2.

Celkový periodický přírůst výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby) a periodický přírůst výčetní kruhové základny bez nahodilé těžby (souše, zlomy a vývraty) na jednotlivých experimentech čtvrté série založené v letech 1964 - 1969

Total period basal area increment (including salvage cut) and period basal area increment without salvage cut (dead, broken and uprooted trees) in particular series of the 4th series established in 1964 – 1969

Experiment (věk ^a)	Včetně nahodilé těžby ^b (m ²)				Bez nahodilé těžby ^c (m ²)			
	1k	2ú (4ú)	3p	5p	1k	2ú (4ú)	3p	5p
Polička I (53 - 93)	35,4	38,0	-	-	14,5	29,1	-	-
Polička II (53 - 93)	39,8	-	39,2	38,4	9,7	-	31,2	30,1
Nasavrky (38 - 78)	41,3	42,6	-	-	15,6	35,7	-	-
Bruntál (38 - 74)	36,5	37,9	38,3	-	-13,6*	17,6	21,8	-
Blaník I (31 - 70)	46,9	-	49,6	50,5	15,6	-	42,6	42,9
Blaník II (31 - 70)	32,0 ⁺	-	45,7	49,5	-6,9* ⁺	-	37,0	42,2
Planá (67 - 103)	32,2	-	33,4	35,2	13,6	-	25,6	31,2
Žel. Ruda I (61 - 96)	30,9	-	32,6	-	0,6	-	13,3	-
Žel. Ruda II (40 - 71)	43,2	-	43,4	42,6	22,5	-	38,7	39,6

Pozn.: Srovnávací plochy: 1k – kontrolní plochy bez zásahů, 2ú (4ú) – srovnávací plochy s (silnými – 4ú) úrovňovými zásahy, 3p (5p) – srovnávací plochy s (silnými – 5p) podúrovňovými zásahy; * výčetní kruhová základna se snížila, + - data z revize ve věku 60 let (1994) z důvodů pozdějšího rozpadu kontrolního porostu

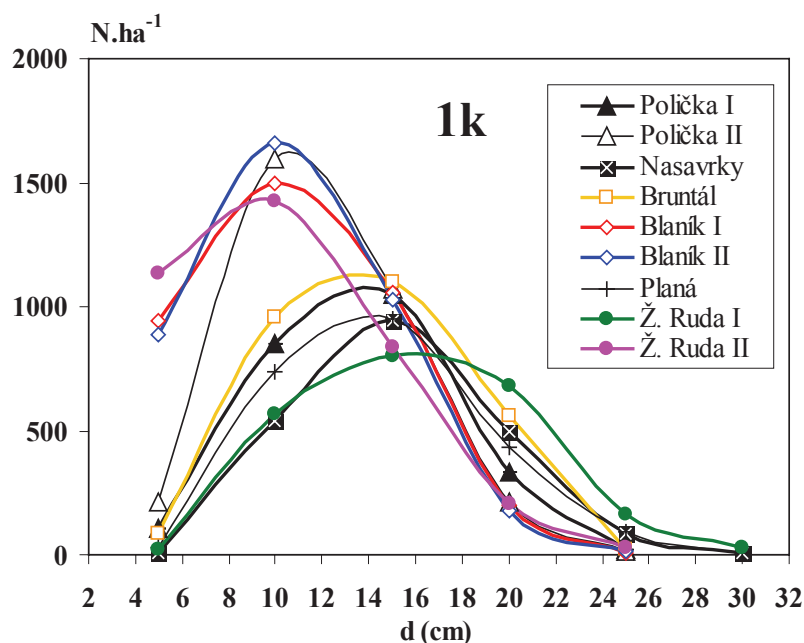
Note: Comparative plots: 1k – control plots without thinning, 2ú (4ú) – comparative plots with (heavy – 4ú) thinning from above, 3p (5p) – comparative plots with (heavy – 5p) thinning from below; * basal area was decreased, + - we used data from revision at the age of 60 years (1994) because of the following breakdown of control stand, ^aAge, ^bIncluding salvage cut, ^cExcluding salvage cut

Na všech plochách s úrovňovými výchovnými zásahy (varianty 2ú a 4ú) bylo zaznamenáno při poslední revizi vyšší (o 30 až 64 %) zastoupení silnějších stromů (s výčetní tloušťkou 35 cm a více) ve srovnání s plochami bez výchovy. Vliv podúrovňových zásahů (varianty 3p a 5p) na zastoupení stromů silnějších dimenzí nebyl jednoznačný (tab. 3).

Z celkem sedmi řad, kde byla zastoupena varianta s mírnějšími podúrovňovými zásahy, byl ve srovnání s kontrolní variantou ve čtyřech případech zjištěn vyšší počet (Polička II, Bruntál, Blaník II a Železná Ruda I) a ve třech případech nižší počet (Blaník I, Planá a Železná Ruda II) jedinců s výčetní tloušťkou 35 cm a více. Nejvyšší rozdíl v počtu silných stromů byl zaznamenán na řadě Blaník II, kde bylo na variantě 3p zjištěno o 500 % více těchto jedinců ve srovnání s variantou kontrolní.

Na řadách se zastoupením varianty se silnějšími podúrovňovými zásahy (5p – celkem pětkrát ve čtvrté sérii) byla situace poněkud odlišná. Až na jednu výjimku (experiment Planá), kde byl zaznamenán ve srovnání s kontrolou stejný počet silných stromů uvedených dimenzí, bylo na všech řadách u varianty 5p zjištěno vždy vyšší zastoupení jedinců s vyšší výčetní tloušťkou (35 cm a více).

Uvedené změny v rozložení tloušťkových struktur porostů s výchovnými zásahy byly po 35 až 40 letech sledování statisticky průkazné (minimálně na hladině významnosti $p \leq 0,10$) s výjimkou dvou případů: varianta s pozitivním výběrem v úrovni (2ú) na řadě Nasavrky a (4ú) na řadě Bruntál.



Obr. 3. Počáteční tloušťková struktura (před zahájením sledování) na dílčích kontrolních plochách (1k) experimentů 4. série
Initial diameter distribution (before start of observation) in particular control unthinned plots (1k) of experiments of the 4th series

Porovnání dvou hlavních sledovaných variant výchovy (úrovňový nebo podúrovňový výběr) je u této čtvrté série experimentů podmíněno menším počtem variant s úrovňovými zásahy. Na základě provedené analýzy lze konstatovat, že u výzkumné řady s těmito variantami výchovy (pouze experiment Bruntál v této sérii - varianty 3p a 4ú) byl menší počet stromů slabších dimenzí zaznamenán na ploše 4ú s úrovňovými zásahy i přesto, že se na této variantě podle metodiky experimentu do podúrovňové úmyslně nezasahuje. Zastoupení variant s podúrovňovými zásahy na experimentech čtvrté série umožňuje provést srovnání mírnějších (3p) a silnějších zásahů (5p) z pohledu zachování přežívajících slabších stromů ve struktuře smrkových porostů. Předpoklad menšího zastoupení jedinců tenčích dimenzí (do výčetní tloušťky 25 cm) na variantách se silnějšími zásahy v podúrovni (5p) byl potvrzen ve třech případech z celkem pěti analyzovaných. V jednom případě byl počet stromů těchto dimenzí na variantách 3p a 5p téměř shodný (Polička II) a v jednom případě (Železná Ruda II) bylo zjištěno vyšší zastoupení podúrovňových jedinců na variantě 5p se silnějšími podúrovňovými zásahy.

Výrazná podpora podúrovňových jedinců uplatňováním pozitivního výběru v úrovni tak nebyla na experimentech čtvrté série dostatečně potvrzena. Pouze s jedinou výjimkou (experiment Polička I) byl ve všech sledovaných případech nejvyšší počet slabších stromů zjištěn na plochách kontrolních (bez výchovných zásahů).

Statická stabilita porostů

Statická stabilita charakterizovaná štíhlostním kvocientem (h/d) středního kmene byla ovlivněna výchovou ve většině případů pozitivně, tj. vychovávané porosty vykazovaly v závěrečném hodnocení (poslední revize) ve srovnání s porosty bez výchovy principiálně nižší hodnoty h/d středního kmene (tab. 4). Na variantách s úrovňovými zásahy (2ú a 4ú) byl štíhlostní kvocient středního kmene

o 5 až 8 %, na variantách s mírnějšími podúrovňovými zásahy (3p) o 4 až 9 % a na variantách se silnějšími podúrovňovými zásahy (5p) o 10 až 12 % nižší ve srovnání s kontrolními variantami 1k. Výjimku tvoří řada Polička II, kde byly na konci sledovaného období hodnoty h/d středního kmene na variantě 3p nižší pouze o 2 % vůči variantě 1k a na variantách 1k a 5p byly shodné.

Vliv uplatňovaných výchovných zásahů na statickou stabilitu horního stromového patra, charakterizovanou štíhlostním kvocientem h_{200}/d_{200} dominantních stromů (200 nejsilnějších stromů na jeden hektar, tj. stejný počet jedinců na každé dílčí srovnávací ploše), byl poměrně jednoznačný, tj. na variantách s výchovou byla ve většině případů zjištěna při poslední revizi nižší hodnota h_{200}/d_{200} ve srovnání s variantami bez výchovy. Pro porosty s pozitivním výběrem v úrovni (2ú, 4ú) byl tento jev průkazný ($p \leq 0,05$) ve dvou ze třech případů, v porostech s mírnějšími podúrovňovými zásahy pouze ve dvou ze sedmi případů a v porostech se silnějšími podúrovňovými zásahy ve třech (z toho jednou při $p \leq 0,10$) z pěti případů. Výjimkou bylo zjištění na experimentu Polička II, kde byl při poslední revizi kvocient h_{200}/d_{200} průkazně vyšší na variantě 5p ve srovnání s kontrolou 1k.

Kombinace variant s úrovňovými a podúrovňovými zásahy byla přítomná u čtvrté série pouze na experimentu Bruntál, což neumožňuje odpovídající porovnání dvou hlavních sledovaných variant výchovy (úrovňový nebo podúrovňový výběr). U této výzkumné řady byl vliv zvoleného režimu výchovy na statickou stabilitu dominantních stromů pozitivní, tj. h_{200}/d_{200} ve srovnání s kontrolní variantou signifikantně poklesl, avšak rozdíly mezi variantami 3p a 4ú byly neprůkazné. Z porovnání experimentů s oběma variantami podúrovňových zásahů (3p – mírnější, 5p – silnější) vyplývá výraznější (ve většině případů signifikantní) pozitivní vliv silnějších zásahů charakterizovaných negativním výběrem v podúrovni (varianty 5p) na statickou stabilitu horního stromového patra.

DISKUSE A ZÁVĚR

Vyhodnocování dlouhodobého vlivu výchovných zásahů na lesní porosty je poměrně často omezeno jedinečností jednotlivých experimentů a malým počtem opakování. To je mimo jiné důvodem nepříliš častého publikování výsledků dlouhodobě sledovaných experimentů s výchovou smrkových porostů (např. ASSMANN 1968, SPELLMANN 1986, PEERENBOOM, PETRI 1986, PERSSON 1986, KORPEL 1992, MÄKINEN et al. 2006). Mezi hlavní příčiny patří zejména velké finanční a personální nároky na udržení kontinuity a dodržení metodiky měření jednotlivých pokusů založených většinou předchozími generacemi lesníků. V případě experimentální základny VÚLHM založené Ing. Pařezem v 50. až 70. letech minulého století se z původního počtu 46 experimentálních řad ve smrkových porostech podařilo udržet do současnosti 24 experimentů (ostatní výzkumné řady byly částečně nebo zcela zničeny působením sněhu a větru nebo dalších škodlivých činitelů). První série, ze které se dochovalo celkem 5 experimentálních řad založených v roce 1958, a druhá série, ze které se dochovalo celkem 7 experimentálních řad založených v roce 1960, byly vyhodnoceny samostatně (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b). Třetí série experimentů byla založena v porostech borovice lesní. Předkládaná analý-

Tab. 3.

Počet tenkých ($d_{1,3} < 25$ cm) a silných ($d_{1,3} > 35$ cm) stromů ($N \cdot ha^{-1}$) na jednotlivých experimentech čtvrté série při poslední revizi (2000 - 2005)

Number of thin ($d_{1,3} < 25$ cm) and thick ($d_{1,3} > 35$ cm) trees ($N \cdot ha^{-1}$) in particular series of the 4th group of series at last revision (2000 - 2005)

Experiment (věk ^a)	Tenké stromy ^b (≤ 25 cm) ($N \cdot ha^{-1}$)				Silné stromy ^c (≥ 35 cm) ($N \cdot ha^{-1}$)				Rozdíly v porovnání tloušťkových struktur ^d		
	1k	2ú (4ú)	3p	5p	1k	2ú (4ú)	3p	5p	1k/2ú(4ú)	1k/3p	1k/5p
Polička I (93)	95	172	-	-	156	216	-	-	++	-	-
Polička II (93)	388	-	220	224	156	-	180	172	-	+	++
Nasavrky (78)	272	120	-	-	224	292	-	-	ns	-	-
Bruntál (74)	229	152	172	-	90	148	124	-	ns	+	-
Blaník I (70)	430	-	145	70	175	-	170	230	-	++	+
Blaník II (60)*	1125	-	455	300	15	-	90	115	-	++	++
Planá (103)	532	-	124	56	120	-	112	120	-	++	++
Žel. Ruda I (96)	180	-	16	-	160	-	184	-	-	+	-
Žel. Ruda II (71)	780	-	199	480	68	-	40	80	-	++	++

Pozn.: Srovnávací plochy: viz Tab. 2

++ - statisticky průkazné ($p \leq 0,05$), + - statisticky průkazné ($p \leq 0,10$), ns - statisticky neprůkazné, * - data z revize ve věku 60 let (1994) z důvodů pozdějšího rozpadu kontrolního porostu

Note: Comparative plots: see Tab. 2

++ - statistically significant ($p \leq 0.05$), + - statistically significant ($p \leq 0.10$), ns - no significant, ^aage, ^bthin trees, ^cthick trees, ^ddifferences in frequencies of diameter distribution, * - we used data from revision at the age of 60 years (1994) because of the following breakdown of control stand

za poznatků ze 4. série (dochovalo se 9 výzkumných řad), založené v mladých smrkových porostech v letech 1964 až 1969 je tak dalším příspěvkem v postupném sledu vyhodnocování této rozsáhlé experimentální základny.

Podobně jako u první a druhé série založené ve smrkových porostech bylo podle zvolené metodiky také hlavním cílem experimentů čtvrté série sledovat vliv výchovy porostů na vývoj výšky, tloušťky a tvaru kmenů v porostu a na kvantitativní i kvalitativní stránku produkce. Získané výsledky měly zároveň objasnit vliv výchovných opatření na zvýšení či snížení odolnosti proti živelným kalamitám a na stav porostního mikroklimatu. Dílčí výsledky, zaměřené na kvantitu a kvalitu produkce, byly průběžně publikovány až na výjimky pouze ve výzkumných zprávách (PAŘEZ 1972a, 1975, 1979, 1980, 1985). Předkládané zhodnocení, založené především na údajích o vývoji počtu stromů (N), výčetní kruhové základny (G), průměrné tloušťky (d) a výšky (h), tloušťkové struktury a vývoji hodnot stíhlostních kvocientů (h/d) sledovaných porostů, je svého druhu první ucelenou analýzou poznatků 4. série výzkumných řad po 35 až 40 letech sledování.

Rozdílná počáteční hustota porostů jednotlivých řad čtvrté série zabraňuje použití metod podrobného porovnávání dílčích variant výchovy. Podle věku, kdy byly v porostech zahájeny experimentální zásahy, lze rozdělit 4. sérii do tří skupin: (a) výchova zahájena v porostech do 40 let věku (Nasavrky, Bruntál, Blaník I, Blaník II, Železná Ruda II), (b) výchova zahájena v porostech více jak 50letých (experimenty Polička I a Polička II) a (c) výchova zahájena v porostech více jak 60letých (experimenty Planá a Železná Ruda I). Z hlediska současných poznatků můžeme označit zahájení výchovy i v původně nejmladších porostech čtvrté série (experimenty Blaník I a II ve věku 31 let a při h_{200} ca 19 m) za velmi opožděné. Ve smrkových porostech ohrožovaných sněhem a větrem je třeba provést první výchovné zásahy mnohem dříve (např. CHROUST 1968, PERSSON 1969, ABETZ 1976, KRAMER 1980, JOHANN 1980, SLODIČÁK et al. 2005).

Výchovné zásahy neměly vždy stejný efekt na produkci experimentálních smrkových porostů hodnocenou pomocí stanovení periodického přírůstu výčetní kruhové základny (G). V porostech s pozitivním výběrem v úrovni byl zjištěn ve všech případech vyšší celkový periodický přírůst výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby) ve srovnání s kontrolními plochami bez výchovy.

V porostech s negativním výběrem v podúrovni (díleč plochy 3p a 5p na řadách čtvrté série) byla situace podobná, tj. na většině experimentů byl zaznamenán vyšší celkový periodický přírůst výčetní základny (včetně nahodilé těžby) na plochách s podúrovňovými zásahy ve srovnání s porosty bez výchovy (1k), přičemž na variantách s mírnějšími podúrovňovými zásahy (3p) byl ve srovnání s kontrolou zjištěn nižší celkový periodický přírůst G pouze v jednom případě a na variantách se silnějšími podúrovňovými zásahy (5p) ve dvou případech. Tento poznatek koresponduje podobně jako u vyhodnocení 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005b) se závěry MACKENZIEHO (1962) a HAMILTONA (1976), kteří na základě vyhodnocení experimentu Bowmont ve Velké Británii konstatují vyšší přírůst výčetní kruhové základny na plochách s výchovnými zásahy ve srovnání s plochami bez výchovy (nejlépe byly hodnoceny varianty se slabšími úrovněvými a silnějšími podúrovňovými zásahy).

Efekt výchovných zásahů se tak projevil především ve snížení podílu výčetní základny odstraňované při nahodilých těžbách (souše, zlomy a vývraty). Za celou dobu sledování byl odstraněn při nahodilých těžbách nejmenší podíl periodického přírůstu výčetní základny na variantách se silnými podúrovňovými zásahy 5p (7 až 21 %). Na variantách se slabšími podúrovňovými zásahy (3p) a se zásahy v úrovni (2ú, 4ú) byl tento podíl srovnatelný - při nahodilých těžbách bylo odstraněno 11 až 60 % (3p) a 16 až 54 % (2ú, 4ú) periodického přírůstu G . Vůbec nejhorší výsledky vykazovaly kontrolní plochy (1k) bez úmyslných zásahů, kde bylo při nahodilých těžbách odstraněno 48 až 141 % periodického přírůstu G .

Tab. 4.

Hodnoty stíhlostního kvocientu (h/d) středního kmene a horního stromového patra (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar - h_{200}/d_{200}) na experimentech čtvrté série při poslední revizi (2000 - 2005)

Values of h/d ratio of mean stem and dominant trees (200 thickest trees per hectare - h_{200}/d_{200}) in particular series of the 4th series at last revision (2000 - 2005)

Experiment (věk ^a)	Střední kmen ^b h/d				Horní stromové patro ^c h_{200}/d_{200}				Rozdíly ^d h_{200}/d_{200}		
	1k	2ú (4ú)	3p	5p	1k	2ú (4ú)	3p	5p	1k/2ú (4ú)	1p/3p	1k/5p
Polička I (93)	98	90	-	-	84	79	-	-	++	-	-
Polička II (93)	92	-	90	92	78	-	78	82	-	ns	++
Nasavrky (78)	95	90	-	-	80	78	-	-	ns	-	-
Bruntál (74)	104	99	100	-	92	87	87	-	++	++	-
Blaník I (70)	108	-	98	97	87	-	86	86	-	ns	ns
Blaník II (60)*	113	-	104	99	92	-	89	86	-	ns	++
Planá (103)	110	-	101	97	90	-	91	88	-	ns	++
Žel. Ruda I (96)	95	-	87	◇	84	-	80	-	-	++	-
Žel. Ruda II (71)	91	-	84	80	72	-	71	68	-	ns	+

Pozn.: Srovnávací plochy: viz Tab. 2

++ - statisticky průkazné ($p \leq 0,05$), + - statisticky průkazné ($p \leq 0,10$), ns - statisticky neprůkazné, * - data z revize ve věku (60 let) z důvodů pozdějšího rozpadu kontrolního porostu

Note: Comparative plots: see Tab. 2

++ - statistically significant ($p \leq 0.05$), + - statistically significant ($p \leq 0.10$), ns - no significant, ^aage, ^bmean stem, ^cdominant trees, ^ddifferences, * - we used data from revision at the age of 60 years (1994) because of the following breakdown of control stand

Předpoklad podpory přežívání vyššího počtu tenkých podúrovňových stromů (zachování širší tloušťkové struktury porostu) pomocí pozitivního výběru v úrovni (varianty 2ú a 4ú) byl ve sledovaných smrkových porostech čtvrté série potvrzen pouze v jednom (Polička I) ze tří případů použití této varianty výchovy. Na všech ostatních experimentech této série (bez ohledu na přítomné varianty výchovy 2ú, 3p, 4ú, 5p) byl po 35 až 40 letech sledování zjištěn nejvyšší počet slabších stromů na plochách kontrolních (1k - bez výchovných zásahů).

Vliv úrovněvých zásahů (varianty 2ú a 4ú zastoupené na třech řadách čtvrté série) na zastoupení stromů silnějších dimenzí byl pozitivní. Ve srovnání s kontrolní variantou byl ve všech případech zjištěn vyšší počet jedinců s výčetní tloušťkou 35 cm a více. Vliv podúrovňových zásahů (varianty 3p a 5p) na zastoupení stromů silnějších dimenzí nebyl tak jednoznačný. Z celkem sedmi řad, kde byla zastoupena varianta (3p) s mírnějšími podúrovňovými zásahy, byl ve srovnání s kontrolní variantou ve čtyřech případech zjištěn vyšší počet a ve třech případech nižší počet jedinců s výčetní tloušťkou 35 cm a více. Na celkem pěti řadách se zastoupením varianty se silnějšími podúrovňovými zásahy (5p) bylo až na jednu výjimku (experiment Planá, kde byl zaznamenán ve srovnání s kontrolou stejný počet silných stromů uvedených dimenzí) zjištěno vždy vyšší zastoupení jedinců s vyšší výčetní tloušťkou (35 cm a více).

Výrazné změny v tloušťkové struktuře, popisované na plochách první a druhé série PAREZEM (1965) po prvních podúrovňových zásazích (varianty 3p), nebyly po čtyřiceti letech sledování na těchto sériích identifikovány (SLODIČÁK, NOVÁK 2005b). Naproti tomu na experimentech čtvrté série byly výše uvedené změny v rozložení tloušťkových struktur porostů s výchovnými zásahy po 35 až 40 letech sledování statisticky průkazné.

Statická stabilita charakterizovaná stíhlostním kvocientem středního kmene a horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů

na hektar) byla na převážné většině experimentů ovlivněna pozitivně, tj. konečná hodnota stíhlostního kvocientu (středního kmene i horního stromového patra) byla nižší na vychovávaných plochách ve srovnání s plochami bez výchovy. Vliv zvolené varianty výchovy (úrovňová nebo podúrovňová) na statickou stabilitu dominantních stromů nelze obecně vyhodnotit, protože kombinace obou variant byla přítomná u čtvrté série pouze na jednom experimentu (Bruntál). U této výzkumné řady byl zaznamenán signifikantní pokles h_{200}/d_{200} na variantách s výchovou ve srovnání s kontrolní variantou 1k, avšak vzájemné rozdíly mezi variantami 3p a 4ú byly neprůkazné. Z porovnání experimentů s oběma variantami podúrovňových zásahů (3p - mírnější, 5p - silnější) vyplývá výraznější (ve většině případů signifikantní) pozitivní vliv silnějších zásahů charakterizovaných negativním výběrem v podúrovni (varianty 5p) na statickou stabilitu horního stromového patra.

Slabší efekt výchovných zásahů na zvýšení stability porostů (charakterizované stíhlostním kvocientem) je zřejmě způsoben počátečním věkem experimentálních porostů (41 až 54 let) při realizaci prvních zásahů. Z analýzy PAREZA (1972b) vyplývá, že v porostech se zanedbanou výchovou v mládí (do 30 let věku) nelze již výchovnými zásahy podstatně ovlivnit výši poškození sněhem. Experimenty čtvrté série navíc leží (s výjimkou experimentů Blaník I a II) v oblastech s největším ohrožením působení sněhu, tj. od 500 do 900 m n. m. Na malé možnosti ovlivňování stability výchovnými zásahy ve starších smrkových porostech upozorňuje také KONÓPKA et al. (1989). Kritické stadium pro poškození sněhem (KONÓPKA 1985) je však v období 25 (30) až 40 (50) let věku (později u porostů na horších bonitách). V experimentálních porostech čtvrté série, kde prováděné zásahy měly v převážné většině pozitivní vliv na hodnoty stíhlostního kvocientu středního kmene a horního stromového patra, tak výchovné programy spíše přispěly ke stabilizaci porostů vůči větru. Přesto

Ize podle v literatuře doporučených hodnot štiřlostního kvocientu (jako ukazatele statické stability) označit porosty na experimentech čtvrté série za nestabilní. Štiřlostní kvocient nad hodnotou 100 (u čtvrté série zjiřtění u charakteristiky středního kmene na celkem čtyřech experimentech) signalizuje velmi nízkou stabilitu (MILNE 1995, WANG et al. 1998, LEKES, DANDUL 2000). Hodnota h/d středního kmene 83, kterou doporučuje VICENA et al. (1979) jako maximální pro stabilitu smrkového porostu, byla dosažena pouze u experimentu Źelezná Ruda II, kde byla zahájena výchova ve 40 letech věku.

Poděkování:

Přispěvek vznikl v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR „Stabilizace funkcí lesa v biotopech naruřených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ – MZE 0002070201.

LITERATURA

- ABETZ, P.: Reaktionen auf Standraumerweiterung und Folgerungen für die Auslesedurchforstung bei Fichte. Allg. Forst u. Jagdztg., 147, 1976, s. 72-74.
- ASSMANN, E.: Náuka o výnose lesa. Bratislava, Příroda 1968. 488 s.
- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jílové u Prahy, IFER 1996. 245 s.
- GROFÍK, R., FLAK, P.: Štatistické metody v poľnohospodárstve. Bratislava, Příroda 1990. 344 s.
- HAMILTON, G. J.: The Bowmont Norway spruce thinning experiment 1930 - 1974. Forestry, 49, 1976, č. 2, s. 109-119.
- CHROUST, L.: Význam silných prořezávek pro zvýšení odolnosti smrkových porostů proti škodám sněhem. Lesnický časopis, 14, 1968, s. 943-960.
- JOHANN, K.: Bestandesbehandlung und Schneebruchgefährdung. Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 67, 1980, s. 269-286.
- KONŮPKA, J.: Modely rastových vlastností cieľových stromov smreka z hľadiska ochrany proti polomom, hlavne snehovým. Lesnictví, 31, 1985, č. 4, s. 309-332.
- KONŮPKA, J., LEHOTSKÝ, L., TOMA, R.: Vplyv výchovy na statickú stabilitu smrekových porastov. Lesnický časopis, 35, 1989, č. 2, s. 87-99.
- KORPEL, Š.: Vplyv prebierok na štruktúru a produkciu v smrekových porastoch. In: Acta Facultatis Forestalis Zvolen (Czechoslovakia). 34. Bratislava, Příroda 1992, s. 151-167.
- KRAMER, H.: Einfluß verschiedenartiger Durchforstungen auf Bestandes-sicherheit und Zuwachs in einem weitständig begründeten Fichtenbestand. Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 67, 1980, s. 224-235.
- LEKES, V., DANDUL, I.: Using airflow modelling and spatial analysis for defining wind damage risk classification (WINDARC). For. Ecol. Manage., 135, 2000, č. 1-3, s. 331-344.
- MACKENZIE, A. M.: The Bowmont Norway spruce sample plots 1930 - 60. Forestry, 35, 1962, s. 129-138.
- MÄKINEN, H., ISOMÄKI, A., HONGISTO, T.: Effect of half-systematic and systematic thinning on the increment of Scots pine and Norway spruce in Finland. Forestry, 79, 2006, s. 103-121.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.
- MILNE, R.: Modelling mechanical stresses in living Sitka spruce stems. In: Coutts, M. P., Grace, J. (eds.): Wind and Trees. Cambridge, Cambridge University Press 1995, s. 165-181.
- PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv první podúrovňové a úrovňové probírky na změnu tloušťkové struktury mladých smrkových porostů. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, 31, 1965, s. 103-126.
- PAŘEZ, J.: Škody sněhem a větrem ve smrkových porostech probírkových pokusných ploch v období 1959 – 1968. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1972a. 97 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na výši škod sněhem v porostech pokusných probírkových ploch v období 1959 – 1968. Lesnictví, 18, 1972b, č. 2, s. 143-154.
- PAŘEZ, J.: Vliv výchovných zásahů na kvantitativní a kvalitativní produkci smrkových porostů. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1975. 77 s.
- PAŘEZ, J.: Diferenciace probírek ve smrkových porostech jedlo-bukového až dubo-bukového vegetačního stupně. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1979. 48 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv podúrovňové a úrovňové probírky na produkci smrkových a borových porostů v ČR. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1980. 30 s.
- PAŘEZ, J.: Zhodnocení výzkumných ploch ve smrkových a borových porostech. Jíloviště-Střnady, VÚLHM 1985. 102 s.
- PEERENBOOM, H. G., PETRI, H.: Standortgerechte und standraumbezogene Ertragsdaten für die Bewirtschaftung der Fichte. Forstarchiv, 57, 1986, č. 4, s. 123-128.
- PERSSON, O. A.: Thinning in Norway spruce in southern Sweden. Department of Forest Yield Research. Report No. 18. Swedish University of Agricultural Sciences. Garpenberg 1986, s. 24.
- PERSSON, P.: The influence of various thinning methods on the risk of windfalls, snow-breaks and insect attacks. In: Thinning and mechanization, IUFRO Meeting, Stockholm, 1969, s. 169-174.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 173-178.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., SKOVSGAARD, J. P.: Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). Forest Ecology and Management, 209, 2005, č. 1/2, s. 157-166.
- SPELLMANN, H.: Auswirkungen verschiedener Durchforstungsarten und Durchforstungsstärken auf die Entwicklung eines weitständig begründeten Fichtenbestandes. Allgemeine Forst-und Jagdzeitung, 157, 1986, č. 2, s. 27-31.
- VICENA, I., PAŘEZ, J., KONŮPKA, J.: Ochrana lesa proti polomům. Praha, SZN 1979, 244 s.
- WANG, Y., TITUS, S. J., LEMAY V. M.: Relationships between tree slenderness coefficients and tree or stand characteristics for major species in boreal mixedwood forests. Can. J. For. Res., 28, 1998, č. 8, s. 1171-1183.

Long-term Norway spruce thinning experiments – Evaluation of results of the 4th series founded in 1964 - 1969

Summary

Since 1956, new experimental basis for thinning research in Forestry and Game Management Research Institute Jiloviště-Strnady was created. In the framework of this project, experimental series were founded in Norway spruce stands (1st group in 1956 – 1958, 2nd in 1960, 4th in 1964 – 1969) and in Scots pine stands (3rd group in 1962). Total 46 experimental series were founded in Norway spruce and only 24 series persisted to the present time. First (5 experiments) and second (7 experiments) series were evaluated individually (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b).

Presented contribution is oriented on the 4th series, established in young Norway spruce stands in 1964 - 1969 (nine experiments: Polička I and Polička II, Nasavrky, Bruntál, Blaník I and Blaník II, Planá, Železná Ruda I and Železná Ruda II – fig. 1, tab. 1).

The thinning experiments was projected in order to compare two basic ways of thinning: positive selection from above (2ú or 4ú - heavy) and negative selection from below (3p or 5p - heavy). The test element of each experimental series is control plot (1k) without intentional thinning.

The method used in the thinning experiment did not suppose the replication inside the individual series, but using particular variants inside the group of the series as replication was not possible because of high initial differences between series. Therefore the final evaluation of the 4th group of series was aimed at common phenomena (development of number of trees (N), basal area (G), diameter (d, d_{200}), height (h, h_{200}), diameter distribution and quotient of slenderness (h/d , h_{200}/d_{200}) observed on particular series after 35 - 40 years of investigation.

After analyses of the results from the 35-year period of observation, we can draw following conclusions:

- Detailed comparison of thinning variants between experiments is not possible because of different initial stand density on experiments of the fourth series (fig. 2).
- Basing on the age of the initial treatment, we can define 3 groups of series: (a) thinning started before the age of 40 years (experiments: Nasavrky, Bruntál, Blaník I, Blaník II, Železná Ruda II), (b) thinning started after the age of 50 years (experiments: Polička I and Polička II) and (c) thinning started after the age of 50 years (experiments: Planá and Železná Ruda I). On the basis of the present knowledge of thinning, we can determine the beginning of forest tending on the fourth series (after the age of 30 years) as delayed.
- Effect of thinning on production of experimental spruce stands was evaluated by periodic increment of basal area (tab. 2). Thinning by positive selection from above (variants 2ú and 4ú) had positive effect on production, i. e. periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was higher in all cases compared to control unthinned stands. Similar results were observed on variants with thinning by negative selection from below (variants 3p and 5p). Periodic basal area increment was higher on thinned stands with the exception of one case for variant 3p and two cases for variant 5p.
- One of the main effects of thinning on experimental stands was evidently lower amount of basal area removed by salvage cut on thinned variants compared with control unthinned plots. During the period of observation, 48 to 141% of basal area increment was removed as snags or breaks on control plot 1k, whilst on the thinned variants, snags or breaks represented 7 to 60% (on variant 2ú or 4ú 16 to 54%, on variant 3p 11 to 60% and on variant 5p 7 to 21%) of periodic basal area increment.
- The expectation, that by positive selection from above (variants 2ú and 4ú) diameter distribution will be wider with higher abundance of surviving thin trees, was not confirmed with the exception of one case - experiment Polička I (tab. 3). Results from the other experiments of fourth series (irrespective of thinning variants 2ú, 3p, 4ú and 5p) showed the highest abundance of thin trees on control unthinned plots (1k).
- Thinning by positive selection from above (variants 2ú, 4ú) resulted in higher abundance of thick trees (diameter 35 cm and higher) compared to control plots. On the other hand, stands with thinning by negative selection from below (variants 3p and 5p) showed non-uniform results at the end of observation. Abundance of thick trees was higher, compared to control plots, on variants 3p (moderate thinning from below) in four cases of the total seven and on variants 5p (heavy thinning from below) in four cases of the total five. After 35 - 40 years of observation, diameter distributions were significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots compared to control plots in the majority of experiments on this series.
- Static stability, characterized by h/d ratio of mean stem and of dominant trees (h_{200}/d_{200}), was influenced by thinning positively in the majority of experiments on this series, i. e. values of h/d and h_{200}/d_{200} were lower on thinned variants compared to control plots at the end of observation (tab. 4). For the h_{200}/d_{200} ratio, this effect of thinning was significant in two cases of the total three on variant 2ú or 4ú, in two cases of the total seven on variant 3p and in four cases of the total five on variant 5p.

Recenzováno

HODNOCENÍ PROMĚNLIVOSTI POTOMSTEV BOROVICE LESNÍ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) NA ZÁKLADĚ GEOGRAFICKÝCH CHARAKTERISTIK LOKALIT JEJICH PŮVODU

The evaluation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progenies variability on the base
of geographical characteristics of their original localities

Abstract

Evaluation of 126 partial populations (forest stands certified for seed collection), this is the base for research of Scots pine variability. As subject of evaluation, there have been assessed 104 maternal forest stands from the Czech Republic and 22 forest stands from the Slovak Republic. Their progenies, having been planted on five research plots in the Czech Republic, have been evaluated at the age of 17 years. Characteristics of progenies (height growth, D.B.H., stem form, thickness of branches, vitality) have been researched and evaluated regarding to geographical localities of maternal stands origin (regions and areas by RUBNER, REINHOLD /1953/, natural forest areas, forest vegetation zones, altitudes and local origin in narrow and broad sense). On the base of mathematical statistical and graphical valuation, there has been possible take a course to question of regional Hercynian-Sudeten and Carpathian populations. In addition to variability evaluated on the base of geographical characteristics, it was possible to state considerable level of variability among individual partial populations in the frame of determined territorial units.

Klíčová slova: borovice lesní, (*Pinus sylvestris* L.), Česká republika, Slovenská republika, proměnlivost, závěry pro lesnickou praxi, lesnický výzkum, testování potomstev

Key words: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Czech Republic, Slovak Republic, variability, conclusions for forestry practice, forestry research, progeny testing

ÚVOD A CÍL PRÁCE

Jedním ze základních předpokladů racionálního lesního hospodářství je znalost proměnlivosti populací dřevin. Dostatek informací o variabilitě druhů je základem pro volbu pěstební techniky, zejména pak pro výběr vhodného reprodukčního materiálu a jeho používání v souvislosti s umělou obnovou lesních porostů.

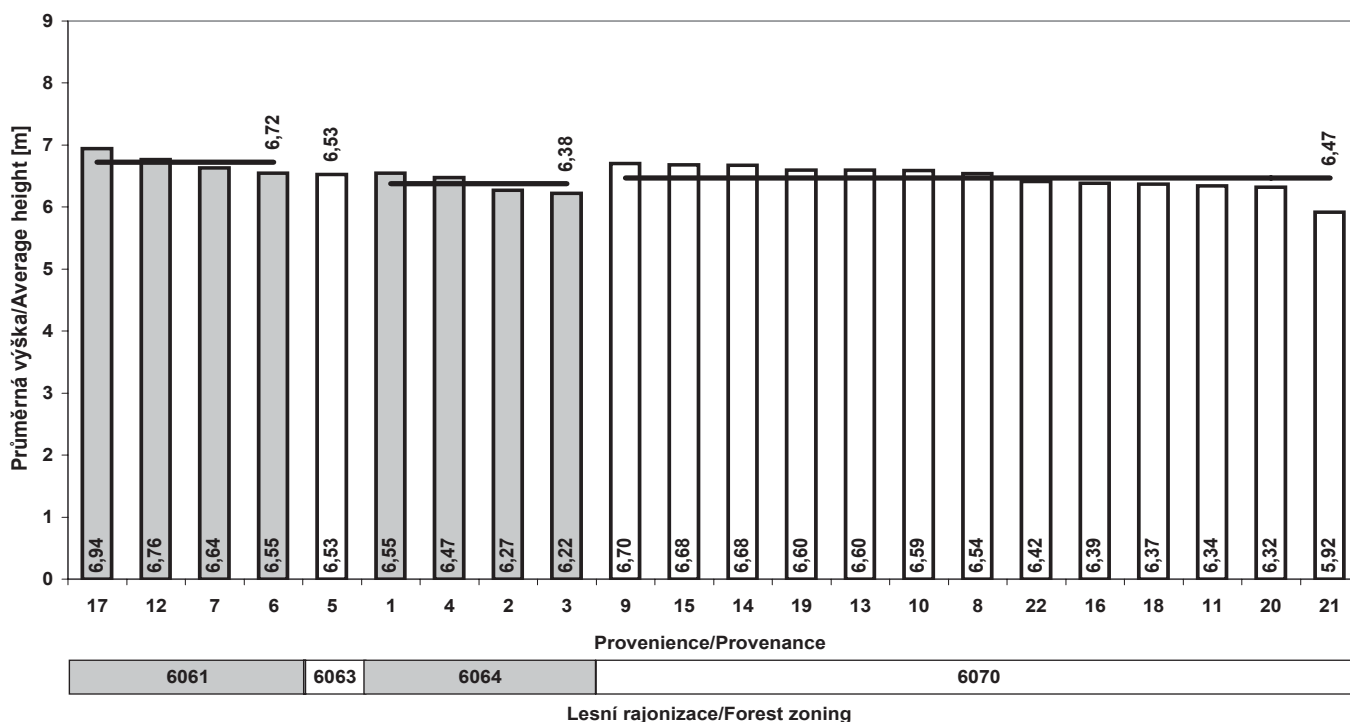
Studium proměnlivosti borovice lesní na našem území bylo zahájeno na samém počátku minulého století ještě výzkumným lesnickým ústavem ve Vidni-Mariabrunn. Později se již samostatná ČSR zúčastnila mezinárodního provenienčního pokusu IUFRO, kdy byly pod vedením G. Vincenta v letech 1939/40 v jižních Čechách založeny na lokalitách Hůrka, Zámecký a Mláka tři dlouhodobé výzkumné plochy (VINCENT, POLNAR 1953). Další práce, které se zabývaly variabilitou borovice lesní i dalších druhů borovic pocházejících z celého světa, jsou spojeny se jménem K. Kaňáka (KAŇÁK 1974, 1979 aj.). V roce 1972 založil J. Šindelář sérii pěti ověřovacích ploch uznaných porostů borovice lesní původem z dnešních ČR a Slovenska (ŠINDELÁŘ 1981a). V posledním období se studiem proměnlivosti rodu *Pinus* včetně borovice lesní zabývá především J. Kaňák (např. KAŇÁK, NÁROVCOVÁ 2004).

Pokud jde o borovici lesní, byly její první výskyty na základě pylových analýz doloženy již z období pozdního glaciálu (13 000 až 8 000 př. n. l.), kdy se v nižších polohách (do ca 400 až 500 m n. m.) během chladnějších období vyskytovala *Pinus cf. sylvestris*, z dalších dřevin pak bříza, topol, jalovec, mýsť i smrk, rakytník a chvojník. V teplejších obdobích pozdního glaciálu se borovice s břízou šířily a místy mohly vytvářet i souvislejší lesostepní březoborové porosty. Ve vyšších polohách se v chladnějších výkyvech vyskytovaly zakrslé porosty břízy a borovice s tím, že v teplejších obdobích možná borovice dominovala. V prvním období holocénu, preboreálu (8 000 až 7 000 př. n. l.), se rozsah zalesnění zvyšoval, avšak druhové složení dřevin se neměnilo. V boreálu (7 000 až 5 500 př. n. l.)

se v nižších polohách nově objevují líska a dub, ve vyšších polohách líska a smrk. V dalších obdobích již borovice ustupovala, v našich podmínkách podle odhadů na 3 až 4 % přirozeného zastoupení (NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998).

Výskyt borovice přetrvával zejména na lokalitách s relativně chudými písčitými půdami a na některých dalších extrémních stanovištích se skeletovitými půdami, kde se dřeviny s vyššími nároky na výživu a zásobování vodou nemohly dostatečně uplatnit. Na ústupu borovice z lesů střední Evropy se podle názoru některých autorů (FIRBAS 1949, 1952, BERTSCH 1951) podílely i změny klimatu (zvyšování teplot a srážek). Rozhodujícím faktorem, který v posledních dvou stoletích ovlivnil zastoupení borovice lesní ve středoevropských lesích, se však stal člověk v souvislosti se vznikem organizovaného lesního hospodářství.

Předmětem této práce, která navazuje na článek autorů uveřejněný v minulém čísle Zpráv lesnického výzkumu, je zhodnocení geografické proměnlivosti sortimentu potomstev dílčích populací borovice lesní na ověřovacích plochách založených v roce 1972. Tyto plochy byly dosud hodnoceny dvakrát, poprvé ve věku 7 let (ŠINDELÁŘ 1980, 1981b), podruhé ve věku 17 let (ŠINDELÁŘ, PÁV, HOFMAN 1991, ŠINDELÁŘ 1992). Pokud jde o druhé hodnocení, které proběhlo na přelomu let 1986 a 1987, byly publikovány údaje o zdravotním stavu, kvantitativních (výškový a tloušťkový růst) a kvalitativních (tvárnost kmene, tloušťka větví) charakteristikách. Vlastním cílem této práce je posouzení všech zkoumaných dílčích populací ve vztahu ke geografickým charakteristikám jejich lokalit původu, které představuje zpřesnění a rozšíření dosavadních informací o proměnlivosti borovice lesní původem z ČR a SR. Tyto poznatky jsou významné z hlediska volby základních souborů výchozích zdrojů reprodukčního materiálu a zpřesňování koncepcí šlechtitelských programů. Výsledky budou zároveň tvořit informační bázi pro porovnání s novým měřením po dvaceti letech, které je v současnosti výzkumným ústavem ve Strnadlech připravováno. S ohledem na chybějící nebo kusé informace, týkající se refugii borovice lesní v pozdní době ledové a směrů



Graf 1b.

Průměrné výšky potomstev ze SR seřazené podle lesních regionů

Average heights of the Slovak Republic Scots pine progenies arranged according to forest regions

Tab. 2.

Klíč číselných kódů lesních regionů, oblastí a podoblastí podle RUBNERA, REINHOLDA (1953), ze kterých pochází materiál vysazený na plochách s borovicí lesní, 2. sloupec - počet zastoupených dílčích populací

Key of numerical codes of forest regions, zones and subzones according to RUBNER, REINHOLD (1953), from which originates material having been planted on experimental plots with Scots pine (2nd column – number of represented partial populations)

Středočeský region bukodubových lesů/Central Bohemian region with beech-oak forests		
3.03.1	Středoevropská borová oblast – dubo-borová podoblast/Central European pine area – oak-pine subarea	3
3.05.1	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – sudetská podoblast/Hercynian-Sudeten area with mixed mountainous forest – Sudeten subarea	10
3.05.4	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – jihohercynská podoblast/Hercynian-Sudeten area with mixed mountainous forest – South Hercynian subarea	11
3.06.0	Plzeňská pánev/Plzeň basin	3
3.07.0	Středočeská pahorkatina/Central Bohemian Highland	12
3.11.0	České Polabí/Czech Elbe area	11
3.12.0	Vnitročeská pahorkatina/Inner Bohemian Highland	8
3.13.0	Českomoravská vrchovina s jižním předhořím/Bohemian-Moravian Highland with southern foothills	29
3.14.0	Dražanská vrchovina se severním okrajem/Dražanská Highland with northern margin	7
Východoevropský a jihovýchodoevropský region dubobukových lesů/Eastern European and South-Eastern European region with oak-beech forests		
6.06.1	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – východní podoblast/Beech-fir-spruce area of north Carpathians - eastern subarea	4
6.06.3	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – západní Beskydy/Beech-fir-spruce area of north Carpathians – western Beskydy Mts.	1
6.06.4	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – tatranská podoblast/Beech-fir-spruce area of north Carpathians - Tatras subarea	4
6.07.0	Slovenské Karpaty/Slovak Carpathians	13
6.13.0	Jižní předhoří slovenských Karpat/South Foothills of Slovak Carpathians	10

Legenda ke kódu: 1. číslo = region (v originálu značen římskou číslicí); 2. číslo = oblast; 3. číslo = podoblast (v originálu značena malým písmenem)

Legend code: 1st number = region (originally indicated by Roman digit); 2nd number = area; 3rd number = subarea (originally indicated by small letter)

Tab. 3.

Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů pro soubory PLO a LVS

Average values of tested characteristics for groups according to natural forest areas and forest vegetation zones

	Výška/Height [m]	D _{1,3} /D.B.H. [cm]	Tvárnost kmene/ Stem form	Tloušťka větví/ Thickness of branches	Zdravotní stav/ Vitality
PLO/Natural forest area					
3	6,7	6,4	1,749	1,387	1,183
6	7,1	6,9	1,701	1,471	1,186
9	6,7	6,2	1,691	1,478	1,319
10	6,9	6,7	1,803	1,509	1,197
11	5,9	5,7	1,698	1,448	1,345
12	7,0	6,6	1,752	1,447	1,187
13	7,1	6,9	1,755	1,448	1,187
15	6,7	7,0	1,730	1,490	1,200
16	6,8	6,7	1,862	1,538	1,296
17	6,9	6,5	1,810	1,514	1,185
18	6,7	6,6	1,822	1,511	1,177
23	7,1	6,9	1,780	1,546	1,148
24	6,9	6,4	1,752	1,482	1,277
28	6,3	5,6	1,674	1,333	1,193
29	6,2	5,5	1,797	1,449	1,138
30	6,2	6,2	1,837	1,483	1,254
31	6,9	6,7	1,815	1,590	1,346
32	7,0	6,9	1,730	1,536	1,276
33	6,4	6,1	1,819	1,521	1,294
35	6,7	6,4	1,767	1,534	1,256
36	6,4	6,1	1,908	1,466	1,444
38	6,3	6,2	1,841	1,526	1,250
LVS/Forest vegetation zone					
1	6,8	6,5	1,796	1,518	1,228
2	6,4	6,2	1,786	1,515	1,262
3	6,7	6,5	1,789	1,501	1,246
4	6,8	6,7	1,799	1,483	1,204
5	6,4	6,1	1,768	1,502	1,305
6	7,1	7,0	1,707	1,461	1,168

jejího následného šíření, nelze však proměnlivost populací podle jejich původu posoudit s takovou spolehlivostí, jako je to možné např. u smrku ztepilého nebo jedle bělokoré.

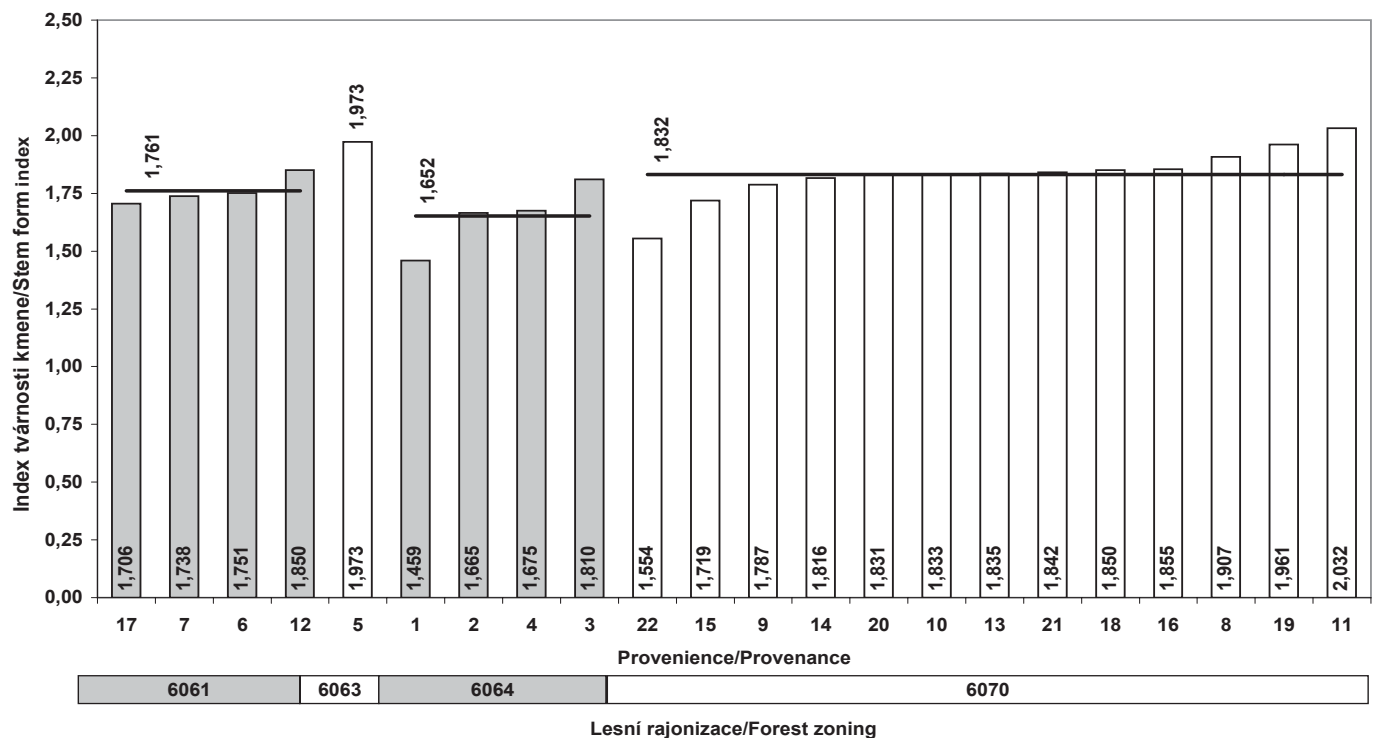
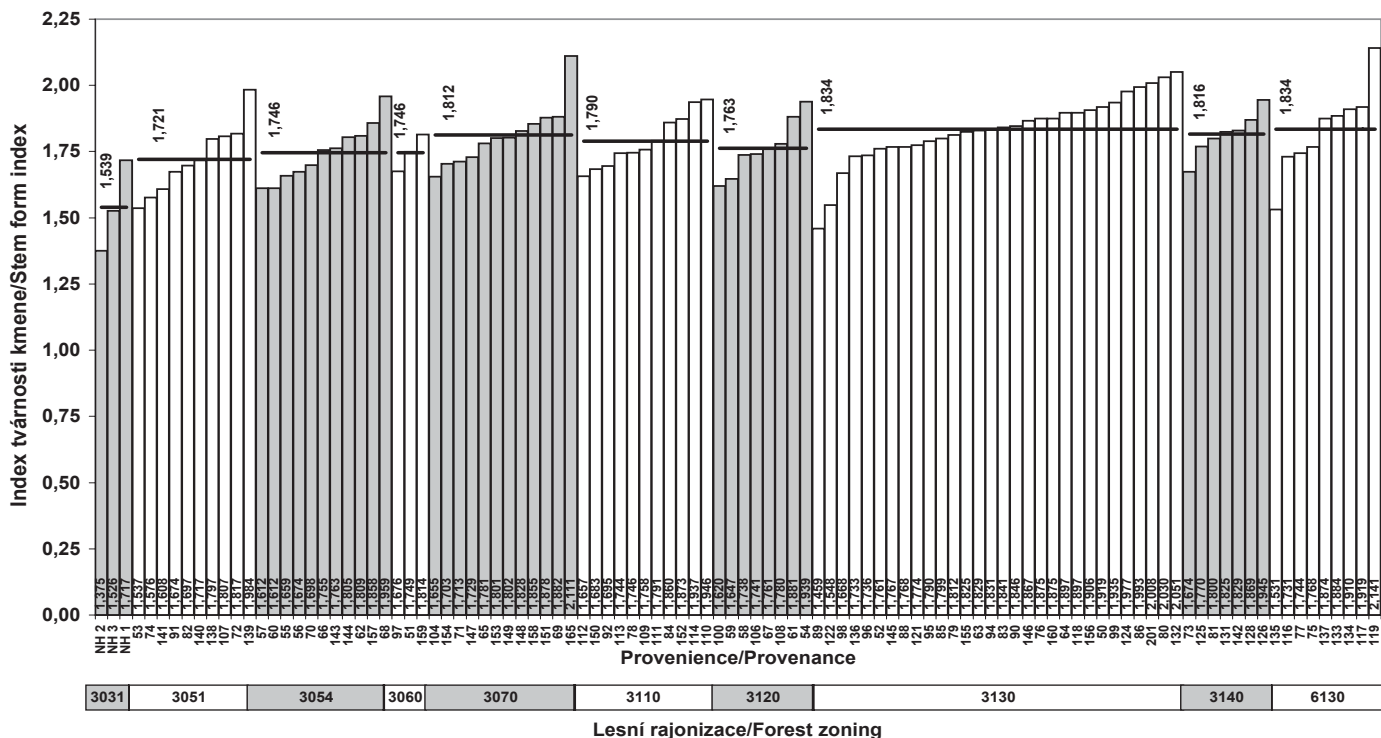
MATERIÁL A METODIKA

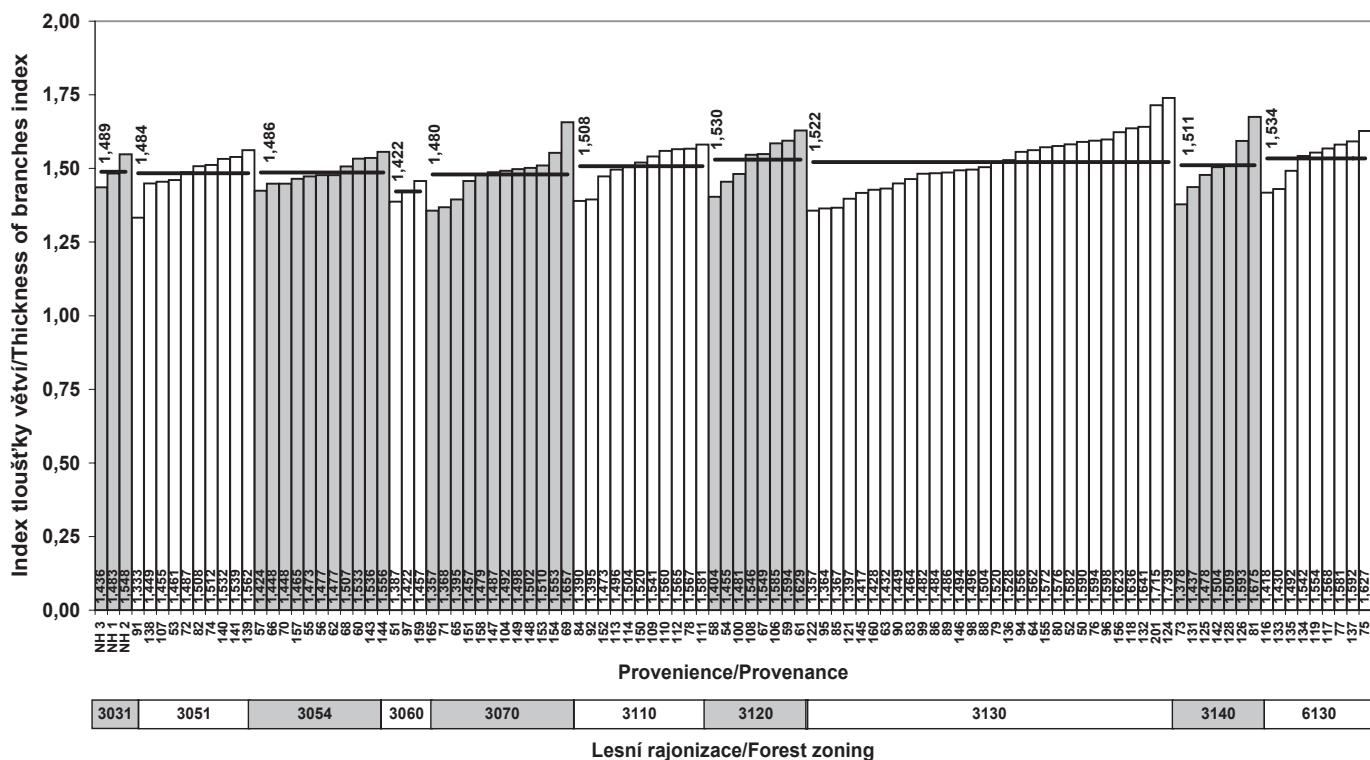
Předmětem studia je sortiment borovice lesní vysazený v roce 1972 na plochách č. 47 – Mělník, Dvorce, č. 48 – OÚ Horosedly, Háj, č. 49 – Nové Hradky, Jakule, č. 74 – SLTŠ Písek, Hůrka a č. 75 – Jindřichův Hradec, Kolence. Charakteristiky výzkumných ploch jsou uvedeny v tabulce 1.

Na ověřovacích plochách se nacházejí potomstva 126 uznaných porostů borovice lesní z různých přírodních lesních oblastí (PLO) České republiky, počínaje západočeskou pahorkatinou až po Bílé Karpaty a Vizovické vrchy. Charakteristika potomstev byla uvedena v minulém čísle tohoto periodika. S ohledem na dřívější existenci

Československé socialistické republiky byl do sortimentu zahrnut i relativně reprezentativní materiál ze Slovenska. Pro ověřovací výsadby byly voleny většinou vybrané uznané jednotky fenotypové třídy B. Osivo z porostů fenotypové třídy A tehdy nebylo k dispozici, mimo jiné z části i proto, že v době přípravy pokusných výsadeb nebyly porosty této kategorie většinou ještě vylišeny a uznány. Na výzkumných plochách byly se zřetelem na jejich disponibilní výměry vysazeny různé počty potomstev, vesměs metodou dvojité mříže na parcelách ve čtyřech opakováních. Potomstva každé uznané jednotky byla zastoupena počtem 200 kusů sazenic (50 sazenic na parcele ve sponu 1,4 x 0,7 m). V předkládaném sdělení jsou uvedeny a z hlediska proměnlivosti interpretovány výsledky hodnocení výškového růstu, výčetních tloušťek, tvárnosti kmene, tloušťky větví a vitality, resp. zdravotního stavu ve věku 17 let. Bonitační třídy kvalitativních charakteristik byly následující (tvárnost kmene: 1 – kmen zcela přímý, 2 – slabě v jednom směru zakřivený, 3 – silně zakřivený;

Provenience/Provenience	Lesní rajonizace/Forest zoning	Průměrná d _{1,3} / Average D.B.H. [cm]
3031	NH 1	8.47
3031	NH 2	8.15
3031	NH 3	7.84
3031	NH 4	7.73
3031	NH 5	7.42
3031	107	7.01
3031	140	6.86
3031	53	6.46
3031	81	6.20
3031	138	5.51
3031	72	5.51
3031	174	5.32
3031	160	7.25
3031	68	7.18
3031	55	7.06
3031	144	7.04
3031	156	6.97
3031	62	6.49
3031	57	6.47
3031	56	6.33
3031	159	5.71
3031	97	6.50
3031	51	6.35
3031	165	7.01
3031	145	6.98
3031	104	6.91
3031	148	6.77
3031	158	6.68
3031	124	6.62
3031	153	6.54
3031	147	6.39
3031	71	6.20
3031	169	6.08
3031	113	7.03
3031	150	6.95
3031	109	6.90
3031	112	6.72
3031	84	6.44
3031	152	6.29
3031	111	6.51
3031	114	5.44
3031	54	5.18
3031	61	7.20
3031	59	7.16
3031	108	6.90
3031	107	6.77
3031	58	5.79
3031	106	5.49
3031	80	7.97
3031	50	7.29
3031	145	7.08
3031	163	6.98
3031	124	6.97
3031	148	6.87
3031	98	6.81
3031	122	6.80
3031	152	6.79
3031	190	6.75
3031	201	6.63
3031	136	6.59
3031	155	6.54
3031	132	6.50
3031	86	5.74
3031	89	5.71
3031	88	5.68
3031	94	5.64
3031	76	5.32
3031	99	5.29
3031	85	5.24
3031	95	5.14
3031	150	5.06
3031	156	5.00
3031	126	7.51
3031	142	7.32
3031	131	6.90
3031	131	5.70
3031	173	5.47
3031	125	5.47
3031	133	7.77
3031	119	6.77
3031	117	6.59
3031	137	6.29
3031	146	6.27
3031	135	5.22
3031	75	5.04
3051		
3054		
3060		
3070		
3110		
3120		
3130		
3140		
6130		





Graf 4a.

Průměrné tloušťky větví potomstev z ČR seřazené podle lesních regionů

Average thickness of branches of the Czech Republic Scots pine progenies arranged according to forest regions

tloušťka větví: 1 – větve jemné, 2 – středně hrubé, 3 – hrubé; vitalita: 1 – plně vitální, 2 – vitalita mírně snížena, 3 – vitalita značně snížena). Za snížení vitality byla považována zejména ztráta starších ročníků jehlic (ŠINDELÁŘ, PÁV, HOFMAN 1991).

Hodnocení pěti výzkumných ploch je provedeno z hlediska proměnlivosti na základě fytogeografických regionů evropských lesů (RUBNER, REINHOLD 1953). Byla též posuzována potomstva jednotek místního původu se zřetelem k lokalitě výsadby. Na 4 plochách je zastoupeno vždy jedno místní potomstvo v užším smyslu, tj. ze stejné lokality nebo aspoň ze stejné lesní správy. Jde o potomstvo 149 – Písek, Ostrovec na ploše č. 48, dále NH₃ – Nové Hradky, Jakule na ploše č. 49, potomstvo 165 – Písek, Hůrky-Obůrka na ploše č. 74 a potomstvo 53 – Jindřichův Hradec, Kolence na ploše č. 75. Dalšími sledovanými otázkami byly vztahy přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů stanovišť mateřských porostů, resp. jejich nadmořské výšky k proměnlivosti potomstev. Posouzení variability na základě regionálních populací (ekotypů) borovice lesní podle SVOBODY (1953) bylo publikováno v minulém čísle Zpráv lesnického výzkumu.

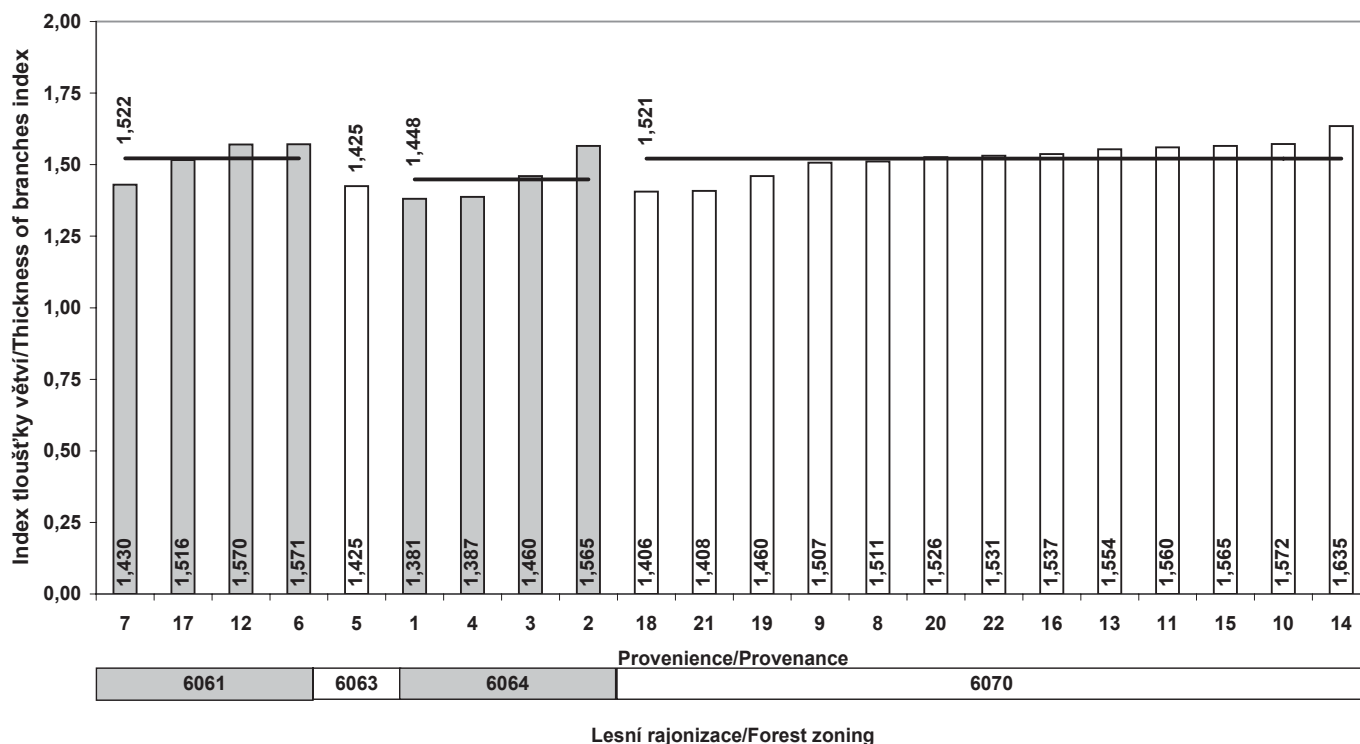
Výsledky měření a hodnocení byly zpracovány běžnými postupy matematicko-statistické analýzy (analýza variance, lineární regrese, korelační počet) (ŠINDELÁŘ et al. 2007).

Podrobnější informace a grafické přehledy, které nebylo možno vzhledem k rozsahovým možnostem do příspěvku začlenit, lze nalézt v dílčí závěrečné zprávě (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, NOVOTNÝ 2005). Příslušnost ověřovaných jednotek k přírodním lesním oblastem, resp. lesním vegetačním stupňům je možno zjistit z přílohy článku v minulém čísle tohoto časopisu, hodnoty jednotlivých charakteristik pro konkrétní provenience pak z grafů 1a – 5b.

VÝSLEDKY

Podle výsledků šetření na výzkumných plochách na základě pěti charakteristik posuzovaných podle regionů, oblastí a podoblastí evropských lesů (tab. 1, grafy 1a – 5b) byla proměnlivost ve všech zkoumaných znacích zřetelná, zvláště výrazná pak u tloušťkového růstu. Méně patrná byla variabilita u okulárně posuzovaných kvalitativních znaků. Synteticky bylo se zřetelem na všechny sledované charakteristiky možno zvláště pozitivně hodnotit soubor potomstev v rámci jednotky 3.03.1 – Středočeský region bukodubových lesů, středoevropská borová oblast, dubo-borová podoblast, dále komplex dílčích populací v rámci jednotky 3.05.4 – Středočeský region bukodubových lesů, oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského, jihohercynská podoblast a dílčí soubor 3.12.0 – Středočeský region bukodubových lesů, vnitročeská pahorkatina. Zřetelně hůře byly hodnoceny soubory potomstev v rámci jednotek 3.13.0 – Středočeský region bukodubových lesů, Českomoravská vrchovina s jižním předhořím, 3.14.0 – Středočeský region bukodubových lesů, Dražanská vrchovina se severním okrajem a dále 6.13.0 – Východoevropský a jihovýchodoevropský region dubobukových lesů, jižní předhoří slovenských Karpat.

V další fázi byla zkoumána proměnlivost populací borovice lesní původem z České republiky a ze Slovenska. Pokud jde o kvantitativní znaky, vykazovaly průměrné hodnoty výšek obou početně značně rozdílných souborů potomstev z ČR a SR pouze nepatrné pozitivní difference (3 %) ve prospěch potomstev uznaných jednotek z České republiky (grafy 1a, b). Pokud jde o výčetní tloušťky (grafy 2a, b), byly průměrné hodnoty prakticky shodné. Výrazné rozdíly se projeví ve variačních šířkách hodnot. U početnějšího souboru proveniencí z České republiky byla úroveň této veličiny ve srovnání



Graf 4b.

Průměrné tloušťky větví potomstev ze SR seřazené podle lesních regionů

Average thickness of branches of the Slovak Republic Scots pine progenies arranged according to forest regions

se slovenskými potomstvy značně větší a přesáhla jak maximální, tak minimální hodnoty souboru jednotek ze SR.

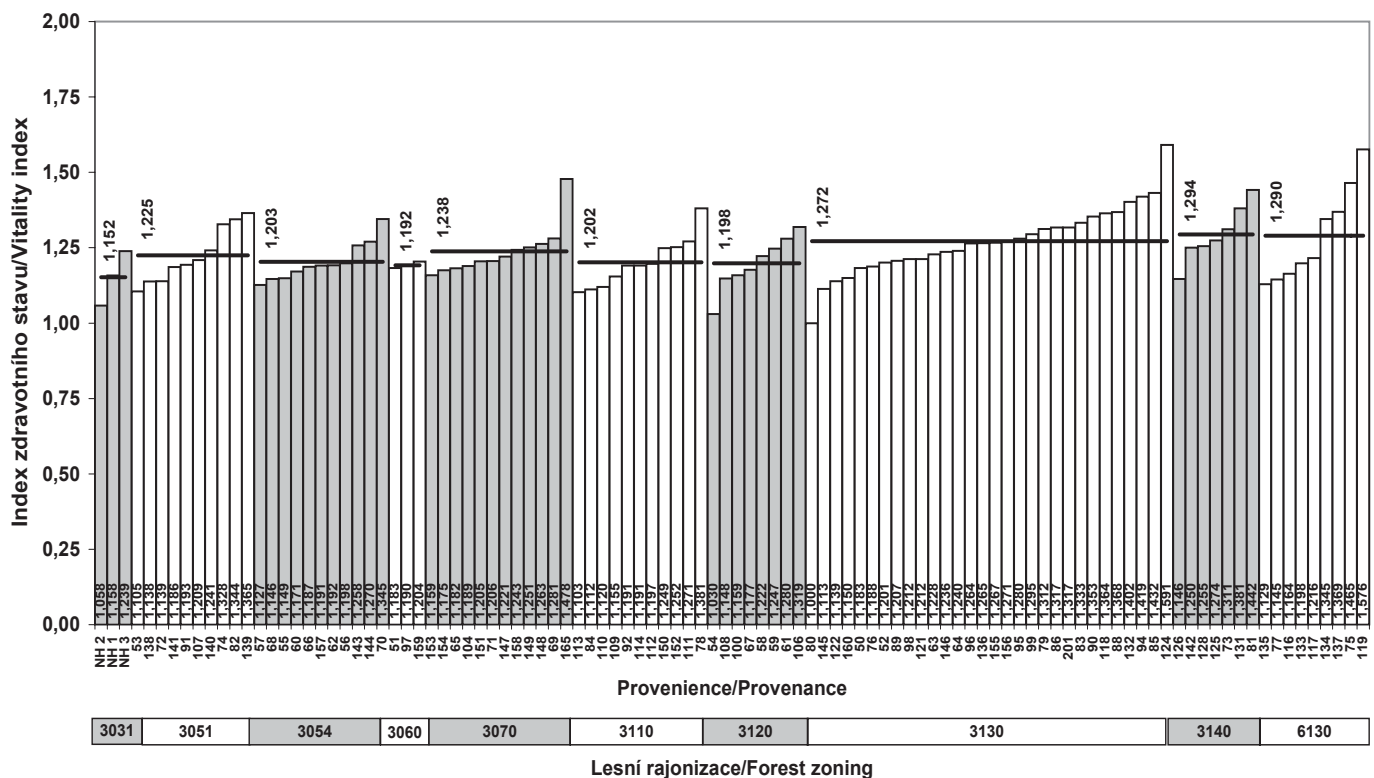
Shodnost, popřípadě malá rozdílnost průměrných hodnot veličin byla patrná i u charakteristik kvalitativní povahy, tj. tvárnosti kmene, tloušťky větví a zdravotního stavu. I zde bylo možno konstatovat výrazně větší variační šířku veličin u jednotek z České republiky (grafy 3a - 5b).

Výsledky orientačního posouzení místních populací v užším smyslu (4 jednotky vysazené na 4 výzkumných plochách) lze zevšeobecnit konstatováním, že v průměrných výškách a průměrných výčetních tloušťkách až na jedinou výjimku (výška a výčetní tloušťka na ploše č. 49 – Nové Hradky, Jakule) převyšovaly na výzkumných plochách průměrné hodnoty celých sortimentů proveniencí. Pokud jde o tvárnost kmene, tloušťku větví a zdravotní stav, pak až na výjimky za průměrnými hodnotami celých pokusů zaostávaly. Dílčí populace místního původu v užším smyslu tedy vykazovaly ve srovnání s průměrnými hodnotami celých pokusů značnou proměnlivost a nelze je tak ve všech případech považovat z hospodářského hlediska za nejhodnotnější. Zvláštní pozornost vyžaduje skutečnost, že zdravotní stav potomstev místních dílčích populací, který by bylo možno považovat za významné kritérium adaptační schopnosti na lokální podmínky prostředí, nebyl ve většině případů klasifikován příznivěji než průměr celých sortimentů jednotlivých pokusů. Zjištěná fakta mohou být do určité míry podmíněna malým, tedy relativně nereprezentativním počtem jednotek místního původu, dále mladým věkem zkoumaných výsadeb a rovněž již zmíněnou skutečností, že se nemusí ve všech případech jednat o autochtonní, nýbrž i o kulturní populace, zavedené v minulosti na lokality v blízkosti výzkumných ploch.

Také na základě analýzy růstu potomstev místních uznaných jednotek v širším smyslu bylo možno konstatovat značnou proměnlivost ve srovnání s průměry všech jednotek. V řadě případů byly ve srovnání s průměrnými hodnotami pokusů u některých charakteristik zjištěny příznivější ukazatele, v jiných případech tomu bylo naopak. Z výsledků výzkumu nelze zatím potvrdit platnost hypotézy o obecné pozitivitě všech zkoumaných ukazatelů (včetně zdravotního stavu) v souvislosti k jejich předpokládané adaptaci na místní podmínky prostředí. Tato skutečnost může být do jisté míry ovlivněna faktory, které již byly stručně zmíněny v souvislosti s analýzou místních jednotek v užším smyslu. I v těchto případech může hrát roli fakt, že některé jednotky nejsou autochtonní. Určitý význam může mít také již zmíněný juvenilní věk sledovaných potomstev a dále i celkový sortiment proveniencí na jednotlivých plochách, sloužící jako porovnávací kritérium. Zvláště na plochách s menším počtem proveniencí nemusí být soubor zastoupených dílčích populací z hlediska podmínek pro území bývalé ČSSR dostatečně reprezentativní.

Proměnlivost průměrných výšek souborů dílčích populací pocházejících z ČR posuzovaná na základě přírodních lesních oblastí nebyla příliš výrazná (interval 5,9 až 7,1 m), viz tabulku 3. Extrémní veličiny představovaly průměrné hodnoty potomstev z PLO 11 – Český les jako minimum a z PLO 23 – Podkrkonoší jako maximum. Obdobné trendy variability byly patrné i u výčetních tloušťek v mezích 5,5 až 7,0 cm.

Poměrně málo variabilní byly i průměrné hodnoty kvalitativních znaků, nejvýraznější proměnlivost tvárnosti kmene, relativně malá pak tloušťky větví a zdravotního stavu. Značná až překvapivě vysoká však byla variabilita mezi charakteristikami posuzovaných



Graf 5a.

Průměrná vitalita potomstev z ČR seřazená podle lesních regionů

Average vitality of the Czech Republic Scots pine progenies arranged according to forest regions

dílčích populací v rámci souborů jednotlivých PLO. Velmi vysoká byla zvláště u výškového růstu, z kvalitativních znaků pak u tvárnosti kmene a částečně i u tloušťky větví. Méně výrazná byla individuální proměnlivost u tloušťkového růstu a zdravotního stavu. Uvedené skutečnosti naznačují, že dílčí populace borovice lesní jsou i v rámci jednotlivých PLO značně heterogenní, což platí zejména pro případy početnějších souborů.

Na základě provedené analýzy bylo možno přibližně charakterizovat zejména větší soubory dílčích populací na bázi přírodních lesních oblastí. Pozitivně byl jako celek hodnocen relativně početný soubor dílčích populací z PLO 15 – Jihočeské pánve. Materiál ve srovnání s průměrem celého pokusu vynikal ve všech zkoumaných ukazatelích, tj. ve výškovém i tloušťkovém růstu a ve všech kvalitativních znacích. Pokud jde o kvantitativní charakteristiky, bylo možno pozitivně hodnotit i soubor dílčích populací z PLO 32 – Slezská nížina. Podprůměrným výškovým a tloušťkovým růstem a méně uspokojivou úrovní kvalitativních znaků se naproti tomu ve zkoumané růstové fázi vyznačovaly soubory dílčích populací z PLO 30 – Drahanská vrchovina a 33 – Předhoří Českomoravské vrchoviny. Průměrnými ukazateli kvantitativní povahy a relativně nízkou, zřetelně podprůměrnou úrovní kvalitativních znaků pak byly charakteristické např. soubory potomstev z PLO 17 – Polabí (s výjimkou dobré vitality), 16 – Českomoravská vrchovina a 35 – Jihomoravské úvaly. Z hlediska všech sledovaných veličin bylo možno jako průměrnou označit relativně početnou skupinu potomstev z PLO 10 – Středočeská pahorkatina.

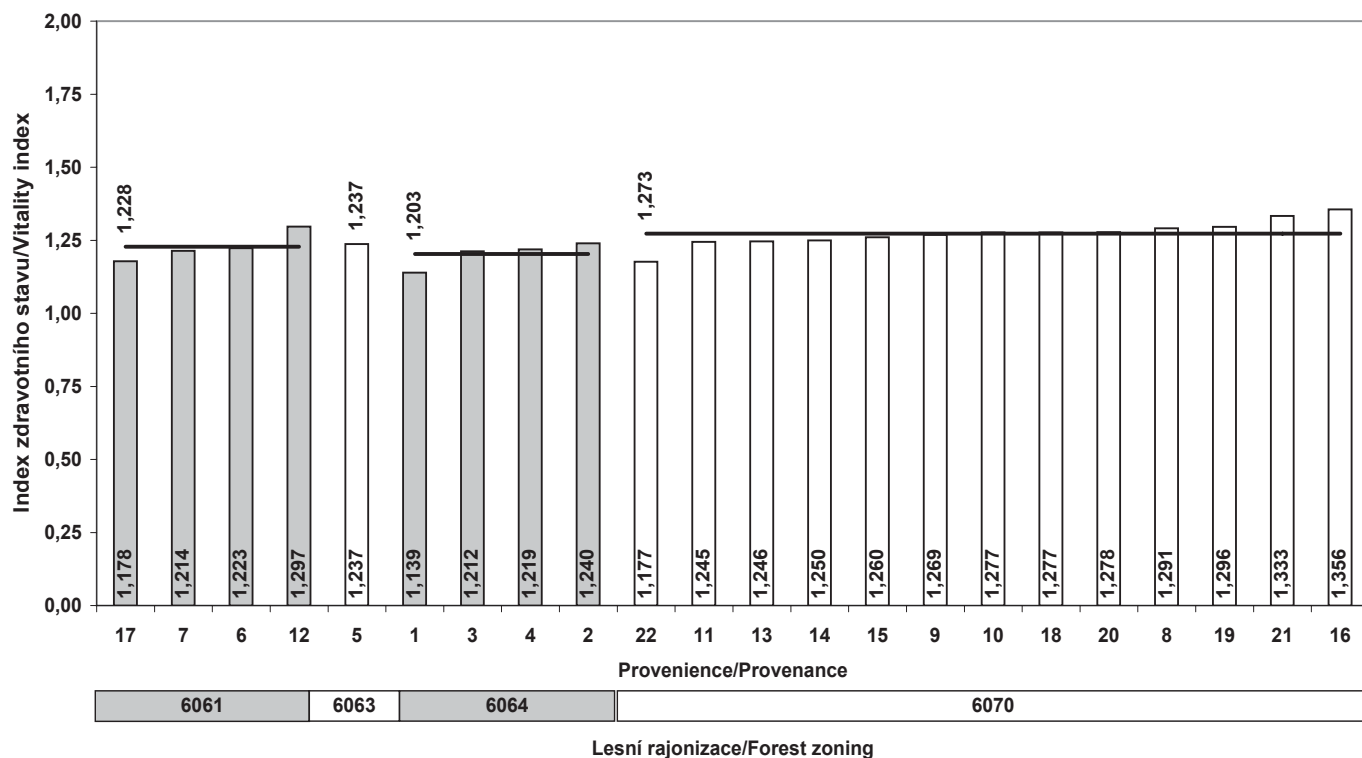
Proměnlivost potomstev borovice lesní se zřetelem na stanoviště mateřských porostů v jednotlivých LVS (tab. 3) bylo možno stručně charakterizovat následovně. Variabilita byla jak v kvan-

titativních charakteristikách, tak i ve znacích kvalitativní povahy poměrně malá. Průměrné hodnoty sledovaných veličin, kalkulované pro soubory jednotlivých LVS, nevykazovaly jednoznačné směrové tendence variability. Značnou roli v tomto směru hraje skutečnost, že v rámci souhrnné analýzy jsou hodnocena potomstva mateřských porostů z relativně značného počtu přírodních lesních oblastí s proměnlivými ekologickými podmínkami. Teprve analýza vlivu LVS v rámci vybraných PLO s početnějším sortimentem potomstev naznačila teoreticky předpokládaný pokles výškového růstu ve směru od nižších k vyšším LVS. V rámci souhrnného hodnocení byla u všech pěti sledovaných charakteristik zjištěna vesměs výrazná individuální proměnlivost v rámci souborů jednotlivých LVS.

Výsledky provedených analýz vztahů sledovaných charakteristik potomstev borovice lesní k nadmořské výšce stanovišť mateřských porostů dokládají statistickou nevýznamnost těchto závislostí. Tato skutečnost je logicky souznačná s informacemi, které byly získány rozбором dat na základě seskupování podle lesních vegetačních stupňů. Vedle skutečností, které byly zmíněny v souvislosti s analýzou podle LVS, může mít na hodnotu korelačních koeficientů a průběh regresních přímek do určité míry vliv i relativně malá početnost potomstev porostů rostoucích ve větších nadmořských výškách (přibližně od 500 m n. m. výše).

DISKUSE A ZÁVĚR

Jak již bylo zmíněno v části orientované na přírodní lesní oblasti, může být významnou příčinou těchto výsledků skutečnost, že na území ČR je značný, v řadě oblastí převážný podíl borovice lesní kulturního původu. V této souvislosti mohl být v minulosti při obnově lesních



Graf 5b.

Průměrná vitalita potomstev ze SR seřazená podle lesních regionů

Average vitality of the Slovak Republic Scots pine progenies arranged according to forest regions

porostů na řadě lokalit uplatňován reprodukční materiál z odlišných, často i zcela nevhodných podmínek prostředí. Další významnou příčinou může být větší či menší variabilita ekologických poměrů v rámci lesních vegetačních stupňů. S ohledem na uvedené skutečnosti je i z hlediska vlivu lesních vegetačních stupňů na proměnlivost populací borovice lesní žádoucí soustavné ověřování vybraných uznaných jednotek testy potomstev s cílem využívat k další reprodukci přednostně ty mateřské porosty, jejichž potomstva se na ověřovacích plochách osvědčila. Dalším předpokladem pozitivních výsledků hospodaření je podle podmínek vhodně diferencovaná rajonizace uplatňování lesního osiva a sazenic.

Získané informace na základě regionů, oblastí a podoblastí evropských lesů mají spíše teoretický charakter. Jsou významné pro posouzení borovice lesní z hlediska proměnlivosti v rámci evropské části areálu této dřeviny. Aplikací význam pro prakticky orientované lesní hospodářství v České republice mohou mít spíše poznatky o variabilitě na základě předpokládaných ekotypů, přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů.

Teoretický předpoklad, že potomstva „místního“ původu by měla se zřetelem na adaptaci na místní podmínky prostředí vykazovat optimální zdravotní a růstové charakteristiky, nebylo možno pozorováním ve věku 17 let jednoznačně prokázat.

Soubory potomstev porostů v rámci jednotlivých přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů jsou ve všech sledovaných charakteristikách značně proměnlivé a nelze je tedy většinou považovat za materiál z hlediska genekologického homogenní. Jednotlivé porosty je proto nutno v rámci semenářsko-šlechtitelské praxe uznávacího řízení ke sklizni semenného materiálu posuzovat individuálně.

Pro přenos osiva a sazenic lesních dřevin jsou v současné době v platnosti ustanovení vyhlášky MZe č. 139/2004 Sb. Tato vyhláška navazuje na ustanovení platná v minulosti, zejména na vyhlášku MZe č. 82/1996 Sb., resp. Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos (1988). Zásady pro uznávání, zabezpečení a vhodnou volbu reprodukčního materiálu byly v jednotlivých etapách vývoje vždy zpracovány na základě disponibilních vědeckých poznatků a praktických zkušeností. Platná ustanovení o volbě vhodných zdrojových populací pro reprodukci a rajonizaci osiva a sazenic lesních dřevin jsou v ČR, podobně jako v řadě dalších zejména středoevropských zemí, komplikována skutečností, že původní populace lesních dřevin jsou do značné míry nahrazeny kulturními populacemi, vesměs neznámého původu. Řada porostů zejména druhé a třetí generace tak může mít hybridní charakter.

Zjištěné skutečnosti naznačují, že předpoklad, na němž je založen princip možné volby reprodukčního materiálu z hlediska uznávání jednotek v rámci PLO, není z teoretického hlediska zcela korektní. Značná proměnlivost uznaných jednotek z jedné a téže přírodní lesní oblasti je podmíněna různorodostí ekologických podmínek v rámci dané PLO a s tím spojeným přirozeným výběrem méně než tím, že jde ve velkém počtu případů o kulturní populace různého původu, které byly v minulosti v období posledních dvou století v rámci umělých obnov lesních porostů v jednotlivých PLO uplatňovány. I když základní ustanovení o rajonizaci reprodukčního materiálu v lesním hospodářství založená na principu přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů by zatím nebylo vhodné se zřetelem na existenci určitých podílů autochtonních populací obecně zpochybňovat, lze s ohledem na zjištěné skutečnosti konstatovat účel-

nost a naléhavost ověřování vybraných uznaných jednotek lesních dřevin testy potomstev. Tento postup, který lze označit jako metodu prakticky orientovaného šlechtění, může identifikovat z hlediska lesního hospodářství zvláště hodnotné populace lesních dřevin, které by měly být přednostně využívány jako zdroje reprodukčního materiálu pro obnovu lesních porostů a zalesňování v odpovídajících podmínkách. To by mohlo z hlediska potřeb lesního hospodářství představovat určitý pokrok se zřetelem na stabilitu a kvantitativní, resp. kvalitativní produkci lesů. Pozitivně lze také hodnotit skutečnost, že se v lesním hospodářství České republiky v souladu s ustanoveními Evropské unie s pracemi tohoto charakteru v posledních dvou desetiletích začalo a je žádoucí, aby se v nich v širším rozsahu pokračovalo i nadále. Výsledky pozorování na výzkumných plochách zatím také nenaznačují nutnost změn nebo úprav platných ustanovení o uznávání porostů ke sklizni semenného materiálu a specificky pro borovici lesní nepotvrzují rovněž oprávněnost ustanovení pro vertikální přenos reprodukčního materiálu (možnost přenosu mezi prvním až čtvrtým LVS) bez omezení. Za vhodnější lze považovat úpravu, která byla formulována v rámci dnes již zrušené vyhlášky č. 82/1996 Sb.

Další periodická hodnocení ověřovacích ploch, která jsou žádoucí v intervalu pěti až deseti let, mohou přinést další informace umožňující spolehlivější posuzování. Vzhledem k rozlámání těžkým sněhem na začátku roku 2006 však již zřejmě nebude možno uskutečnit další měření na experimentálních plochách č. 49 – Nové Hradky, Jakule a č. 75 – Jindřichův Hradec, Kolence. Převážně kulturní původ ověřovaných uznaných jednotek a značná proměnlivost potomstev naznačuje, že další směr výzkumu bude nutno orientovat na jednotlivé vhodně vybrané dílčí populace. Teprve jejich ověření formou srovnávacích výsadby a dalšími metodami může přinést spolehlivější poznatky o geneticky podmíněné hodnotě těchto jednotek a o možnostech jejich dalšího využívání jako zdrojů ověřených pro potřebu lesnické praxe.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu NPV 1G46093 „Využití šlechtitelských metod při testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin“ a výzkumného záměru MZe 0002070202.

LITERATURA

- BERTSCH, K.: Geschichte des deutschen Waldes. Jena, Gustav Fischer 1951. 118 s.
- FIRBAS, F.: Waldgeschichte Mitteleuropas. 1. Band. Jena, Gustav Fischer 1949. 480 s.
- FIRBAS, F.: Waldgeschichte Mitteleuropas. 2. Band. Jena, Gustav Fischer 1952. 256 s.
- KAŇÁK, J., NÁROVCOVÁ, J.: Proměnlivost borovice lesní. Lesnická práce, 83, 2004, č. 8, s. 422-423.
- KAŇÁK, K.: Preliminary report on the Scots pine provenances growing at Bolevec. Sborník IUFRO WP "Genetics of Scots pine" Sept. 1974 Kórník-Warszawa.
- KAŇÁK, K.: Provenienční studie s borovicí lesní v českých zemích. In: Provenienční výzkum lesních dřevin. Sborník referátů z konference, Praha, ČSSR 9. - 11. 10. 1979, 321 s. Praha, VÚLHM-ČSAZ 1980. s. 83-104.
- NEUHÄUSLOVÁ, Z. et al.: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia 1998. 341 s., mapa.
- RUBNER, K., REINHOLD, F.: Das natürliche Waldbild Europas. Hamburg, Berlin, P. Parey Verlag 1953. 288 s.
- Směrnice pro uznávání a zabezpečení zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin a pro jeho přenos. Praha, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČSR 1988. 22 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J.: První výsledky ověřování porostů borovice lesní – uznávaných ke sklizni osiva – testy potomstev. Lesnická práce, 59, 1980, č. 6, s. 260-269.
- ŠINDELÁŘ, J.: Přehled provenienčních a ověřovacích ploch s borovicí lesní *Pinus sylvestris* L. v ČSSR a československých dílčích populací na plochách vysázených – stav k 1. 1. 1980. Zprávy les. výzkumu, 26, 1981a, č. 1, s. 6-12.
- ŠINDELÁŘ, J.: Výškový růst a některé morfologické vlastnosti koruny borovice lesní *P. sylvestris* L. z ČSSR v juvenilním stadiu vývoje. Práce VÚLHM, 58, 1981b, s. 65-90.
- ŠINDELÁŘ, J.: Proměnlivost borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na území České a Slovenské republiky z hlediska rajonizace reprodukčního materiálu. Lesnický průvodce, 1992, č. 2, 58 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: Proměnlivost borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na území České republiky (s přihlédnutím k populacím ve Slovenské republice) na základě geografických charakteristik míst původu. Samostatný realizační výstup výzkumného projektu NPV 1G46093 „Využití šlechtitelských metod při testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin“. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 2005. 74 s., přílohy.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: Příspěvek k charakteristikám regionálních populací – ekotypů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v České republice. Zprávy les. výzkumu, 52, 2007, č. 2, s. 148-159.
- ŠINDELÁŘ, J., PÁV, B., HOFMAN, V.: Brief survey of new findings of the variability of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) in the CSFR. Communicationes Instituti Forestalis Cechoslovaca, 17, 1991, s. 7-22.
- VINCENT, G., POLNAR, M.: Pokusné provenienční plochy s borovicí. Práce výzkumných ústavů lesnických v ČSR, 3, 1953, s. 238-278.
- Vyhláška MZe ČR č. 82/1996 Sb., o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 39-54.
- Vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 46, s. 1955-1963.
- Sbírka zákonů České republiky, 2004, č. 46, s. 1955-1963.

The evaluation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progenies variability on the base of geographical characteristics of their original localities

Summary

Scots pine occurrence has endured especially on localities with relatively poor sand soils and on some other extreme sites with skeletal soils, where tree species with high demands on nutrition and water supply could not come across, enough. As for Scots pine decreasing representation in Central Europe forests, there have probably acted partly also climatic changes. As the decisive factor, which has influenced Scots pine representation in Central Europe forests, there should be stressed human activities having been connected with start of organized forest management.

Evaluation of five research plots with progenies of 126 forest stands has been realized with orientation to variability review on the base of European forests' phytogeographical regions (RUBNER, REINHOLD 1953). Progenies of local forest stands have also been evaluated with regards to locality of relevant research plot. As for other questions of interest, relations of natural forest regions (PLO) relevant to maternal forest stands, i. e. relation of their elevation above sea level to progenies variability, were in particular concerned.

In compliance with results of investigation having been realized on the base of five characteristics reviewed according to regions, areas and subareas of European forests, there has been variability found as considerable for all investigated traits, especially about D. B. H. evaluation. As less apparent variability, it has been found in case of qualitative characteristics, which have been assessed by ocular estimation. With regards to all investigated traits and characteristics, it was possible to especially positively evaluate set of progenies in frame of units 3.03.1., 3.05.04 and 3.12.0. (according to above mentioned European forests' phytogeographical regions characterized by RUBNER et REINHOLD /1953/). Notably worse results have been obtained in case of evaluation of set of progenies in frame of units 3.13.0, 3.14.0 and 6.13.0.

Average heights variability in case of partial populations originated from the Czech Republic and having been evaluated on the base of natural forest regions, has not been found as too considerable (interval 5.9 – 7.1 m). As for extreme variables, there have been found average values of progenies originated from PLO 11 – Český les (Bohemian Forest) as minimum, and from PLO 23 – Podkrkonoší as maximum. Also, similar trends of variability have been apparent in case of D. B. H. evaluation, in limits 5.5 – 7.0 cm.

Variability of Scots pine progenies, with regards to site conditions of maternal forest stands in individual altitudinal vegetation zones, has been found as relatively low, as for both qualitative and quantitative traits and characteristics evaluation. Average values of investigated variables, having been calculated for sets of individual altitudinal vegetation zones, have not brought definite directional tendencies of variability.

By investigation of progenies at the age of 17 years, it was not possible, for a while, to definitely certify theoretical presumption, that progenies of "local" origin should be characterized by optimal health and growth characteristics, with regards to their adaptation to local site conditions.

Recenzováno

Jan Chládek – Petr Novotný, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

SROVNÁNÍ POTENCIÁLU RŮZNÝCH DRUHŮ PŘÍPRAVNÝCH DŘEVIN PRO VYUŽITÍ V PODMÍNKÁCH IMISNÍ OBLASTI ORLICKÝCH HOR

Various pioneer tree species comparison for utilization in conditions of the Orlické hory Mts. immission area

Abstract

The paper is concerned to potential using of pioneer tree species, suitable for the forest regeneration in summit areas of the Orlické hory Mts. These species were tested in two different types of growing environment (clear-cut area and as underplanting of forest stand). Total height, D.B.H. and health status of nine forest tree species have been evaluated. Both assimilatory organs and soil samples for laboratory analyses have been also collected. On the base of obtained results, the status of every tested tree species was described from points of view, mentioned above.

Klíčová slova: přípravné dřeviny, imise, dendrometrická měření, půdní vlastnosti, listové analýzy

Key words: pioneer tree species, immissions, mensurational measurements, soil characteristics, foliar analyses

PROBLÉMY HOSPODAŘENÍ V HORSKÝCH OBLASTECH

V horských oblastech je žádoucí realizovat obnovu lesa v rámci daného ekosystému kontinuálně. Tomuto požadavku je ovšem těžké vyhovět z důvodů stávající druhové a genetické skladby porostů, snížené fruktifikace, omezené kvality semen i v důsledku zhoršených cenotických podmínek stanovišť (zaburvení způsobené silným prosvětlením korun po ztrátě asimilačních orgánů, zhoršené půdní poměry). Největší problémy při obnově lesa vznikají ve stejnorodých a stejnověkových starších smrkových porostech v různém stadiu destrukce. Na exponovaných lokalitách má zásadní význam začít s obnovou před fází rozpadu porostů, přičemž je třeba les obnovovat postupně maloplošným způsobem. Kritická situace pro obnovu nastává například při horní hranici lesa, na exponovaných horských hřebenech nebo na prudkých svazích. V době rozpadu již řízená obnova není možná, neboť hrozí nebezpečí rozvrácení porostů abiotickými činiteli a je proto nutné zavádět alternativní obnovní postupy. Jedním z těchto specifických obnovních postupů jsou podsadby, kterých se u nás i v zahraničí využívá jen v omezeném množství (KRIEGL 2000).

Původním smyslem podsadeb bylo podsunutí nového porostu pod porost dospělý nebo doplnění řídkých porostů vzniklých přirozeným zmlazením. V současnosti se podsadby realizují hlavně na lokalitách, kde je žádoucí vytvoření funkčního dřevinného spodního patra nebo dosažení jiné druhové skladby porostu. Další využití mají v porostech, ve kterých došlo v důsledku jemnějšího obnovního způsobu k rozvolnění zápoje nebo kde horní porostní etáž může příznivě ovlivňovat extrémní podmínky stanovišť pro obnovu. Jedná se zejména o suché a teplé oblasti, kde v podsazeném porostu dojde k poklesu teploty vzduchu. Podsadby nacházejí uplatnění i na lokalitách, kde je úplné odstranění porostů nežádoucí, tj. zejména na stanovištích náchylných k introskeletové erozi, kde porosty zabraňují pohybu sněhu, dále na těžko přístupných místech a rovněž tam, kde mají porosty zvláštní význam z hlediska ochrany přírody (KRIEGL 2000).

PŘEDMĚT VÝZKUMU

V letech 1985 a 1986 byla ve VÚLHM-VS Opočno za účelem získání poznatků o potenciálních možnostech využívání různých druhů dřevin k porostním podsadbám v imisní oblasti Orlických hor založena na lokalitě Malá Deštná dvojice výzkumných ploch. Na těchto plochách byla postupně sledována a hodnocena řada charakteristik (výška sněhové pokrývky, množství látek obsažených ve sněhu, množství živin a síry obsažená v asimilačních orgánech, výška a výčetní tloušťka pokusného materiálu, průměr koruny aj.). První výsledky z obou ploch uveřejnili LOKVENC et VACEK (1991), další hodnocení následně publikoval KRIEGL (2000). Předkládaný příspěvek, který vychází z realizované diplomové práce (CHLÁDEK 2004), přináší zpracování výsledků měření na jedné z ploch v letech 2002 a 2003.

MATERIÁL A METODIKA

Hodnocená výzkumná plocha Malá Deštná, patřící pod Správu Kolowratských lesů, je lokalizována v PLO 25 – Orlické hory ve výšce 1 000 m n. m. Leží ve studeném horském okrsku chladné klimatické oblasti (C1) s průměrnou roční teplotou 4 °C a ročním srážkovým úhrnem 1 200 mm (VESECKÝ et al. 1958). Podklad je tvořen půdním typem kryptopodzol s humusovou formou mor. V rámci lesnické typologie je lokalita řazena do LT zakrslá buková smrčina třtinová (7Z2), z hlediska cílů hospodaření přísluší do HS 01 – mimořádně nepříznivá stanoviště. Na základě ohrožení působením imisí spadá výsadba do pásma B.

Výzkumná plocha je rozdělena do 24 parcel, přičemž zahrnuje dvě různá porostní prostředí. Polovina parcel byla založena na pasece, na zbylých parcelách byla pokusným materiálem usku- tečněna podsadba odumírajícího smrkového porostu (9 A₂, LHP 2001 - 2010) ve sponu 140 x 140 cm. Na každou parcelu o výměře 12,5 x 17 m byl vysazen vždy jeden druh dřeviny. Mezi podsazeným porostem a pasekou byl ponechán izolační pruh o šířce 5 m. Materiál se v obou typech prostředí původně vyskytoval ve dvou opakováních. Po náhradních výsadbách v 90. letech (viz níže) se však sortiment sledovaných druhů zvýšil na 9 (tab. 1), čímž bylo původně pravidelné schéma plochy se dvěma opakováními každé dřeviny narušeno.

Tab. 1.
Přehled použitého sadebního materiálu
Survey of planting stock

Sadební materiál/ Planting stock	Původ/ Provenance	Výsadba/ Planting	Celková výška/ Total height [cm]	Přírůst před výsadbou/ Before planting increment [cm]	Tloušťka koř. krčku/ Root collar diameter [mm]	Sušina nadzemní/ Aboveground dry matter [g]	Sušina kořenů/ Root dry matter [g]	Sušina celkem/ Total dry matter [g]
Smrk ztepilý/ Norway spruce 2/2 RCK	Říčky	1986 léto	33	12,0	7,6	18,03	7,64	25,67
Smrk pichlavý/ Blue spruce 2/3 P	USA	1991 podzim	41	15,2	12,1	99,31	10,96	110,27
Smrk omorika/ Serbian spruce 2/3 P	Jugoslávie	1992 podzim	34	12,5	7,2	18,53	4,08	22,61
Modřín opadavý/ European larch 1/0 P	Orlické hory	1993 jaro	29	28,8	2,3	0,83	0,38	1,21
Modřín opadavý/ European larch 2/0,5 RCK	Krkonoše, Černý důl	1991 léto	45	19,0	5,8	5,40	2,04	7,44
Modřín opadavý/ European larch 2/1 P	Orlické hory	1991 podzim	53	15,7	10,4	22,44	8,46	30,90
Buk lesní/ European beech 2/0,5 RCK	Orlické hory	1991 léto	34	17,3	6,7	5,10	6,69	11,79
Javor klen/ Sycamore maple 1/0 P	Krkonoše	1991 podzim	55	54,0	7,3	6,12	4,32	10,44
Javor klen/ Sycamore maple 1/1 RCK	Orlické hory	1991 podzim	30	-	7,0	3,26	4,93	8,19
Jeřáb ptačí/ Rowan 2/0,5 RCK	Orlické hory	1991 léto	42	22,7	5,4	4,90	3,37	8,27
Bříza bělokorá/ Silver birch 2/1 RCK	Orlické hory	1985 podzim	55	19,4	10,3	9,21	10,83	20,04

Ačkoliv byly plochy chráněny před zvěří dřevěnými oplocenkami, došlo v prvních šesti letech ke značnému poškození výsadeb okusem a vytloukáním. Z tohoto důvodu byly některé druhy odstraněny a v roce 1991, resp. 1993 nahrazeny novou výsadbou. U některých druhů byl ještě navíc použit sadební materiál rozdílného stáří a způsobu pěstování: modřín prostokořený P 1/0; P 2/1, pěstovaný v rašelinocelulózových kelímcích RCK 2/0,5; javor P 1/0; RCK 1/1 (KRIEGEL 2000). Charakteristika sadebního materiálu a termín výsadby jsou zřejmé z tabulky 1.

Výzkumná šetření, která byla na ploše v letech 2002 a 2003 realizována, lze rozdělit do tří kategorií – biometrická měření, hodnocení zdravotního stavu výsadeb, sledování růstových podmínek stanoviště. Na každé parcele bylo hodnoceno maximálně 50 jedinců, u kterých

byly zjištěny základní dendrometrické veličiny (celková výška, výčetní tloušťka) a byl posouzen jejich zdravotní stav. Průkaznost rozdílů celkových výšek a výčetních tloušťek na pasece a pod porostem byla zjišťována pomocí t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Zdravotní stav byl hodnocen vizuálně (náhradní vrchol, suchý vrchol, dvoják, loupání, zátrhy od sněhu aj.). Zastoupení těchto druhů poškození bylo vyjádřeno procenticky.

Z pedologických charakteristik se jednalo především o zjišťování celkového obsahu N, P, K, Ca a Mg v organických horizontech. Obsahy těchto živin byly stanoveny po mineralizaci vzorku směsí kyseliny sírové a selenu. Dále byly stanoveny hodnoty pH aktivní a výměnné, obsah výměnných bází (S), kationtová výměnná kapacita (T) a nasycení sorpčního komplexu (V).

Tyto půdní charakteristiky byly zjišťovány pouze na pasece, v místech růstu javoru klenu, břízy bělokoré, smrku ztepilého a jeřábu ptačího. Na každé parcele s těmito druhy byly vykopány čtyři rovnoměrně rozmístěné sondy, z nichž byly odebrány vzorky horizontu opadanky a horizontu drti (fermentačního) L + F, horizontu měli (humifikačního) H a lesního humózního horizontu Ah, přičemž byla v sondách současně zjišťována mocnost těchto vrstev. Vzorky byly odevzdány do laboratoře VÚLHM-VS Opočno, kde byly podrobeny standardní analýze (podle Kappena).

Za účelem stanovení imisního zatížení lokality byly provedeny listové analýzy, které zároveň umožňují nepřímé zjišťování obsahu živin v půdě. K vyhodnocení výsledků listových analýz byly použity limitní hodnoty BERGMANNA (1988) ex HRUŠKA et CIENCIALA (2001), viz tabulka 5, pomocí nichž je možno posoudit stav výživy jednotlivými makroelementy v rozsáhlém spektru podmínek střední Evropy. Jako zvýšený obsah síry byla uvažována hodnota 0,13 %. Její nevýhodou je široká valence a menší přesnost v oblasti limitních hodnot. Vzorky byly v obou letech odebrány z listnáčů na konci srpna, kdy jsou asimilační orgány již dostatečně vyzrálé, z jehličnanů pak na přelomu října a listopadu v době vegetačního klidu. Materiál pocházel vždy z osluněné části několika jedinců všech druhů dřevin z obou typů prostředí. U modřínu se odebíraly loňské výhony, u listnáčů střední části letorostů z vrcholových partií a u smrku výhony čtvrtého přeslenu. Laboratorní práce byly opět provedeny ve VÚLHM-VS Opočno.

Pro orientační posouzení byly na obou typech stanovišť jednorázově změřeny teplota a rychlost větru, podrobněji viz CHLÁDEK (2004), CHLÁDEK, NOVOTNÝ (2005).

VÝSLEDKY RŮSTU A ZDRAVOTNÍHO STAVU JEDNOTLIVÝCH DŘEVIN NA PASECE A POD POROSTEM V LETECH 2002 A 2003

Měření v letech 2002 i 2003 (tab. 2) prokázalo rozdílnost výškového růstu dřevin na pasece a pod porostem kromě jeřábu ptačího v roce 2002. U smrku omoriky a javoru klenu pěstovaného z prostokořených sazenic byly významné rozdíly prokázány i u výčetních tloušťek.

Největší statisticky prokazatelný rozdíl celkových výšek byl v roce 2002 zjištěn u spíše světlomilných dřevin, jako jsou smrk omorika, bříza bělokorá a částečně smrk ztepilý. Poměrně značný rozdíl vykazoval i buk lesní, který je ovšem dřevinou stinnou.

V roce 2003 byl největší statisticky prokazatelný rozdíl celkových výšek zjištěn opět u smrku ztepilého, smrku omoriky, břízy bělokoré a buku lesního.

Smrk ztepilý

Smrk ztepilý sice na pasece vykazoval průkazně vyšší hodnoty průměrné celkové výšky i průměrné výčetní tloušťky, avšak i pod porostem byly tyto hodnoty poměrně vysoké. Výšková i tloušťková diferenciace (směrodatné odchylky) byly na pasece přibližně stejné jako pod porostem. Vyšší hodnoty dendrometrických veličin na pasece jsou dány zdejší vyšší intenzitou slunečního záření a absencí poškození spadem sněhu ze staršího smrkového porostu. Smrk ztepilý je dřevina polostinná, proto poměrně dobře prosperuje i na lokalitě pod porostem.

Počet nepoškozených jedinců byl v porostu překvapivě vyšší. Příčinou byla zřejmě houba *Ascolaryx abietina*, která se v roce 2002 v Orlických horách hojně vyskytovala, přičemž se na pasece obje-

Tab. 2.

Průměrné hodnoty celkových výšek a výčetních tloušťek v letech 2002 a 2003 (tučně zvýrazněny statisticky významné rozdíly na $\alpha = 0,05$)

Average values of height growth and D.B.H. in 2002 and 2003 (bold highlight indicates statistically significant differences at $\alpha = 0.05$)

Dřevina/ Wood species	Výška/Height 2002 [cm]		d _{1,3} /D.B.H. 2002 [mm]		Výška/Height 2003 [cm]		d _{1,3} /D.B.H. 2003 [mm]	
	Paseka/ Clearcut	Porost/ Stand	Paseka/ Clearcut	Porost/ Stand	Paseka/ Clearcut	Porost/ Stand	Paseka/ Clearcut	Porost/ Stand
Smrk ztepilý/ Norway spruce	488,1	321,8	78,1	44,0	553,4	284,7	90,6	44,0
Smrk pichlavý/ Blue spruce	121,2	79,0	-	-	135,8	-	15,8	-
Smrk omorika/ Serbian spruce	222,2	111,7	22,2	-	258,9	115,2	24,7	22,3
Smrk černý/ Black spruce	169,6	-	16,0	-	168,8	-	16,4	-
Modřín opadavý/ European larch	-	-	-	-	389,8	302,8	57,5	34,0
Buk lesní/ European beech	258,3	161,7	21,8	-	305,7	187,3	31,1	12,8
Javor klen/ Sycamore maple	202,4	145,6	14,5	-	242,4	166,1	20,7	-
Jeřáb ptačí/ Rowan	314,7	293,6	22,5	18,1	361,9	287,7	30,2	18,0
Bříza bělokorá/ Silver birch	370,0	236,2	41,8	19,2	399,1	259,3	49,4	21,6

vovala ve větším množství než pod porostem. Přítomnost ostatních poškození byla na pasece nižší, pouze vrcholové zlomy se objevily ve větší míře.

V roce 2003 byly výsledky vyhodnoceny zvlášť pro opakování I a II. Průměrná výška jedinců na pasece se lišila od průměrné výšky podsadby pod porostem a u I. opakování byl zaznamenán i rozdíl v tloušťkovém přírůstu. Rozdíly výšek a výčetních tloušťek mezi pasekou a porostem byly přitom v rámci I. opakování mnohem výraznější než u opakování II.

Počet nepoškozených jedinců byl v opakování I v obou letech přibližně vyrovnaný, v opakování II bylo možno pozorovat značný rozdíl. Na pasece byl počet zdravých jedinců téměř dvojnásobný, což lze zřejmě opět vysvětlit tím, že podsadba pod porostem byla mechanicky poškozována sněhovým spadem. Výskyt zlomů měl v I. i II. opakování opačný charakter. Zatímco v opakování I se jich větší procento vyskytovalo na pasece, v opakování II byl výskyt zlomů vyšší u jedinců pod porostem. Porost ve II. opakování je řidší, což zřejmě umožňuje vyšší rychlost větru a dochází tak častěji ke zlomům. Pokud jde o houbu *Ascocalyx abietina*, nebyla na lokalitě v roce 2003 pozorována.

Smrk pichlavý

Smrk pichlavý velmi špatně odrůstal jak na pasece, tak pod porostem. Statistické srovnání růstu této dřeviny na pasece a pod porostem nebylo možné vzhledem ke skutečnosti, že z původní výsadby zbyli pod porostem pouze tři jedinci.

Zvěř byl smrk pichlavý sice poškozován méně než smrk ztepilý, ovšem ostatní, především mechanická poškození tuto výhodu převážila. V roce 2002 byla tato dřevina navíc značně poškozena houbou *Ascocalyx abietina*.

V roce 2003 již v porostu přežíval pouze jediný silně prosychající jedinec. Počet nepoškozených jedinců na pasece se v souvislosti s odeznáním houbové choroby zvýšil, avšak u mnoha dalších bylo pozorováno silné prosychání asimilačního aparátu.

Celkově se smrk pichlavý z hlediska svého chování na této ploše jeví jako neperspektivní přípravná dřevina, zcela nevhodná k podsadbám dospělých porostů.

Smrk omorika

Smrk omorika je dřevina světlomilná, a proto nepřekvapuje, že jeho celková výška byla v roce 2002 na pasece přibližně dvojnásobná ve srovnání s podsadbou porostu, kde nedosahovala ani výšky výčetní. Rozdíl byl významný rovněž ze statistického hlediska.

V porovnání se smrkem ztepilým však byla celková výška omoriky poloviční, neboť tento druh roste pomaleji. Oproti smrku ztepilému byla omorika sice hendikepována tím, že k její výsadbě byl použit prostokořenný materiál, tato počáteční nevýhoda se však se zvyšujícím se věkem výsadby postupně vytrácí.

V roce 2003 byla celková výška opět prokazatelně větší na pasece, rozdíl výčetních tloušťek statisticky významný nebyl. Vyšší přírůsty výšky na pasece lze opět částečně zdůvodnit spadem sněhu a rovněž silnějším tlakem zvěře na podsadby pod porostem.

Pokud se týká zdravotního stavu, byl smrk omorika v roce 2002 poškozen více pod porostem. Kromě houby *Ascocalyx abietina* se ve velké míře vyskytlo i napadení hmyzími škůdci. Poškození zvěří bylo zaznamenáno pouze u podsadby porostu.

V roce 2003 byl zdravotní stav výsadby v obou porostních prostředích přibližně stejný, ovšem je nutno zdůraznit, že u podsadby porostu bylo v tomto roce zjištěno méně jedinců.

Smrk omorika se jeví jako druh, který by mohl být využíván jako přípravná dřevina k podsadbám smrkových porostů, avšak pouze v omezené míře a spíše v řidších porostech.

Smrk černý

Protože se u smrku černého výsadby pod stávající smrkové porosty nepředpokládají, byl tento druh vysazen v omezeném počtu pouze na pasece. V roce 2003 zde bylo zjištěno 11 jedinců. Ve srovnání se smrkem ztepilým byla průměrná celková výška této dřeviny méně než poloviční.

Smrk černý trpěl poškozením zvěří i sněhem. Téměř všichni jedinci vykazovali v různé míře ztrátu asimilačního aparátu. Na základě zjištěných ukazatelů nelze doporučit využití smrku černého jako přípravné dřeviny.

Modřín opadavý

Statisticky průkazně vyšší průměrné hodnoty celkové výšky a výčetní tloušťky byly zjištěny na pasece. Zřejmě proto, že modřín je dřevina světlomilná, byl pod porostem zaznamenán jeho krnivý růst a horší zdravotní stav než na pasece. Nutno podotknout, že porosty modřínu jsou na výzkumné ploše velmi husté, což tato dřevina špatně snáší a projevuje se to i v jejím růstu.

Modřín je vyhledávaným atraktantem pro zvěř, která jej poškozovala na pasece i v porostu zejména vytloukáním.

Modřín lze přesto jako přípravnou dřevinu doporučit. Měl by být využíván zejména k výsadbám na holiny, kde by jeho úloha spočívala především v ochraně cílových druhů dřevin před poškozováním zvěří. Podstatou této ochrany je větší atraktivita modřínu pro tohoto škodlivého činitele, jehož pozornost (škody) by modřín soustředil na sebe. Jako s cílovou dřevinou by se tedy s modřínem v těchto extrémních podmínkách uvažovat nemělo už proto, že v nich v pozdějším věku trpí častějším poškozením terminálu mrazem nebo rozlámáním křehkých větví.

Javor klen

V roce 2002 i 2003 byl růst kleny statisticky významně vyšší na pasece.

Pod porostem bylo v roce 2002 zjištěno častější poškození jedinců okusem zvěří, poškození sněhem se naopak častěji vyskytovalo na pasece.

Ačkoliv byl v roce 2003 zjištěn vysoký rozdíl v počtu poškozených jedinců na pasece a pod porostem, byl jejich úhyn minimální, z čehož se dá usuzovat na perspektivu využívání javoru kleny jako přípravné dřeviny při obou typech obnovy. Kultury je ovšem nezbytně chránit proti škodám zvěří.

Na základě zjištěných výsledků lze doporučit javor klen jako přípravnou dřevinu, zvláště pak v lesních vegetačních stupních 5 až 7, kde má svůj přirozený areál výskytu.

Buk lesní

V roce 2002 byla průměrná celková výška buku na pasece přibližně o dvě třetiny větší než pod porostem. Tento jev souvisí s poškozením zvěří, které bylo pod porostem zaznamenáno v daleko větší míře než na pasece. Buk byl navíc poškozován i žírem myšovitých hlodavců. Ostatní druhy poškození byly v roce 2002 přibližně vyrovnány.

V roce 2003 byly hodnoty průměrných dendrometrických veličin opět asi o dvě třetiny větší na pasece. Meziroční přírůst na pasece byl ve srovnání s podsadbou téměř dvojnásobný. V sezoně 2003 mohla být hodnocena i průměrná výčetní tloušťka, neboť hodnoty celkových výšek jedinců překračovaly výšku 1,3 m častěji než v roce 2002.

Tab. 3.
Hodnoty pH a půdního sorpčního komplexu
Values of soil absorption complex and pH values

Dřevina/ Wood species	Organický horizont/ Organic horizon	Pedologické charakteristiky/ Soil characteristics					
		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	S [mval/100 g]	T [mval/100 g]	T – S [mval/100 g]	V [%]
Bříza bělokorá/ Silver birch	L + F	6,0	4,8	58,6	71,9	13,2	81,5
	H	3,9	2,5	11,0	38,7	27,7	27,5
	Ah	3,5	2,6	4,1	19,2	15,1	20,1
Javor klen/ Sycamore maple	L + F	4,5	3,5	37,9	71,1	33,2	53,8
	H	3,7	2,6	11,9	43,5	31,6	27,2
	Ah	3,5	2,8	4,4	20,2	15,8	19,6
Smrk ztepilý/ Norway spruce	L + F	5,7	4,6	60,4	75,5	15,1	81,0
	H	4,3	2,9	14,0	40,9	26,9	34,9
	Ah	3,7	2,9	3,4	17,9	14,5	18,7
Jeřáb ptačí/ Rowan	L + F	5,3	4,2	43,6	63,5	20,0	66,7
	H	4,1	2,8	10,4	36,4	25,9	28,6
	Ah	3,7	2,8	3,1	14,5	11,4	20,0

Zdravotní stav byl v roce 2003 zcela odlišný od roku 2002. Buk lesní byl mnohem méně poškozován zvěří, což se významně odrazilo v počtu zdravých jedinců.

Buk lesní má jako stínomilná dřevina jistě své opodstatnění pro použití ve funkci přípravné dřeviny na holině i pod porostem, avšak i jeho výsadby je nutné chránit proti zvěři.

Jeřáb ptačí

U jeřábu ptačího byly v roce 2002 obě hodnoty průměrných dendrometrických charakteristik statisticky vyrovnány. Rozdíl byl zaznamenán ve fruktifikaci, kdy větší procento jedinců pochopitelně plodilo na pasece.

Na pasece bylo zjištěno zvýšené poškození sněhem a zvěří, u které šlo především o vytloukání a okus.

V roce 2003 byla situace u jeřábu ptačího podobná.

Jeřáb ptačí se podle zjištěných skutečností jeví jako vhodná přípravná dřevina na holinu i do porostu.

Bříza bělokorá

Bříza bělokorá vykazovala jen o něco pomalejší růst pod porostem než na holině.

Horší zdravotní stav této dřeviny byl zjištěn pod porostem, kde se též nacházelo podstatně méně jedinců. Bříza je dřevina poloslunná, což vysvětluje její menší průměrnou výšku pod porostem.

Zvěří byla poškozována přibližně stejně v obou typech prostředí.

Lze ji použít jako přípravnou dřevinu na holiny a do řídkých porostů, které však musí být chráněny proti škodám zvěří.

VÝSLEDKY PEDOLOGICKÝCH ŠETŘENÍ

Tabulka 3 udává hodnoty půdního sorpčního komplexu, tj. obsah výměnných bází (S), kationtovou výměnnou kapacitu (T) a nasycení sorpčního komplexu (V) a dále pH aktivní a výměnné. Z tabulky je patrné, že se hodnoty všech veličin snižovaly od svrchních L + F horizontů, přes horizont H k nejnižším hodnotám horizontu Ah.

Nejnižší hodnota obsahu výměnných bází ve svrchních horizontech L + F byla zjištěna v porostu javoru kleny, kde bylo současně zjištěno i nejnižší pH aktivní a výměnné. Směrem k hlubším horizontům se kyselost půdy výrazně zvyšovala. Nejnižší kationtová výměnná kapacita horizontů L + F byla zjištěna v porostu břízy bělokoré, kde bylo zároveň stanoveno i největší nasycení sorpčního komplexu. Naopak nejnižší nasycení sorpčního komplexu bylo zjištěno u javoru kleny. Výsledky analýz však zřejmě pouze poukazují na značnou heterogenitu stanoviště, což mohlo ovlivnit odrůstání jednotlivých dřevin. Z tohoto důvodu je nutno považovat údaje v tabulce pouze za informativní.

VÝSLEDKY LISTOVÝCH ANALÝZ

Odběry vzorků pro listové analýzy probíhají na Malé Deštné od roku 1992. V letech 2002 a 2003 byly vzorky odebírány ze všech jehličnatých i listnatých dřevin, které se v obou ekologických prostředích vyskytují. V laboratoři byl vyhodnocován obsah následujících živin: N, P, K, Ca, Mg. Vedle těchto prvků byl vyhodnocován i obsah síry indikující imisní zatížení SO₂.

Výsledky těchto šetření jsou znázorněny v tabulce 4. Limitní hodnoty jednotlivých živin pro příslušné dřeviny (tab. 5) byly použity podle BERGMANNA (1988) ex HRUŠKA et CIENCIALA (2001). Jelikož nebyly v tabulce zahrnuty smrk pichlavý, smrk omorika, smrk černý a jeřáb ptačí, byly pro cizokrajné smrky nouzově použity limitní hodnoty platné pro smrk ztepilý, pro jeřáb ptačí pak limitní hodnoty břízy bělokoré.

Smrk ztepilý: U smrku ztepilého byl v roce 2002 zjištěn mírně deficitní K a Ca, v roce 2003 byly všechny prvky zastoupeny v optimálním množství. V obou letech byl překročen limit S.

Buk lesní: V roce 2002 byl deficitní pouze K, v roce 2003 kromě K ještě P na pasece a v tomto roce byl překročen i limit síry.

Modřín opadavý: V roce 2002 byl deficitní Ca. V roce 2003 byly obsahy všech živin vyšší než kritické hodnoty. V obou sledovaných letech byl překročen limit pro S.

Tab. 4.

Množství živin a síry v jednoletých asimilačních orgánech dřevin v letech 2002 a 2003

Contents of nutrients and sulphur in one year old assimilatory organs of tree species in 2002 and 2003

Dřevina/ Wood species	Místo odběru/ Sampling place	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
		[%]						[%]					
		2002						2003					
Smrk ztepilý/ Norway spruce	paseka/ clearcut	1,50	0,16	0,49	0,36	0,23	0,22	2,23	0,20	0,78	0,37	0,34	0,14
	porost/ stand	1,42	0,15	0,64	0,24	0,19	0,11	1,40	0,17	0,78	0,35	0,15	0,14
Smrk pichlavý/ blue spruce	paseka/ clearcut	1,48	0,19	0,37	0,25	0,17	0,19	1,24	0,16	0,37	0,19	0,11	0,12
	porost/ stand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Smrk omorika/ Serbian spruce	paseka/ clearcut	1,18	0,13	0,67	0,16	0,14	0,09	1,20	0,13	0,75	0,18	0,11	0,13
	porost/ stand	1,28	0,15	0,91	0,24	0,26	0,11	1,22	0,16	1,05	0,19	0,16	0,14
Smrk černý/ Black spruce	paseka/ clearcut	1,48	0,14	0,40	0,33	0,17	0,14	1,26	0,14	0,55	0,29	0,16	0,14
	porost/ stand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Modřín opadavý/ European larch	paseka/ clearcut	2,36	0,19	0,50	0,51	0,23	0,32	1,80	0,22	0,73	0,33	0,28	0,21
	porost/ stand	2,50	0,18	0,63	0,55	0,21	0,29	-	-	-	-	-	-
Buk lesní/ European beech	paseka/ clearcut	2,10	0,16	0,54	0,92	0,15	0,13	2,03	0,13	0,46	0,91	0,29	0,17
	porost/ stand	2,53	0,15	0,69	0,77	0,22	0,12	2,32	0,16	0,63	0,73	0,23	0,21
Javor klen/ Sycamore maple	paseka op. I/ clearcut repl. I	1,85	0,25	0,49	1,18	0,56	0,29	1,42	0,14	0,31	1,01	0,90	0,13
	paseka op. II/ clearcut repl. II							1,90	0,19	0,67	0,65	0,39	0,20
	porost op. I/ stand repl. I	2,20	0,19	0,74	1,22	0,48	0,27	1,85	0,13	0,53	0,88	0,64	0,14
	porost op. II/ stand repl. II							2,27	0,15	0,85	0,59	0,51	0,21
Jeřáb ptačí/ Rowan	paseka/ clearcut	1,41	0,16	0,48	1,43	0,82	0,21	1,35	0,21	0,69	1,17	0,88	0,12
	porost/ stand	2,27	0,13	1,10	1,17	0,61	0,15	1,65	0,14	0,60	1,17	0,84	0,11
Bříza bělokorá/ Silver birch	paseka op. I/ clearcut repl. I	2,71	0,22	0,80	0,56	0,39	0,26	2,15	0,18	1,20	0,58	0,42	0,20
	paseka op. II/ clearcut repl. II							1,89	0,22	0,55	0,62	0,53	0,15
	porost op. I/ stand repl. I	1,94	0,16	0,72	0,93	0,53	0,21	2,07	0,13	0,61	0,68	0,59	0,20
	porost op. II/ stand repl. II							2,99	0,28	1,08	0,73	0,50	0,27

Tab. 5.

Limitní hodnoty živin podle BERGMANNA (1988) ex HRUŠKA et CIENCIALA (2001)

Limit values of nutrients by BERGMANN (1988) ex HRUŠKA et CIENCIALA (2001)

Dřevina/ Wood species	N	P	K	Ca	Mg
	[%]				
Smrk ztepilý/Norway spruce	1,35	0,13	0,50	0,35	0,10
Modřín opadavý/European larch	1,60	0,15	0,50	0,60	0,12
Buk lesní/European beech	1,90	0,15	1,00	0,30	0,10
Javor klen/Sycamore maple	1,70	0,15	1,00	0,30	0,15
Bříza bělokorá/Silver birch	2,50	0,15	1,00	0,30	0,15

Javor klen: V roce 2002 byl deficitní pouze K, v roce 2003 navíc N na pasece a P v I. opakování na pasece i pod porostem. Limit síry byl překročen v obou letech.

Bříza bělokorá: Limitní hodnoty nebyly v roce 2002 dosaženy u K a N pod porostem, v roce 2003 u K pod porostem, N pod porostem a P pod porostem. Zvýšené množství síry bylo patrné v obou letech.

Smrk pichlavý: V roce 2002 byly deficitní K a Ca, v roce 2003 pak N, K a Ca. Síra byla nadlimitní pouze v roce 2003. Je však třeba mít na zřeteli skutečnost, že u tohoto i ostatních nepůvodních druhů smrku jsou obsahy prvků porovnávány s limitními hodnotami platnými pro domácí smrk ztepilý.

Smrk omorika: U smrku omoriky byl v roce 2002 i 2003 zjištěn nedostatek N a Ca, v roce 2003 bylo přítomno zvýšené množství S pod porostem.

Smrk černý: V deficitu byly v roce 2002 K a Ca, v roce 2003 N a Ca. V obou letech byla nadlimitní S.

Jeřáb ptačí: V roce 2002 byly deficitní N, P a K pod porostem. V roce 2003 N, P pod porostem a K v obou typech prostředí. V letech 2002 i 2003 bylo zjištěno větší množství S. Nutno ovšem znovu připomenout, že tato konstatování jsou spíše orientační povahy, neboť vycházejí z limitních hodnot stanovených pro břízu bělokorou.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Vzhledem ke skutečnosti, že založená pokusná výsadba má dlouhodobý charakter, je možno porovnat některé získané výsledky s údaji předchozího hodnocení obou výzkumných ploch série (KRIEGL 2000).

Již osm let po výsadbě autor udává větší množství biomasy asimilačních orgánů u jedinců smrku ztepilého na pasece než u podsady odumírajícího porostu a uvádí, že rozdíly výškového i tloušťkového růstu této dřeviny ve dvou sledovaných prostředích byly vysoce průkazné, přičemž obdobné výsledky získal rovněž u kultur slunných dřevin (modřinu opadavého, borovice kleče a olše zelené). U dřevin dosazovaných počátkem 90. let se tehdy výšková diferenciaci ještě neprojevila. Až na výjimku u jeřábu ptačího byl intenzivnější výškový růst všech ostatních dřevin na pasece v porovnání s podsadbou prokázán i v letech 2002 a 2003. Pokud jde o cizokrajné smrky, předchází práce uvádí lepší odrůstání polostinné omoriky než poloslunného smrku pichlavého, které však autor vysvětluje větší velikostí sazenic a méně vhodnou dobou výsadby smrku pichlavého. Jak je však patrné z tabulky 2, bylo téhož výsledku dosaženo i v pozdějším věku v rámci tohoto hodnocení.

Pokud jde o zdravotní stav, jsou při sledování v mladším věku konstatovány nižší ztráty na pasece, přičemž byly rozdíly od podsadeb výraznější u světlo milných dřevin modřinu a břízy, zatímco u buku lesního se velké difference nevyskytly. Rovněž poslední výsledky potvrdily celkově vyšší škody v porostních podsadbách.

Na základě výsledků růstu kultur a posouzení zdravotního stavu lze konstatovat, že porosty jsou v současné době méně poškozovány zvěří, než tomu bylo v jejich juvenilním stadiu.

Z listových analýz vyplývá v porovnání s dřívějším obdobím snížení imisního zatížení sloučeninami síry, což má kladný vliv na odolnostní potenciál porostů. Tyto analýzy dále v některých případech naznačují určitá deficitní množství jednotlivých živin, nejčastěji draslíku. Vzhledem k nedostatečně přesně zjištěným limitním hodnotám živin však nelze jednoznačně usuzovat na příčinu případného strádání jednotlivých kultur.

Jako vhodná dřevina pro využití na stanovištích blízkých se svými poměry zkoumané lokalitě se jeví smrk ztepilý, který na pasece i pod porostem vykazuje stabilní přírůsty a odpovídající odolnost vůči škodám zvěří. Tomu odpovídá i skutečnost, že se tu s ním uvažuje jako s cílovou hospodářskou dřevinou. Jak již však bylo řečeno v úvodu, měla by být jeho obnova nepřetržitá.

Smrk pichlavý se na volné ploše příliš neosvědčil. Vykazuje zde velmi nízké přírůsty a pod porostem téměř úplně vymizel. S jeho použitím k podsadbám nelze na základě těchto poznatků do budoucna počítat.

Smrk černý byl vysazen pouze na volné ploše v počtu několika málo jedinců a je tudíž obtížné vyvozovat z jeho růstu obecné závěry. Na první pohled byly jeho přírůsty příliš nízké na to, aby se dalo předpokládat jeho využití jako přípravné dřeviny.

Smrk omorika vykazoval příznivé růstové parametry pouze na volné ploše, kde lze doporučit jeho použití jako přípravné dřeviny za předpokladu dostatečné ochrany jeho porostů proti zvěři.

Porosty modřinu opadavého byly především v juvenilním stadiu značně poškozovány zvěří, ale vždy regenerovaly a pokračovaly v odrůstání. Modřin by tedy mohl pro zvěř hrát roli atraktanta, která by ho upřednostňovala před ostatními dřevinami.

Buk lesní byl především v raném stadiu poškozován hlodavci i zvěří. V současné době dobře odrůstá na pasece i pod porostem a lze ho tedy za předpokladu jeho ochrany proti zvěři doporučit pro použití v obou případech.

Porosty jeřábu ptačího jako jediné nezaznamenaly statistický rozdíl celkové výšky na pasece a pod porostem. Široká ekologická valence tohoto druhu umožňuje jeho použití jako přípravné dřeviny i v extrémních imisně ekologických podmínkách.

Březové porosty se jeví pro dané využití jako vhodné. V raném stadiu vykazují příznivější růstové parametry pod porostem, později zde však bývají značně poškozovány spadem sněhu z vyšších stromů. Zajímavé by bylo použití alternativních druhů bříz, např. břízy pýřité či karpatské. Jeřábové i březové porosty zlepšují stav půdního sorpčního komplexu.

Z důvodu vysokých nákladů na účinné oplocení proti škodám zvěří nelze s obnovním způsobem založeným na podsadbách porostů v delším časovém horizontu ve zvýšené míře uvažovat. Tento způsob by však měl být uplatňován v extrémních ekologických podmínkách tam, kde je žádoucí lesní porosty zachovat.

Pro komplexnější analýzy bude potřebné realizovat další sledování kultur v podobných imisně ekologických podmínkách našich hor, jednotlivé dosažené výsledky mezi sebou konfrontovat a syntetizovat z nich závěry s obecnější platností tak, aby lesnická praxe mohla tyto poznatky transformovat do provozních činností.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován s podporou výzkumných záměrů č. MZE 0002070201 a MZE 0002070202, včetně výzkumného projektu NAZV QF 4025.

LITERATURA

- HRUŠKA, J., CIENCIALA, E.: Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd - limitující faktor současného lesnictví. Praha, MŽP 2001. 159 s.
- CHLÁDEK, J.: Růst a vývoj porostů náhradních dřevin v imisní oblasti Orlické hory. Diplomová práce. Praha, FLE ČZU 2004. 83 s.
- CHLÁDEK, J., NOVOTNÝ, P.: Posouzení různých druhů melioračních dřevin z hlediska jejich perspektivního využití v imisní oblasti Orlických hor. In: Meliorační a zpevňující dřeviny – přínos nebo ztráta pro lesní hospodářství? Sborník z konference, Kostelec nad Černými lesy 2. 6. 2005, ed. P. Neuhöferová, 152 s. – KPL FLE ČZU, Praha 2005. s. 29-42.
- KRIEGL, H.: Ovlivnění ekologických poměrů a růstu kultur (podsadeb) v horských oblastech odumírajícím smrkovým porostem. Comm. Inst. For. Boh./Práce VÚLHM, 82, 2000, s. 93-113.
- Lesní hospodářský plán s platností 2001 - 2011. Rychnov nad Kněžnou, Správa Kolowratských lesů 2001.
- LOKVENC, T., VACEK, S.: Vývoj dřevin vysazených na holině a pod porostem rozpadávajícím se vlivem imisí. Lesnictví, 37, 1991, č. 6, s. 435-456.
- VESECKÝ, A., PETROVIČ, Š., BRIEDOŇ, V., KARSKÝ, V. (eds.): Atlas podnebí Československé republiky. Praha, Ústřední správa geodesie a kartografie 1958.

Various pioneer tree species comparison for utilization

on in conditions of the Orlické hory Mts. immission area

Summary

In years 1985 and 1986 the FGMRI-Research Station Opočno established a pair of research plots in immission area of the Orlické Mts., locality Malá Deštná, with the aim to gather experiences on potential possibilities of using various tree species for stand underplantings. This contribution presents results of measurement from one of these plots in years 2002 and 2003. Based on evaluation of growth and health state of tree species on the clearcut and under the stand, and analyses of soil and leaves the following conclusions can be defined:

Norway spruce seems to be suitable tree species usable for sites whose conditions are similar to those of the investigated locality where Norway spruce shows stable increment and sufficient resistance against game damage both in clearcut and in the stand. Therefore Norway spruce is taken for target commercial tree species with sustainable regeneration.

Blue spruce was not as much successful on the open space. Being of very low increments it nearly vanished under the stand. These investigations show that using of its underplanting in future is not real.

Only a few individuals of black spruce were planted on the open space and therefore defining of general conclusions from its growth is very difficult. With its too low initial increments it is uneasy to predict its use as the pioneer species.

Growth parameters of Serbian spruce were favourable only on the open space; its use as the pioneer species can be recommended but its stands must be sufficiently protected against game.

Stands with European larch were markedly damaged by game, especially in juvenile phase, but they always regenerated and continued in growing. Larch could thus play a role of attractant for game that would prefer this species to the other tree species.

Rodents and game damaged European beech, especially in its early phase. At present European beech grows well both in clearcut and under the stand and can be recommended for both sites in case of its protection against game.

Only stands with European mountain ash do not statistically differ in the total height both on the clearcut and under the stand. The wide ecological valence of this species enables its use as the pioneer species even in extreme immission-ecological conditions.

Birch stands show to be suitable for the given use. In their early phase growth parameters are better under the stand, later they can distinctly suffer from snow falling down from higher trees. Use of alternative birch species, for example white birch or Carpathian birch, would be interesting. Stands with European mountain ash and birch species improve the state of soil adsorption complex.

Recenzováno

Ivan Kuneš¹⁾ – Vratislav Balcar²⁾ – Daniel Zahradník¹⁾, ¹⁾FLD ČZU Praha, ²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

VLIV CÍLENÉ POVRCHOVÉ APLIKACE DOLOMITICKÉHO VÁPENCE NA PEDOCHEMICKÉ PARAMETRY PŮDY NA IMISNÍ HOLINĚ VE VRCHOLOVÝCH PARTIÍCH JIZERSKÝCH HOR

Influence of precisely applied liming on chemical properties of soil in clear-felled area located in highest elevation of air polluted mountains (the Jizerské hory Mts.)

Abstract

The object of this contribution is an effect assessment of dolomitic limestone powder on soil under harsh conditions of an acidic mountain site. The limestone powder was used to support young Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) plants. The amendment was applied as a top dressing immediately after the trees had been planted, i. e. no incorporation was used. In more concrete terms, 1 kg of the limestone powder was applied onto a soil surface around each tree so that 50 kg of limestone per 100 m² were applied. The diameter of the “application circles” with the spruce plants in their centres was approximately 1 m. On the whole, the liming impacts, regarding the dosage applied, were not marked. Liming influenced positively soil reaction, sorption complex parameters and Ca and Mg contents. On the other hand, undesirable impacts were registered as far as soil organic matter and nitrogen are concerned. The P₂O₅ and K₂O contents were also lower in the limed soil. However, it is necessary to consider a more intensive nutrient uptake by better prospering and growing plantations of the limed variant in this case.

Klíčová slova: vápnění, povrchová meliorace, kyselé půdy, pedochemické parametry, Jizerské hory

Key words: liming, precisely applied amelioration, acidic soils, chemical soil properties, the Jizerské hory Mts.

ÚVOD

V roce 2003 byl proveden první výchovný zásah ve dvanáctileté experimentální výsadbě smrku ztepilého založené za účelem zjištění vlivu cílené aplikace dolomitického vápence na prosperitu mladých smrků v nepříznivých environmentálních podmínkách. Prosperitu hodnotil například KUNEŠ (2003). Mezi cíle, které byly výsadbovým pokusem sledovány, patřilo ale i posouzení dopadů použitého způsobu chemické meliorace na stanoviště. Zmiňovaná prořezávka ukončila období existence výsadby, během něhož nebylo do jejího vývoje zasahováno porostní výchovou. Ukončení tohoto období a také fakt, že stanoviště pomalu přestává mít charakter imisní holiny, byly podnětem ke zpracování několika dílčích studií, které tuto časovou periodu z různých úhlů pohledu rekapituluji.

Jednou z těchto dílčích studií je také předkládaný příspěvek, který se zabývá ovlivněním půdního prostředí povrchovou aplikací dolomitického vápence. Pedochemické charakteristiky jsou vyhodnocovány na vzorcích odebíraných v průběhu dvanácti a půl roku po realizaci této formy cílené meliorace, která byla provedena spolu s výsadbou kultury smrku ztepilého na stanovišti horské imisní holiny. Jsou zde porovnávány výstupy analýz půdních vzorků odebraných na kontrolní variantě s charakteristikami vzorků odebraných v kruzích kolem jednotlivých stromků o průměru 1 m, kam byla na nenarušený povrch půdy aplikována moučka dolomitického vápence v dávce 1 kg na sazenici.

METODIKA

Výsadbový experiment byl založen v roce 1991 na pokusné ploše Jizerka a sleduje vliv aplikace jemné moučky dolomitického vápence na prosperitu mladé výsadby smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.). Oplocená plocha se nachází na imisní holině v nadmořské výšce 960 m na Středním Jizerském hřebeni asi 1 km severně od osady Jizerka. Vlastní experimentální výsadba je pak situována ve svahu s jihozápadní expozicí. Stanoviště je řazeno do lesního typu

kyselá smrčina třtinová (8 K 2), hospodářského souboru 721 a pásma imisního ohrožení B (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994). Průměrná roční teplota stanoviště (za období 1996 – 2003) je 4,9 °C a celkové roční srážky (průměr za období 1994 – 2003) dosahují 1 046 mm (BALCAR in SLODIČÁK 2005). Horninové podloží je tvořeno biotitickou žulou, půdním typem je horský humusový podzol. Svrchní část profilu půdy byla v roce 1993 na místě výsadby popsána následovně: horizont L byl integrován do travního drnu, následovala intenzivně prokořeněná vrstva zahrnující horizont F a část horizontu H (0 - 5 cm), vlastní horizont H (5 - 10 cm) a horizont Aeh (10 - 22 cm).

Průměrná koncentrace SO₂ ve vzduchu je 11 g.m⁻³ (v současné době jsou zaznamenávány koncentrace SO₂ nižší), u F pak činí 0,18 g.m⁻³. Lokalita experimentu byla v druhé polovině 80. let 20. století před založením výzkumné plochy provozně vápněna. Podle dostupných informací se mělo jednat o jednu leteckou aplikaci dolomitického vápence původem ze Slovenska v dávce 2,4 t/ha.

Pokusná výsadba sestává z deseti čtvercových plošek o velikosti 100 m², přičemž na každou z nich bylo vysazeno po 50 ks čtyřletých sazenic smrku ztepilého ve sponu 2 x 1 m. Vzhledem k tomu, že výsadba se nachází ve svahu, plošky jsou uspořádány v řadě sledující vrstevnici s pravidelným střídáním plošek (opakování) příslušejících jednotlivým variantám.

Vedle kontroly sestávající ze 4 plošek (opakování) byly založeny dvě vápněné varianty, každá po třech ploškách (opakování). První z nich byla varianta „jamka“, kde byl při výsadbě kultury na jaře 1991 na každou sazenici použit 1 kg jemné moučky dolomitického vápence a promísen s půdou v jamce (bodová aplikace). Velikost jamek byla přibližně 35 x 35 x 25 cm. Druhou vápněnou variantou byla varianta „povrch“. Jemná moučka dolomitického vápence se u této výsadbové obměny na jaře 1991 ihned po výsadbě rozptýlila na povrch půdy kolem jednotlivých stromků v kruzích o průměru 1 m (pomístná aplikace). I zde činila dávka vápence 1 kg na stromek. Právě zhodnocení vlivu povrchové aplikace vápence je náplní této práce. Jamková aplikace je posuzována v práci KUNEŠE et al. (2006).

Obsah Ca v moučce dolomitického vápence činil 21,5 % a obsah Mg byl 11,3 %. Moučka obsahovala 5,8 % částic větších než 1 mm, 16,3 % částic s průměrem mezi 1 a 0,5 mm, 20,4 % částic o velikosti mezi 0,5 a 0,2 mm a 57,5 % částic menších než 0,2 mm. Byl použit vápence z lomu Horní Lánov (PODRÁZSKÝ, ULBRICHOVÁ 2001).

Vzorky půdy pro analýzy se odebíraly v letech 1991, 1994, 1996, 1998, 2000 a 2003 vždy v září nebo v říjnu po ukončení vegetační sezony. První odběr tedy proběhl až po aplikaci experimentálního vápnění. Odběry se prováděly polní lopatkou, poslední série v roce 2003 byla odebrána pomocí sondýrky o světlosti 7 cm. Z půdy (mimo povrch výsadbových jamek) se vždy vyrýpl „bloček“ zeminy o mocnosti cca 25 cm zahrnující drn trávy, horizonty nadložního humusu a svrchní minerální vrstvu půdy. Travní drn, do nějž byla integrována i většina horizontu L, se poté ze vzorků půdy pokaždé odstraňoval. Každý vzorek byl dále rozdělen do tří vrstev. Jednalo se o vrstvu F („drť“ + zbytky humusového horizontu „opad“), vrstvu H („měl“) a vrstvu minerální zeminy A, která v sobě zahrnovala horizonty Ah, resp. Ae. Toto zjednodušené rozdělení na vrstvy (horizonty) F, H a A pak autoři používají i v této práci.

Vzorky z přivápněné varianty „povrch“ se odebíraly z prostoru přivápněných kruhů, vzorky kontrolní pak byly odebírány nahodile v prostoru kontrolních výsadbových plošek. Pro každou vrstvu v rámci porovnávaných dvou variant („kontrola“ x „povrch“) byly vytvořeny dva až tři směsné vzorky, přičemž jeden směsný vzorek v sobě obsahoval materiál zpravidla ze 3 nebo 4 odebraných půdních „bločků“. Jedna sada směsných vzorků, tj. komplet 3 vzorků z horizontů F, H, A, reprezentující určitou variantu, tedy pokrývala zpravidla jednu až dvě arové plošky (opakování) příslušné varianty. Směsné vzorky pak byly podrobeny pedochemické analýze. Vzhledem k malému počtu analyzovaných vzorků na variantu v jednotlivých letech je vývoj pedochemických charakteristik posuzován v čase statistickým testováním rovnoběžnosti regresních přímek proložených hodnotami parametrů v jednotlivých horizontech a variantách za celé období 1991 až 2003 na hladině významnosti 0,05. Metodu popisuje například ANDĚL (1998).

Zpracování vzorků v naprosté většině případů proběhlo v laboratoři při Výzkumné stanici VÚLHM v Opočně (v současnosti se jedná o Laboratoř Tomáš), i když v počátečním období byly některé pedochemické charakteristiky stanovovány také v ústřední laboratoři VÚLHM v Jilovšti-Strnadlech. Byla prováděna pedochemická analýza zahrnující stanovení následujících pedochemických parametrů: pH (H₂O), pH (KCl), obsah oxidovatelného půdního uhlíku, obsah půdního dusíku N, obsah přístupnýchází S, kationtová sorpční výměnná kapacita T, hydrolytická acidita H, nasycení sorpčního komplexu bázemi V, množství přístupné formy P, K, Ca, Mg a K.

Půdní reakce se zjišťovala potenciometricky. U pH (H₂O) byla pro potenciometrické měření používána suspenze vzniklá rozmícháním homogenizované půdní sušiny s destilovanou vodou v hmotnostním poměru 1 : 10 u humusových horizontů a 1 : 5 u minerálních horizontů. U výměnné reakce pH (KCl) bylo 5 g půdní sušiny z humusového, resp. 10 g sušiny z minerálního horizontu rozmícháno v 50 ml 1M KCl. Charakteristiky sorpčního výměnného komplexu (S, T, H, V) byly stanovovány Kappenovou metodou, obsah oxidovatelného uhlíku podle postupu Springer-Klee. Pro určování zastoupení půdního dusíku se do roku 1996 používal postup Springer-Klee, od roku 1996 se přešlo na Kjeldahlovu metodu. Přístupné formy základních živin se zjišťovaly ve výluhu kyselinou citrónovou: přístupný P byl stanoven přístrojem Spekol 210,

přístupný K pomocí plamenné fotometrie, dostupný Ca a Mg prostřednictvím AAS. Podrobné postupy zpracování uvádí ŠMÍDOVÁ (1991) a ZBÍRAL (1995).

VÝSLEDKY

pH (H₂O)

Povrchová aplikace dolomitického vápence aktivní půdní reakci zvýšila, ale nikterak výrazně. Míra ovlivnění pH (H₂O) povrchovým vápněním byla u horizontů F a H prakticky stejná a o něco vyšší než u horizontu A, kde je rozdíl hodnot aktivní reakce mezi vápněnou a kontrolní variantou relativně malý.

Mezivariantní rozdíly byly nejzřetelnější v roce 1996, kdy bylo u horizontů F a H registrováno v případě vápněných variant o 0,56, resp. 0,61 jednotky vyšší pH (H₂O) než u kontroly. U horizontu A tento rozdíl v roce 1996 nepřesáhl 0,36 jednotky. Na podzim 2003, tedy dvanáct a půl roku po vápnění, byla aktivní reakce půdy z horizontů F a H u vápněné varianty vyšší o 0,29, resp. 0,28 jednotky než u kontroly, v případě horizontu A byl tento rozdíl jen 0,05 jednotky.

Mírný trend nárůstu registrovatelný u obou variant v jednotlivých horizontech není statisticky průkazný, tj. regresní přímky proložené hodnotami pH (H₂O) žádné z variant nejsou ani u jednoho horizontu průkazně nerovnoběžné s osou času. V žádném horizontu nebyla prokázána ani různoběžnost regresních přímek vývoje pH (H₂O) srovnávaných variant vůči sobě.

Tab. 1.

Vývoj aktivní půdní reakce

Development of soil reaction in terms of pH (H₂O)

Horizont/ Layer	pH (H ₂ O)						
	Rok/ Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Variant/ Variant	(-)					
F	Kontrola/ Control	3,65	4,30	4,22	4,20	4,90	4,41
	Vápněno/ Limed	3,81	4,40	4,78	4,20	4,80	4,70
H	Kontrola/ Control	3,59	4,17	4,05	4,00	4,80	4,22
	Vápněno/ Limed	3,66	4,35	4,66	4,10	4,80	4,50
A	Kontrola/ Control	3,77	4,47	4,64	4,30	5,10	4,13
	Vápněno/ Limed	3,86	4,60	5,00	4,27	5,10	4,18

pH (KCl)

Situace týkající se hodnot pH (KCl) je do značné míry analogická jako u předchozího parametru s tím, že rozdíly mezi variantami jsou zde ještě méně patrné. Vápnění zvedlo hodnoty i v případě výměnné půdní reakce pH (KCl), nicméně toto navýšení bylo velmi malé. Výraznější projev vápnění u této půdní charakteristiky byl patrný pouze v roce 1996, a to jen u půdních horizontů F a A.

V roce 2003 byla u vápněné varianty výměnná půdní reakce horizontu F vyšší než u kontroly o 0,22 jednotky a horizontu H o 0,28 jednotky. U horizontu A byly hodnoty výměnné reakce obou variant téměř stejné.

Vzestup hodnot pH (KCl) v čase u horizontu F vápněné varianty je průkazný, tj. regresní přímka proložená hodnotami pH (KCl) v horizontu F vápněné varianty je průkazně různoběžná s osou času a směřuje vzhůru. V ostatních případech nebyla vzestupná tendence vyhodnocena jako signifikantní. Nebyla prokázána ani různoběžnost regresních přímk vývoje pH (KCl) v jednotlivých variantách vůči sobě.

Tab. 2.

Vývoj výměnné půdní reakce

Development of soil reaction in terms of pH (KCl)

Horizont/ Layer	pH (KCl)						
	Rok/ Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	(-)					
F	Kontrola/ Control	3,17	3,44	2,93	3,63	3,65	4,11
	Vápněno/ Limed	3,27	3,63	3,62	3,76	3,66	4,33
H	Kontrola/ Control	3,12	3,34	3,63	3,60	3,30	3,74
	Vápněno/ Limed	3,12	3,51	3,53	3,63	3,20	4,02
A	Kontrola/ Control	3,22	3,54	2,76	3,77	3,20	3,85
	Vápněno/ Limed	3,23	3,52	3,44	3,83	3,30	3,82

Půdní dusík N

V případě půdního dusíku situaci částečně komplikuje změna analytické metody používané k jeho stanovení. Přesto však lze v celkovém pohledu konstatovat pokles podílu této živiny u vápněné varianty ve srovnání s kontrolou, a to ve všech třech sledovaných horizontech. V roce 2003 bylo zastoupení půdního dusíku na vápněné variantě v horizontu F o necelou sedminu nižší než u kontroly, v případě horizontů H a A byl podíl této živiny u vápněné varianty nižší ve vztahu ke kontrole o necelou pětinu.

Tab. 3.

Vývoj obsahu celkového půdního dusíku

Total soil nitrogen development

Horizont/ Layer	N						
	Rok/Year		1991	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	Metoda/ Method	%				
F	Kontrola/ Control	S. K. Kjel.	1,08	1,57	-	-	-
			-	1,55	1,62	1,81	1,47
	Vápněno/ Limed	S. K. Kjel.	0,70	1,41	-	-	-
			-	1,33	1,37	1,89	1,27
H	Kontrola/ Control	S. K. Kjel.	0,83	1,31	-	-	-
			-	1,21	0,77	1,68	1,10
	Vápněno/ Limed	S. K. Kjel.	0,36	1,30	-	-	-
			-	1,20	1,31	1,51	0,89
A	Kontrola/ Control	S. K. Kjel.	0,15	0,16	-	-	-
			-	0,21	0,18	0,22	0,27
	Vápněno/ Limed	S. K. Kjel.	0,13	0,17	-	-	-
			-	0,26	0,12	0,17	0,22

Vzhledem ke změně analytické metody stanovení nebyly trendy vývoje obsahu půdního dusíku v čase statisticky hodnoceny.

Obsah oxidovatelného uhlíku Cox

Ve srovnání s kontrolou bylo v půdním horizontu F vápněné varianty v první polovině sledovaného období nižší množství oxidovatelného uhlíku. Tento schodek však po roce 1996 téměř vymizel. V horizontu H nebyla bilance tohoto biogenního prvku vápněním výrazněji ovlivněna.

Poněkud jiná je situace v případě horizontu A. V roce 1998 zde bylo u vápněné varianty zastoupení Cox o polovinu nižší než u kontroly. V letech 2000 a 2003 však podíl oxidovatelného uhlíku v A horizontech obou variant vzrostl a rovněž mezivariantní rozdíl se snížil na 15,1 %.

Statistická analýza hodnot Cox v čase neprokázala u kontroly ani u vápněné varianty v žádném ze sledovaných horizontů signifikantně vzestupný či sestupný trend. Ani u jednoho z horizontů rovněž nebyla prokázána různoběžnost regresních přímk vývoje obsahu Cox v jednotlivých variantách vůči sobě.

Tab. 4.

Vývoj obsahu oxidovatelného uhlíku

Development of oxidable soil carbon percentage

Horizont/ Layer	Cox					
	Rok/Year	1991	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	%				
F	Kontrola/ Control	31,1	30,4	26,5	31,6	25,8
	Vápněno/ Limed	25,7	26,6	29,8	31,4	23,7
H	Kontrola/ Control	19,4	23,0	11,5	25,4	19,7
	Vápněno/ Limed	16,7	22,6	22,8	24,9	21,5
A	Kontrola/ Control	4,9	2,6	3,3	3,3	5,3
	Vápněno/ Limed	3,6	3,1	1,6	2,4	4,5

Obsah bázi S

Při celkovém hodnocení sledovaného období 1991 - 2003 je i přes fluktuaci hodnot patrné, že vápnění zvýšilo obsah přístupných bází, a to především v horizontu H. V horizontu F účinek povrchové aplikace přestal být výrazným po roce 1994. V případě horizontu A jsou hodnoty registrované u srovnávaných variant v rámci jednotlivých let víceméně vyrovnané.

Statistická analýza parametru S u vápněné varianty ani u kontroly neprokázala v žádném ze sledovaných horizontů signifikantně vzestupný či sestupný trend. Ani u jednoho horizontu rovněž nebyla prokázána různoběžnost regresních přímk vývoje charakteristiky S v jednotlivých variantách vůči sobě.

Tab. 5.

Vývoj obsahu přístupnýchází

Development of sum of exchangeable bases (KAPPEN)

Obsah přístupnýchází S/Sum of exchangeable bases							
Horizont/ Layer	Rok/ Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mval/100g		meq/100g			
F	Kontrola/ Control	15,3	21,9	26,4	16,7	26,7	27,6
	Vápněno/ Limed	23,7	31,4	24,9	19,6	27,4	33,6
H	Kontrola/ Control	6,3	14,4	9,6	4,5	16,9	13,3
	Vápněno/ Limed	6,3	22,6	9,6	13,5	17,8	19,5
A	Kontrola/ Control	1,6	0,2	0,6	2,7	1,9	4,0
	Vápněno/ Limed	1,6	0,4	1,0	1,7	1,7	3,9

Kationtová sorpční výměnná kapacita T

Kationtová sorpční výměnná kapacita byla povrchovým vápněním ovlivněna jen mírně. Pozitivní účinek povrchového vápnění se zde dostavil nejdříve u horizontu F, a to již na podzim po aplikaci. V horizontu H byl vzestup parametru T u vápněné varianty registrován až při odběrech uskutečněných v roce 1994, ve srovnání s horizontem F si zde ale vápněná varianta uchovala větší hodnoty T proti kontrole i v roce 2003. U horizontu A se, na rozdíl od holorganických horizontů, účinek vápnění na sorpční výměnnou kapacitu jeví spíše jako mírně negativní.

Při srovnání hodnot parametru T v rámci polohy v půdním profilu jsou podle očekávání největší hodnoty sorpční výměnné kapacity registrovány u horizontu F. V horizontu H je již patrný pokles hodnot této charakteristiky. Ke skokovému snížení kationtové sorpční výměnné kapacity dochází, ve shodě s předpoklady po přechodu z holorganické vrstvy půdy (horizonty F a H) do organominerálního horizontu A.

Tab. 6.

Vývoj kationtové sorpční výměnné kapacity

Development of cation exchangeable capacity (KAPPEN)

Kationtová sorpční výměnná kapacita T/Cation exchange capacity							
Horizont/ Layer	Rok/ Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mval/100g		meq/100g			
F	Kontrola/ Control	63,6	73,8	73,1	55,4	72,0	63,7
	Vápněno/ Limed	77,1	79,2	64,5	58,6	71,1	63,9
H	Kontrola/ Control	50,0	60,8	51,4	25,8	64,3	39,8
	Vápněno/ Limed	50,1	69,4	53,5	49,6	66,6	48,4
A	Kontrola/ Control	18,0	8,2	9,1	9,8	11,8	15,6
	Vápněno/ Limed	14,0	9,2	10,4	7,3	10,7	14,1

Statistická analýza hodnot T z hlediska časového vývoje neprokázala u kontroly ani u vápněné varianty v žádném ze sledovaných horizontů signifikantně vzestupný či sestupný trend. V žádném z horizontů rovněž nebyla konstatována průkazná nerovnoběžnost regresních přímk vývoje parametru T ve srovnávaných variantách vůči sobě.

Nasycení sorpčního komplexu bázemi V

Povrchové vápnění zřetelně, avšak nikoliv razantně, zvýšilo nasycení sorpčního komplexu bázemi u horizontů F a H. Tento účinek meliorace přetrvává i do současnosti. Zvýšení tohoto parametru lze, s výjimkou roku 1998, vypočítat i u horizontu A. Zajímavá je tendence postupného nárůstu procenta nasycení sorpčního komplexu v čase, registrovatelná v posledních letech u všech horizontů bez ohledu na variantu. Vzestup V u horizontu F obou variant je signifikantní. V horizontu H je časový vzestup hodnot označen jako průkazný u kontroly, na vápněné variantě zůstává těsně mimo hranice průkaznosti. V horizontu A je jako průkazně vzestupný označen trend nárůstu hodnot V u vápněné varianty, na kontrole zůstává tento nárůst neprůkazný. Ani v jednom horizontu nebyla konstatována průkazná různoběžnost regresních přímk vývoje parametru V srovnávaných variant vůči sobě.

Tab. 7.

Vývoj nasycení sorpčního komplexu bázemi

Development of base saturation (KAPPEN)

Nasycení sorpčního komplexu bázemi V/Base saturation							
Horizont/ Layer	Rok/ Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	%					
F	Kontrola/ Control	20,2	29,3	35,3	29,4	37,2	43,2
	Vápněno/ Limed	30,3	32,4	38,6	33,2	38,4	52,6
H	Kontrola/ Control	11,4	23,5	17,0	17,8	26,1	33,0
	Vápněno/ Limed	13,2	31,1	24,9	27,2	26,8	41,1
A	Kontrola/ Control	8,8	1,7	6,0	27,9	15,9	25,9
	Vápněno/ Limed	10,1	3,3	8,4	19,6	16,2	27,5

Hydrolytická acidita H (T-S)

Především v případě horizontu F je patrný sice pozvolný, avšak v konečném důsledku významný, pokles hydrolytické acidity za sledované období 1991 až 2003. Vliv vápnění na tento parametr má jen relativně malý význam v kontextu s mírou změn, k nimž došlo bez ohledu na chemickou melioraci. U horizontu A přišel po poklesu hydrolytické acidity, který byl registrován v období 1994 až 1998, její opětovný nárůst, a to prakticky na výchozí úroveň z roku 1991. U horizontu H je vývoj tohoto parametru po roce 1996 dosti rozkolísaný, takže prozatím nelze přikládat nějakou větší důležitost relativně značnému poklesu, který zde byl zaznamenán v roce 2003. Vápnění nemělo výraznější vliv na hydrolytickou aciditu ani v případě horizontů H a A.

Postupný pokles hodnot hydrolytické acidity v čase statistická analýza označila jako průkazný v horizontu F u obou variant. V dalších horizontech nebyl ani u jedné z variant konstatován signifikantně vzestupný či sestupný trend. Nebyla rovněž v žádném z horizontů konstatována průkazná nerovnoběžnost regresních přímk vývoje charakteristiky H ve srovnávaných variantách vůči sobě.

Tab. 8.
Vývoj hodnot hydrolytické acidity půdy
Development of hydrolytic acidity (K_{APPEN})

Horizont/ Layer	H (T-S)						
	Rok/Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mval/100g meq/100g					
F	Kontrola/ Control	57,7	52,0	46,7	39,7	45,3	36,1
	Vápněno/ Limed	53,5	47,8	39,6	39,0	43,7	30,3
H	Kontrola/ Control	43,7	46,3	41,8	21,3	47,4	26,5
	Vápněno/ Limed	43,1	46,8	40,1	36,1	48,8	28,9
A	Kontrola/ Control	11,5	8,0	8,5	7,1	10,0	11,6
	Vápněno/ Limed	11,1	8,8	9,4	5,6	8,9	10,2

Přístupný draslík

Na podzim 1991, tedy několik měsíců po aplikaci dolomitického vápence, byl podíl přístupného draslíku v půdě vzorků z horizontu F u vápněné varianty ve srovnání s jejich protějšky z kontrolní varianty výrazně nižší. Pak ale došlo u vápněné varianty k opětovnému nárůstu množství dostupné formy této živiny, takže o tři roky později, v roce 1994, byl tento rozdíl již podstatně menší. V letech 1998 a 2000 se v horizontu F obsahy tohoto prvku u obou variant pohybovaly na vzájemně srovnatelných úrovních a zároveň docházelo ke vzestupu hladiny draslíku v půdě. V roce 2003 byl u obou variant registrován pokles množství přístupného draslíku, který byl v případě vápněné varianty mnohem výraznější.

U horizontu H neiniciovalo povrchové vápnění žádnou okamžitou odezvu ve vývoji přístupného draslíku. Tento vývoj v podstatě vykazoval, navzdory určitým výkyvům v absolutních hodnotách (roky 1998 a 2000), i stejnou dynamiku v čase. K podobnému závěru jako u horizontu H lze dospět také v případě horizontu A. Odchylna v obsahu draslíku u vápněné varianty v roce 1996 patrně není, vzhledem ke značné velikosti registrované hodnoty, zcela relevantní skutečnému stavu.

V horizontu F na kontrole byl trend nárůstu přístupného draslíku v čase průkazný, na vápněné variantě vzestupná tendence v čase zůstala těsně mimo hranice průkaznosti. V dalších horizontech nebyl ani u jedné z variant konstatován signifikantně vzestupný či sestupný trend. U žádného z horizontů nebyla také konstatována průkazná různoběžnost regresních přímků vývoje obsahu draslíku ve srovnávaných variantách vůči sobě.

Přístupný fosfor

Při celkovém hodnocení sledovaného období 1991 až 2003 je zřejmé, že povrchová aplikace přeci jen o něco snížila množství dostupného fosforu v půdě všech tří horizontů. Pokud bychom si hodnoty vynesli do grafů, potom křivky obsahu této živiny by se u vápněné varianty pohybovaly převážně pod křivkami vyneseny pro kontrolu. A to přestože v jednotlivých letech došlo v tom či onom horizontu k epizodním výkyvům, kdy se hladina fosforu v půdě vápněné varianty dostala prakticky na úroveň kontroly nebo i mírně nad ní.

U vápněné varianty ani u kontroly nebyl statisticky prokázán v žádném ze sledovaných horizontů signifikantně vzestupný či sestupný trend. Ani v jednom horizontu nebyla rovněž konstatována průkazná nerovnoběžnost regresních přímků vývoje obsahu fosforu ve srovnávaných variantách vůči sobě.

Tab. 9.
Vývoj obsahu přístupného draslíku
Development of content of citric acid soluble potassium

Horizont/ Layer	K ₂ O						
	Rok/Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mg/100g					
F	Kontrola/ Control	26,8	27,1	23,9	34,8	67,4	60,9
	Vápněno/ Limed	10,8	22,6	17,3	33,1	63,4	40,9
H	Kontrola/ Control	19,9	19,2	14,1	16,4	44,7	15,2
	Vápněno/ Limed	19,5	17,6	15,0	25,2	34,8	13,4
A	Kontrola/ Control	3,1	2,8	3,3	3,4	6,5	5,4
	Vápněno/ Limed	2,7	2,6	11,1	3,0	5,3	4,6

Tab. 10.
Vývoj obsahu přístupného fosforu
Development of content of citric acid soluble phosphorus

Horizont/ Layer	P ₂ O ₅						
	Rok/Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mg/100g					
F	Kontrola/ Control	32,7	28,3	30,3	33,8	27,6	18,1
	Vápněno/ Limed	27,3	25,7	25,2	15,3	27,6	22,0
H	Kontrola/ Control	30,0	32,6	19,2	16,0	30,1	17,6
	Vápněno/ Limed	32,3	22,2	23,8	12,4	25,6	12,1
A	Kontrola/ Control	13,0	9,1	9,3	10,8	12,8	11,8
	Vápněno/ Limed	10,3	6,8	10,4	7,1	11,9	8,9

Přístupný vápník

Podle výstupů z laboratorních analýz nebyl obsah přístupného vápníku u horizontu F povrchovým vápněním v prvních letech překvapivě vůbec ovlivněn a pohyboval se na srovnatelné nebo dokonce nepatrně nižší úrovni než u kontrolní varianty. Teprve v roce 2000 došlo k výraznější diferenciaci hodnot ve prospěch vápněné varianty a tento trend byl potvrzen také údaji z roku 2003.

V horizontu H byla situace odlišná a zcela odpovídala očekávaním. V roce 1991 zde podíl přístupného vápníku několikanásobně převyšoval hodnoty registrované u kontrolní varianty. Poté došlo k postupnému sbližování hodnot. Přesto si zde ale vápněná varianta stále zachovává jasně viditelný náskok.

Zřetelně vyšší hodnoty obsahu přístupné formy této bazické živiny u vápněné varianty je možné ve většině případů vidět také v horizontu A.

V horizontu F označila testovací statistika trend nárůstu koncentrací přístupného vápníku v čase za průkazný u obou variant. V horizontu H je průkazný časový vzestup obsahu vápníku na kontrole; u vápněné varianty není prokázán klesající či rostoucí trend. V horizontu A nebyl ani u jedné z variant konstatován signifikantně vzestupný či sestupný trend.

Ani v jednom z horizontů rovněž nebyla konstatována signifikantní nerovnoběžnost regresních přímků vývoje obsahu vápníku v jednotlivých variantách vůči sobě.

Tab. 11.

Vývoj obsahu přístupného vápníku

Development of content of citric acid soluble calcium

CaO							
Horizont/ Layer	Rok/Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mg/100g					
F	Kontrola/ Control	111,7	168,8	274,2	204,8	299,3	441,3
	Vápněno/ Limed	76,1	175,4	225,6	199,1	484,4	786,7
H	Kontrola/ Control	54,3	82,7	83,8	88,9	125,0	101,3
	Vápněno/ Limed	193,6	167,9	110,0	136,4	130,7	183,3
A	Kontrola/ Control	14,0	11,3	11,7	44,4	19,5	31,3
	Vápněno/ Limed	23,9	17,8	21,1	30,0	18,9	40,3

Tab. 12.

Vývoj obsahu přístupného hořčíku

Development of content of citric acid soluble magnesium

MgO							
Horizont/ Layer	Rok/Year	1991	1994	1996	1998	2000	2003
	Varianta/ Variant	mg/100g					
F	Kontrola/ Control	58,0	121,5	214,1	86,3	133,3	209,9
	Vápněno/ Limed	37,8	121,9	157,6	78,6	217,3	382,7
H	Kontrola/ Control	22,5	52,8	51,7	29,7	46,8	33,7
	Vápněno/ Limed	126,0	135,6	73,4	46,5	48,8	61,1
A	Kontrola/ Control	5,1	7,2	7,3	7,7	7,5	10,5
	Vápněno/ Limed	12,2	12,5	13,3	6,7	8,2	14,7

Přístupný hořčík

U hořčíku je situace v podstatě analogická jako byla registrována v případě vápníku. V horizontu F se podle výstupů laboratorních analýz povrchové vápnění výrazněji projevilo, stejně jako u vápníku, až v letech 2000 a 2003.

V horizontu H oproti tomu došlo u vápněné varianty k výraznému navýšení podílu přístupné formy této živiny již na podzim 1991 a diametrální rozdíl mezi vápněnou a kontrolní variantou v této charakteristice přetrvával i v roce 1994. V roce 1996 již došlo k podstatnému zmenšení difference obsahu hořčíku mezi kontrolní a vápněnou variantou. Přesto obsah přístupného hořčíku stále zůstává, s výjimkou roku 2000, zřetelně až výrazně vyšší do současnosti (rok 2003).

Vápnění se okamžitě projevilo i v nárůstu hladiny přístupného hořčíku v horizontu A. Povrchové vápněná varianta zde vykazovala zřetelně vyšší podíl této živiny až do roku 1996, poté, v letech 1998 a 2000, došlo k vyrovnání hodnot. Na podzim 2003 se nicméně převaha vápněné varianty v obsahu této živiny opět projevila.

Průkazně vzestupný je časový trend koncentrace hořčíku v horizontu F vápněné varianty. V horizontu H nebyl ani u jedné z variant konstatován signifikantně vzestupný či sestupný trend, přestože u vápněné varianty je zřetelný postupný pokles hodnot s přibývajícím lety od experimentálního přivápnění. U horizontu A statistika hodnotí jako průkazně rostoucí obsah hořčíku na kontrole.

V horizontu F ani A nebyla konstatována vzájemná nerovnoběžnost regresních přímků vývoje obsahu přístupného hořčíku na srovnávacích variantách. V horizontu H se ale postupný pokles obsahu hořčíku na vápněné variantě s přibývajícím lety od experimentálního přivápnění projevilo. Regresní přímka vývoje obsahu hořčíku vápněné varianty je v horizontu H průkazně nerovnoběžná s regresní přímkou vývoje obsahu hořčíku u kontroly, a to i přes fakt, že ani u jedné varianty nebyla prokázána nerovnoběžnost regresních přímků s osou času.

DISKUSE

Půdní reakce

Fakt, že povrchová aplikace vápence ovlivnila obě formy půdní reakce v rámci celého sledovaného půdního profilu vcelku nevýrazně, je překvapivý. Je totiž potřeba brát v úvahu, že u každého stromku byl 1 kg melioračního materiálu aplikován na kruhovou plochu o průměru přibližně 1 m. Půda v rámci plošek, na něž byl vápenec rozptýlen, tedy byla vystavena dávce odpovídající 12,7 t/ha a aplikovaný materiál byl navíc velmi jemnozrný.

PODRÁZSKÝ (1993) uvádí, že v případě aplikace 9 tun dolomitického vápence na hektar v relativně podobných podmínkách Orlických hor (lokalita Velká Deštná) došlo po třech vegetačních sezonách v horizontu F ke zvýšení pH (H₂O) o 0,9 jednotky, což je podstatně větší nárůst než v experimentu na Jizerce. Materiál použitý při pokusech v Orlických horách byl přitom zrnitostně i chemicky totožný s tím, který byl aplikován na Jizerce. Oproti tomu v horizontech H a A se u jizerskohorského experimentu půdní reakce povrchovým vápněním zvýšila o trochu více než v Orlických horách. Míra ovlivnění pH v těchto hlouběji položených horizontech však zůstává v obou případech velmi malá.

Stejný autor (PODRÁZSKÝ 2003a) v jedné ze svých pozdějších prací doplnil časovou řadu hodnot některých pedochemických parametrů včetně pH na ploše v Orlických horách o novější údaje. V horizontu F bylo 14,5 roku po vápnění (9 t/ha) registrováno pH (H₂O) na hodnotě 5,4, v horizontu H bylo 4,7 a v horizontu A se rovnalo 5 hodnotovým jednotkám. Kontrolní varianta (2002) vykazovala v horizontech F, H a A hodnoty 4,6; 4,6 a 4,2. Došlo tedy k výraznému rozrůznění hodnot mezi variantami i v hlouběji položeném horizontu A. To v případě našeho pokusu dosud nebylo pozorováno.

Proti výraznějším změnám půdní reakce na ploše Jizerka patrně působí velká pufrační schopnost horizontů nadložního humusu a nepochybně také fakt, že meliorant nebyl při své aplikaci zapravován do půdního profilu. Je také potřeba brát v úvahu logaritmický charakter funkce pH. Podobné faktory nicméně vystupovaly i v Orlických horách.

Na pokusné ploše Jizerka je zajímavé i opoždění projevu povrchového vápnění u obou forem půdní reakce. Nejvýraznější rozdíl mezi kontrolní a povrchově vápněnou variantou byl u aktivní a výměnné reakce detekován až v roce 1996, zatímco u některých

jiných pedochemických charakteristik (N, Cox, S atd.) byly účinky vápnění zřejmě hned na podzim po aplikaci, která byla realizována na jaře 1991.

Z hlediska stavu půdy stojí za pozornost postupný nárůst hodnot půdní reakce u obou variant, i když jej testovací statistika (s výjimkou hodnot pH (KCl) v horizontu F u vápněné varianty) neoznačila jako průkazný vývojový trend. Tento nárůst se týká jak vrstvy nadložního humusu, tak svrchního minerálního horizontu a patrně nemá přímou souvislost s experimentálním cíleným povrchovým vápněním, protože je registrovatelný i u kontroly. V této souvislosti je na místě uvést, že jako žádoucí se obvykle považuje hodnota pH (KCl) kolem 4,2 (ne o mnoho více) dosažená v minerální vrstvě půdy (ULRICH 1986a, b).

Některé z uvedených pozorování by částečně mohlo vysvětlovat provozní letecké vápnění, které bylo na lokalitě experimentu provedeno před založením výzkumné plochy koncem 80. let 20. století a rovněž vliv opadu trav a další přizemní vegetace.

Půdní dusík N

Na rozdíl od půdní reakce byla odezva půdního dusíku alespoň v horizontech F a H na povrchové vápnění prakticky okamžitá a je nutné konstatovat, že vliv vápnění na bilanci této živiny nebyl příznivý. Negativní dopad vápnění na množství půdního dusíku popisují také např. SCHÜLER (1987), OLSSON (1986) a KREUTZER et al. (1991).

V posledních letech se zdá, že účinky vápnění na množství půdního dusíku začínají v horizontu F pomalu ustupovat a rozdíl v obsahu dusíku mezi oběma variantami by se mohl i nadále do budoucna zmenšovat. Vzhledem k relativní rozkolísanosti hodnot je však nutné s formulováním konkrétnějších závěrů ještě vyčkat.

V nejnižší situovaném horizontu A se u vápněné varianty v roce 1996 přechodně zvýšilo množství půdního dusíku oproti kontrole. Je možné, že tato odchylka indikovala vyplavování z výše položených horizontů, nicméně po zbytek sledovaného období se i v horizontu A pohybovalo množství půdního dusíku na vápněné variantě pod úrovní kontroly.

Poněkud nižší množství dusíku na vápněné variantě patrně není pouze důsledkem ztrát této živiny vyplavováním z půdního profilu. S velkou pravděpodobností do bilance této živiny výrazně promlouvá také její odběr lépe prosperujícími a rychleji odrůstajícími smrky na povrchově přivápněné variantě. Tak například, zatímco kořenový systém průměrného smrkového jedince z kontrolní varianty v sobě obsahoval 0,896 g dusíku, výrazně větší kořenová biomasa průměrného povrchově vápněného jedince v sobě poutala 1,307 g této živiny, přestože relativní zastoupení dusíku na jednotku kořenové sušiny bylo u této vápněné varianty nižší než u kontroly (KUNEŠ et al. 2004). Ze zahraničních autorů popsali význam kořenového systému vitálních lesních porostů pro omezení ztrát dusíku, ale i půdních bází, z ekosystému vyplavováním například LUNDELL, JOHANNISSON a HÖGBERG (2001).

Obsah oxidovatelného uhlíku Cox, resp. humusu

Vápnění obvykle zintenzivňuje biologickou aktivitu půd, která se projevuje ve zrychleném odbourávání organických látek. Může tak mít příznivý účinek na kvalitu humusu (DELEPORTE, TILLIER 1999), ale také vést k poklesu celkového množství organické hmoty, jak to uvádějí například KREUTZER (1995), DEROME (1985) a MATZNER (1985), MARSCHNER, WILCZYNSKI (1991) a ROSENBERG et al. (2003). Nepříznivý účinek vápnění na půdní organickou hmotu

a v důsledku jejich ztrát také na množství půdního uhlíku či dusíku popisují i další autoři (ULRICH, KEUFEL 1970, SEIBT, REEMTSMA 1977, SEIBT, WITTICH 1977).

Výsledky chemických analýz prezentované v této studii zatím nenaznačují, že by experimentální vápnění v případě jizerskohorského pokusu iniciovalo nějaké dalekosáhlé a dlouhodobé změny v tomto směru. Žádný odlišný časový trend vápněné varianty od kontroly není prokázán. Vápnění se nejvíce projevuje v nejhluběji položeném horizontu A, kde je oxidovatelného uhlíku nejméně. Proto zde i takový mezivariantní rozdíl, který by byl v horizontech nadložního humusu nevýznamný, znamená výraznou proporcionální odlišnost. To lze obecně formulovat tak, že s hloubkou sice velikost účinků povrchového vápnění postupně klesá, stoupá ale význam každé jednotky rozdílu, který vápnění vyvolá. Zóna projevů vápnění v půdě se u povrchové aplikace navíc rozšiřuje směrem k hlouběji položeným horizontům pozvolna, jak se látky z meliorantu a produkty vzájemných reakcí těchto látek s ostatními složkami půdy dostávají hlouběji do půdního profilu.

I když se hodnoty Cox v sušině vzorků z horizontů nadložního humusu (F a H) u srovnávaných variant výrazně nelišily, nelze vyloučit, že povrchové vápnění mohlo ovlivnit mocnost vrstev nadložního humusu.

Jako hodný pozornosti se jeví fakt, že v posledních letech došlo u obou srovnávaných variant v horizontu A k nárůstu obsahu oxidovatelného uhlíku a dusíku, i když tento nárůst není podložen statisticky. I zde zatím uplynul jen krátký čas na vyvozování jakýchkoliv jednoznačných závěrů, ale tento nárůst by mohl signalizovat zvýšenou mineralizaci organické hmoty v horizontech nadložního humusu obou variant a postupné vyplavování produktů této mineralizace do minerálních vrstev půdy. Může zde hrát roli provozní letecké vápnění z 80. let, které se týkalo celé lokality, avšak velmi podobný účinek na organickou hmotu v půdě, jako se připisuje vápnění, může mít i samotné prosvětlení porostu nebo úplná ztráta porostního krytu na imisních holinách (PODRÁZSKÝ 2003b).

Hypotézu o zvýšené mineralizaci v horizontech nadložního humusu v našem případě nelze podepřít exaktněji formulovanými důkazy, protože v dlouhodobé časové řadě byly na výzkumné ploše zjišťovány pouze kvalitativní pedochemické ukazatele v rámci jednotlivých horizontů. Nebyly bohužel sledovány kvantitativní údaje. Jinými slovy, zjišťovalo se, jak se vyvíjela chemická kvalita půdního materiálu v rámci jednotlivých horizontů, ale nezjišťovalo se již, jak se vyvíjelo množství sušiny tohoto materiálu na jednotku plochy. Bylo by proto velice žádoucí rozšířit analýzy prováděné na výzkumné ploše o tuto kvantitativní dimenzi.

Obsah bází S

Ve srovnání s jinými experimenty byl na Jizerce vliv vápnění na obsah bází, alespoň podle výstupů analýz, v horizontu F překvapivě nevýrazný.

PODRÁZSKÝ (2003a) ještě čtrnáct a půl roku po aplikaci dolomitického vápence v dávce 9 t/ha registruje výrazné ovlivnění obsahu bází napříč třemi svrchními horizonty (F, H, A) drnového horského podzolu.

V případě experimentu na Jizerce se náskok přivápněné varianty po roce 1994 v horizontu F výrazně zmenšil a vývojové křivky tohoto parametru zde od té doby procházejí analogickým vývojem a velmi podobnými hodnotami jen s nepatrnou převahou vápněné varianty v jednotlivých letech. Předpokládáná větší trvalost účinků povrchového vápnění se projevuje pouze v horizontu H.

Zajímavý je výrazný vzestup obsahu bázi registrovaný v horizontu A u obou variant v roce 2003. Může se jednat pouze o skokovou odchylku danou odběrem nebo laboratorním zpracováním, která se v následujících letech vrátí k „normálu“. Nelze zatím ale ani vyloučit, že se jedná o indikaci zvýšené míry vyplavování. Podobně jako nárůst obsahu celkového dusíku a oxidovatelného uhlíku, registrovaný od roku 2000, i vzestup obsahu bázi v horizontu A totiž může souviset s intenzivní mineralizací ve vrstvách nadložního humusu, či s vyplavováním bázi v důsledku kyselé depozice. Nicméně statistická analýza dosavadních dat neprokázala různoběžnost regresních přímek proložených hodnotami obsahu bázi s časovou osou. Až další série odběrů nám v tomto ohledu napovědí více.

Kationtová sorpční výměnná kapacita T

Dosavadní práce jiných autorů, které zahrnují posouzení vlivu vápnění na tento parametr, hodnotí účinky vápnění na kationtovou výměnnou kapacitu veskrze kladně. Kupříkladu KREUTZER (1995) zmiňuje vyšší hodnoty sorpční výměnné kapacity ještě 8 let po vápnění. PODRÁZSKÝ (1994), který vyhodnocoval výsledky vápnění ve vrcholových partiích Orlických hor (lokalita Velká Deštná), uvádí, že čtyři a půl roku po aplikaci jemnozrnné moučky dolomitického vápence v dávkách, které odpovídaly množství 3 t a 9 t na 1 hektar, byla sorpční výměnná kapacita v horizontu F na vápněných variantách vůči kontrole o 24 mval/100 g, resp. o 42 mval/100 g vyšší. Jedenáct a půl roku po aplikaci vápence v případě pokusu v Orlických horách činily rozdíly v horizontu F u parametru T mezi kontrolou a přívápněnými variantami 15,9 mval/100 g, resp. 14,2 mval/100 g (NOVOTNÝ 2002). Pozitivní účinek vápnění však s hloubkou v rámci profilu rychle klesal. K podobným závěrům došel v Krušných horách například CZERNEY (1968).

U výsadbového pokusu na ploše Jizerka hovoří výstupy analýz v zóně nadložního humusu také spíše ve prospěch přívápněné varianty. Rozdíly nicméně nejsou velké, takže lze říci, že kationtová výměnná kapacita zde byla povrchovým vápněním ve sledovaném období 1991 až 2003 ovlivněna jen velmi mírně.

Zajímavým se ve sledovaném období jeví časový vývoj hodnot tohoto parametru v horizontu A. Zde, po výrazném poklesu a čtyřletém období, kdy se kapacita dočasně ustálila na snížené hladině, dochází po roce 1998 k opětovnému nárůstu kationtové výměnné kapacity prakticky na úroveň z roku 1991. To je ovlivněno patrně především zvyšujícím se podílem organické složky v horizontu A po roce 1998. Za zmínku stojí také nepatrně nižší hodnoty kationtové výměnné kapacity v horizontu A u přívápněných variant, které lze na Jizerce pozorovat po roce 1998. Tento hodnotový výkyv ve svrchním minerálním horizontu byl totiž zaznamenán také v případě pokusu v Orlických horách (NOVOTNÝ 2002), i když i tam byly rozdíly mezi variantami velmi malé.

Nasycení sorpčního komplexu bázemi

HEINSDORF et al. (1990) uvádí, že ve vrcholových polohách Durynského lesa bylo během tří let již při dávce 4 t hořečnatého slínu na hektar dosaženo prakticky plné saturace sorpčního komplexu ve vrstvě F + H. Podobné, velmi pronikavé, účinky chemické meliorace na nasycení sorpčního komplexu popisují také např. NILSON et al. (2001), PODRÁZSKÝ (1995), PODRÁZSKÝ, BALCAR (1996), KREUTZER (1995), BAKKER et al. (1999), LUNDSTRÖM et al. (2003), SIKSTRÖM (2001), VAN HEES et al. (2003).

KUNEŠ s PODRÁZSKÝM (2003) posuzovali vliv povrchového vápnění v Orlických horách na stanovišti, které je svými ekologickými

podmínkami relativně podobné lokalitě výzkumné plochy Jizerka. Jedná se o meliorační experiment, který byl uveden také v předchozí pasáži věnované sorpční výměnné kapacitě. Zmiňovaní autoři u pokusu v Orlických horách konstatovali výrazný vliv vápnění ještě 14,5 roku po aplikaci. Po uplynutí této doby bylo nasycení sorpčního komplexu u dávky odpovídající 3 t jemnozrnného dolomitického vápence na hektar v horizontu F 78,8 %, u dávky ekvivalentní 9 t dolomitického vápence na hektar pak činilo 80,3 %. I kontrola však vykazovala překvapivě vysokou hodnotu 46,1 %. Ačkoliv nebylo provedeno zapracování, vliv vápnění v tomto případě pronikl i do hlubších horizontů. V horizontu H byly hodnoty parametru V po necelých patnácti letech na přívápněných variantách 56,5 % (3 t/ha) a 61,7 % (9 t/ha), na kontrole pak 29,2 %. U horizontu H nasycení sorpčního komplexu přívápněných variant dosahovalo 28,6 % (3 t/ha), resp. 53,5 % (9 t/ha), u kontroly činilo 17,1 %.

Za zmínku v případě orlickohorského experimentu stojí také nárůst hodnot nasycení sorpčního komplexu u kontroly, který lze v časové řadě přes fluktuaci vysledovat. K analogickému nárůstu totiž dochází také na stanovišti pokusné plochy Jizerka.

V experimentu na Jizerce by se u horizontů F a H mohlo na první pohled zdát, že trend nárůstu nasycení sorpčního komplexu bázemi v sobě odráží určitý pokles hodnot T u obou variant registrovaný v roce 2003. Avšak v roce 2000 v těchto horizontech byly na vzestupu hodnotové křivky jak u parametru T, tak i u parametru V. Rovněž u horizontu A jsou např. v roce 2003 na vzestupu křivky V a T zároveň. Jeví se tedy, že do nasycení sorpčního komplexu bázemi nepromlouvá zdaleka pouze vzájemný vztah mezi parametry T a V, ale např. také kvalita produktů humifikace apod. Nikoliv jen mineralizační, ale i humifikační procesy v půdě totiž mohou být ztrátou porostního krytu výrazně ovlivněny. I zde okamžitě vyvstává otázka, zda zvýšená kvalita humifikačních produktů není vykoupena ztrátami v zásobě nerozložené organické hmoty na stanovišti. Otázky bilance množství organického materiálu se v tomto kontextu jeví jako vysoce aktuální téma, i když výzkum, který by směřoval k jejich zodpovězení, by byl vysoce časově, technologicky i finančně náročný.

Přístupný draslík

Vývoj obsahu přístupného draslíku v půdě naznačuje vysokou pohyblivost tohoto prvku. Podle hodnot z pokusu na Jizerce se zdá, že aplikované povrchové vápnění může množství přístupného draslíku skutečně přechodně snížit. Určitý, i když statisticky neprůkazný, posun obsahu draslíku po vápnění směrem k nižším hodnotám zaznamenal také například NOHRSTEDT (2002), a to i v případě, že vápnění bylo kombinováno s PK hnojiv. Tomuto posunu však nepřikládal větší význam. V našem experimentu fluktovaly vývojové křivky obsahu draslíku u obou variant podle stejných vývojových trendů a odchylky hodnot v časové řadě jednotlivých variant diametrálně převyšovaly mezivariantní rozdílnosti v jednotlivých letech. To naznačuje, že souhrn ostatních faktorů promlouvajících do množství přístupného draslíku v jednotlivých letech nad vlivem experimentálního vápnění na lokalitě Jizerka výrazně převažoval.

Jako nezanedbatelný faktor je zde určitě opodstatněné uvést, že lépe prosperující smrkové kultury na povrchově přívápněných variantách z půdy odebraly, a ve své živé biomase fixovaly, podstatně větší množství tohoto prvku než výsadby kontrolní, což mohlo bilanci tohoto prvku do jisté míry také ovlivnit. Například jen v kořenovém systému jednoho průměrného smrkového jedince z povrchově vápněné varianty bylo obsaženo asi 0,95 g draslíku,

zatímco kořenový systém průměrného smrkového protějšku z kontrolní varianty obsahoval asi 0,67 g této živiny. Některé výsledky týkající se biomasy pokusných výsadeb v rámci srovnávaných variant prezentovali KUNEŠ et al. (2004).

Přístupný fosfor

Povrchové vápnění částečně zvýšilo půdní reakci, která na stanovišti kolísá mezi silně až středně kyselou. Tomuto, i když podle výsledků analýz jen mírnému, zvýšení půdní reakce by v dané zóně pH stupnice mělo odpovídat i navýšení množství přístupného fosforu (BRADY 1990, BINKLEY 1986). V našem případě je ale množství dostupného fosforu v půdě po povrchovém vápnění ve většině pozorování menší. Nelze vyloučit, že vápnění mohlo indukovat tvorbu hůře rozpustných Ca-fosfátů v okolí částic aplikovaného vápence, jak to po vápnění kyselé lesní půdy popisuje například FRANSSON et al. (1999).

PODRÁZSKÝ (1993) uvádí, že množství fosforu by mohlo být v prvním období po vápnění ovlivněno zvýšeným odběrem travní buřeny, především třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa* CHAIX./GMEL.), která na vápnění reaguje posílením zastoupení svých společenstev (PELC 1997). Na ploše Jizerka bohužel chybějí informace o reakci buřeny na experimentální vápnění v prvních letech po aplikaci. Ze šetření, která byla na Jizerce provedena později (KUNEŠ et al. 2006b), ale vyplývá, že třtina chloupkatá má sice na vápněných plochách vyšší pokryvnost, ale akumuluje ve svých porostech méně biomasy i fosforu na jednotku plochy než u kontroly. Otázka množství dostupného fosforu v první polovině sledovaného období, než kultury smrku začaly intenzivněji odrůstat, tedy není zcela dořešena.

Ve druhé polovině hodnoceného období již do bilance přístupného fosforu začaly patrně promlouvat smrkové výsadby. Ty na povrchové vápněné ploše přirůstaly podstatně intenzivněji (KUNEŠ 2003), s čímž mohl být spojen i zvýšený odběr fosforu z půdy. Zatímco kořenový systém průměrného jedince kontrolní varianty ve své biomase poutal celkem 0,0565 g čisté živiny, kořeny průměrného jedince z povrchově přívápněné varianty v sobě obsahovaly celkem 0,0804 g čistého fosforu a to přesto, že relativní zastoupení této živiny bylo na jednotku kořenové sušiny u vápněné varianty nižší. Z výsledků, které prezentuje KUNEŠ et al. (2004) a doplňuje KUNEŠ et al. (v tisku), vyplývá, že povrchově přívápněné smrky akumuluji vzhledem k množství své biomasy podstatně více fosforu než smrky z kontrolních výsadeb i ve svém jehličí, dřevě a kůře.

Přístupný vápník a hořčík

Přinejmenším velmi diskutabilní výsledky poskytly analýzy obsahu přístupného vápníku a hořčíku v horizontu F přívápněné varianty za období 1991 až 1998. Pochyby o relevantnosti zmiňovaných velice nízkých údajů u vápněné varianty, které by mohly být i několikanásobně vyšší, vyvstávají obzvláště v kontrastu s hodnotami registrovanými ve vrstvách půdy H a A, které zcela odpovídají očekáváním. Sada dat z období 1991 až 1998 v horizontu F přívápněné varianty se zdá být v rozporu se všemi dosavadními poznatky o účincích povrchového vápnění na neporušený půdní profil horské půdy.

Kupříkladu PODRÁZSKÝ (1993) uvádí, že dva a půl roku po povrchovém vápnění v Orlických horách (lokalita Malá Deštná) dávkou ekvivalentní 9 t na hektar se obsah přístupného vápníku v horizontu F zvětšil proti kontrole téměř na devítinásobek a množství dostupného hořčíku stoupl na více jak dvacetinásobek hladiny registrované u kontroly. Na exponovanějším stanovišti tohoto pohorí (lokalita

Velká Deštná) zvýšila stejná dávka moučky dolomitického vápence ve 2,5letém časovém horizontu obsah přístupného vápníku v horizontu F více jak čtyřikrát a množství přístupného hořčíku bylo oproti kontrole navýšeno na devítinásobek. Výrazný nárůst množství přístupného hořčíku a vápníku v humusové vrstvě po vápnění popisují také ULRICH a KEUFEL (1970) nebo z novějších prací např. NOHRSTEDT (2002), MEIWES et al. (2002), ŠRÁMEK, FADRHOŇSOVÁ, LOMSKÝ (2003).

Autoři této práce neznají mechanismy, kterými by bylo možné takové výsledky vysvětlit. Při dávkce jemnozrnného vápence, která v podstatě odpovídá 12,7 t na hektar, nelze předpokládat, že by materiál navýšil koncentrace hořčíku a vápníku až v horizontu H, aniž by jakkoliv ovlivnil obsah těchto prvků v horizontu F. Ani schopnost bylinné buřeny odčerpávat u vápněné varianty z horizontu F takové množství hořčíku a vápníku, že by se jejich hladiny vyrovnaly s kontrolou, se nezdá jako pravděpodobná.

Autoři mají za to, že sporné údaje v horizontu F, které jsou navíc v rozporu s vývojem některých dalších parametrů, jako je například obsah bázi, neodpovídají realitě. Přesto se je rozhodli uvést jako podnět k přemýšlení o tom, kde by mohl být problém, protože se jedná o výstupy ze čtyř samostatných analýz v relativně dlouhém časovém období.

V horizontech H a A, jak již bylo zmíněno, je vývoj obsahů zcela podle očekávání. Velmi výrazné rozdíly z počátku sledované periody 1991 až 2003 se v průběhu času postupně zmenšují. Vliv vápnění je zde však přes určité fluktuace časových řad stále jasně zřetelný.

ZÁVĚR

Pro celkové zhodnocení reakce půdního prostředí i smrkových výsadeb na vápnění v rámci tohoto experimentu je nepochybně důležitá následující perioda sledování, která bude spadat do období odeznívání až úplného odeznění účinků vápnění na stanovišti.

Za dosavadní období lze konstatovat, že vápnění sice velice mírně, přesto ale převážně příznivě, ovlivnilo půdní reakci, parametry sorpčního komplexu a obsah přístupného vápníku a hořčíku. Naopak, jeho účinky na celkovou organickou hmotu v půdě a na půdní dusík byly spíše negativní, i když ne dramaticky. Zmíněna by měla být nižší hladina fosforu a draslíku u vápněné varianty. V tomto kontextu může ale celkovou bilanci ovlivňovat také zvýšený odběr těchto prvků lépe prosperujícími a rychleji odrůstajícími přívápněnými smrky.

Je celkem překvapivé, že vápnění vyvolalo u pedochemických parametrů tak „nevýraznou“ odezvu. Meliorovaná půda byla přitom vystavena množství vápence odpovídajícímu dávce 12,7 tun na hektar. Jedním z možných vysvětlení by mohla být informace, že lokalita Jizerka byla v minulosti, ještě před založením výzkumné plochy, provozně vápněna.

Negativní dopady vápnění, přes vcelku nevýrazný projev, rozhodně nelze podceňovat. Nebezpečí nadměrné mineralizace a živinových ztrát je na imisních holinách samo o sobě velmi vysoké. To ostatně naznačují i časové řady z kontrolní varianty tohoto experimentu. Vápnění přitom uvedené riziko dále stupňuje. Kupříkladu PODRÁZSKÝ (2003a, b) proto zastává názor, že ekologická rizika, které vápnění nepochybně má, činí toto opatření právě na imisních holinách velmi problematickým. Pokud je řeč o celoplošné necílené aplikaci, autoři předkládané studie se s tímto stanoviskem zcela ztotožňují.

Hovoříme-li ale o cíleném melioračním zásahu, situace může být přeci jen jiná, obzvláště pokud by se uvažovalo o použití živinově komplexněji vybavených moderních materiálů s pomalým výdejem živin. Je zde totiž potřeba brát v potaz celkovou prosperitu kultur a jejich odrůstání, které chemická meliorace může (nikoliv musí) podpořit.

Vápnění nepochybně stimuluje mineralizaci organické hmoty v půdě. Prostřednictvím cíleně použitého vápnění však v našem případě bylo možné díky urychlení přírůstu kultur o něco dříve přitlumit hlavní příčnu mineralizačního procesu, kterou je ztráta porostního krytu. Navíc přivápněné stromy ve své biomase poutaly větší množství živin než jejich kontrolní protějšky.

Problematika celkové bilance organické hmoty a dusíku v rostlinné biomase a v půdě po vápnění na lokalitě Jizerka je předmětem výzkumu. To ale rozhodně neubírá na důležitosti otázce, zda by přesně cílená chemická meliorace v jasné daných podmínkách a za použití moderních materiálů nemohla napomoci obnově a stabilizaci lesního ekosystému na některých lokalitách horských stanovišť včetně imisních holin. Téma se stává ještě aktuálnější v souvislosti s potřebou zvýšit v imisních oblastech podíl listnatých dřevin. Řada listnáčů je totiž stanovištně náročnější, než jsou jehličnany. Je však zcela nezbytné snažit se experimentálně dodefinovat podmínky, za kterých budou minimalizována rizika cílené meliorace a posílena pravděpodobnost projevu jejich pozitivních účinků.

Z dosavadních pozorování na ploše Jizerka se zdá, že například mikrostanovištní podmínky mohou výsledky melioračních zásahů výrazně ovlivnit (KUNEŠ 2003). Značné rozdíly v reakci na meliorační stimul lze očekávat také při srovnání různých druhů dřevin. KUNEŠ (2001) a BALCAR (2001) kupříkladu dospěli k názoru, že vápnění není žádoucí v případě výsadeb břízy karpatské (*Betula carpatica* WILLD.), což je pro obnovu lesa v Jizerských horách velmi významný druh. Aplikace jemně mletého dolomitického vápence u tohoto taxonu zpomalila výškový přírůst i růst koruny. Autoři v dohledné době zamýšlejí publikování některých výsledků vztahených právě k této problematice.

Velkou pozornost je třeba věnovat testování vlastních melioračních materiálů, jejichž výběr je v současnosti podstatně větší než v roce 1991, kdy byl pokus zakládán. Ve spojitosti s cílenou meliorací by do budoucna měly hrát stále větší roli moderní hnojivé či meliorační prostředky s kontrolovaným výdejem živin a možností volby odpovídajícího zastoupení živin. Cílená aplikace těchto meliorantů by výrazně snížila možná rizika pro ekosystém a kompenzovala by jejich vyšší pořizovací cenu.

Poznámka:

Výsledky prezentované v příspěvku vznikly v rámci institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZe ČR č. 0002070201 „Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí“ a z prostředků FRVŠ přidělených na projekt č. 1475, TO G4 „Spontánní sukcese a meliorační opatření při obnově lesů Jizerských hor“. Při terénních pracích byla rovněž využita finanční podpora poskytnutá Vnitřní grantovou agenturou Fakulty lesnické a environmentální. Za spolupráci při zakládání pokusné plochy a zajištění jejího provozu autoři děkují pracovníkům LČR, lesní správě Frýdlant v Čechách.

LITERATURA

- ANDĚL, J.: Statistické metody. Praha, Matfyzpress 1998. 274 s.
- BAKKER, M., KERISIT, R., VERBIST, K., NYS, C.: Effects of liming on rhizosphere chemistry and growth of fine roots and of shoots of sessile oak (*Quercus petraea*). Plant and Soil, 217, 1999, s. 243-255.
- BALCAR, V.: Some experience of European birch (*Betula pendula* ROTH) and Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) planted on the ridge part of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 47 (Special Issue), 2001, s. 150-155.
- BALCAR, V., PODRÁZSKÝ, V.: Založení výsadbového experimentu v hřebenové partii Jizerských hor. Zprávy lesnického výzkumu, 39, 1994, č. 2, s. 1-7.
- BINKLEY, D.: Forest nutrition management. New York: J. Wiley 1986, 289 s.
- BRADY, N. C.: The nature and properties of soils. The 10th edition. New York: Mac Millan 1990, 621 s.
- CZERNEY, P.: Über dem Einfluss der Kalkdüngung auf die chemische Eigenschaften von Fichtenhumus. Archiv für Forstwesen, 17, 1968, č. 5, s. 513-530.
- DELEPORTE, S., TILLIER, P.: Long-term effects of mineral amendments on soil fauna and humus in an acid beech forest floor. Forest Ecology and Management, 118, 1999, s. 245-252.
- DEROME, J.: Forest liming as a mean of counteracting the effect of soil acidification. In: Symposium on the effects of air pollution on forest and water ecosystem. Helsinki, 1985, s. 89-100.
- FRANSSON, A. M., BERGKVIST, B., TYLER, G.: Phosphorus solubility in an acid forest soil as influenced by applied phosphorus and liming. Scandinavian Journal of Forest Research, 14, 1999, s. 538-544.
- HEINSDORF, D. et al.: Bericht über boden- und nadelanalytischen Untersuchungen nach „Revitalisierungsdüngungen“ in immisiongeschädigten Fichtenbeständen der Kamm und oberen Berg-lagen des Thüringer Waldes. Beiträge für die Forstwirtschaft, 24, 1990, č. 2, s. 74-85.
- KREUTZER, K.: Effects of forest liming on soil processes. Plant and Soil, 168/169, 1995, s. 447-470.
- KREUTZER, K., GÖTTLEIN, A., PRÖBSTLE, P.: Dynamik und chemische Auswirkungen der Auflösung von Dolomitskalk unter Fichte (*Picea abies* /L./ KARST.). In: Ökosystemforschung Högwald. Eds. Kreutzer, K. und Göttlein, A. Parey, Hamburg, 1991, s. 186-204.
- KUNEŠ, I.: Vliv vápnění a aplikace mouček bazických hornin na prosperitu a vývoj výsadeb lesních dřevin na imisní holině lokality Jizerka. Diplomová práce. Praha: FL ČZU 2001. 110 s.
- KUNEŠ, I.: Prosperity of spruce plantation after application of dolomitic limestone powder. Journal of Forest Science, 49, 2003, č. 5, s. 220-228.
- KUNEŠ, I., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J.: Vliv jamkové aplikace moučky dolomitického vápence na půdní prostředí kyselého horského stanoviště. Zprávy lesnického výzkumu, 51, 2006a, č. 2, s. 84-91.
- KUNEŠ, I., BALCAR, V., ZAHRADNÍK, D., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J., ŠEDLBAUEROVÁ, J.: Vliv bodové jamkové a pomístné povrchové aplikace dolomitického vápence na množství a chemické složení biomasy vzorníků smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ KARST.) odebraných z experimentální výsadby v Jizerských horách. Rukopis zaslán redakci Zpráv lesnického výzkumu, v tisku.

- KUNEŠ, I., ČÍZEK, M., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E.: Vliv bodové jamkové a pomístné povrchové aplikace dolomitického vápence na biomasu mladých smrků (*Picea abies* [L.] KARST.). In: Obnova lesních ekosystémů Jizerských hor. Restoration of the forest ecosystems of the Jizerské hory Mts. Sborník z konference, Kostelec nad Černými lesy, 23. 11. 2004, Pavla Neuhořerova (ed.). Praha: ČZU FLE 2004, s. 117-128. ISBN 80-213-1244-0
- KUNEŠ, I., PODRÁZSKÝ, V.: Trvalost efektu chemické meliorace na imisních holinách. In: Výsledky lesnického výzkumu v Krušných horách v roce 2002. Sborník z konference v Teplicích. Jiloviště–Strnady: VÚLHM 2003, s. 25-32.
- KUNEŠ, I., VYKYPĚLOVÁ, E., MÖLLEROVÁ, J., ŠEDLBAUEROVÁ, J., FRITSCHEROVÁ, H., BENEŠOVÁ, T., KOHOUTOVÁ, J., ZADINA, J.: Bylinné patro v rámci výsadby smrku ztepilého na chemicky meliorovaných plochách horského imisního stanoviště Jizerka. Zprávy lesnického výzkumu, 51, 2006b, č. 4, s. 219-229.
- LUNDELL, Y., JOHANNISSON, C., HÖGBERG, P.: Ion leakage after liming or acidifying of Swedish forests – a study of lysimeters with and without active tree roots. Forest Ecology and Management, 147, 2001, s. 151-170.
- LUNDSTRÖM, U. S., BAIN, D. C., TAYLOR, A. F. S., VAN HEES, P. A. W., GEIBE, C. E., HOLMSTÖRM, S. J. M., MELKERUD, P. A., FINLAY, R., JONES, D. L., NYBERG, L., GUSTAFSSON, J. P., RIISE, G., TAUSTRAND, L.: Effects of acidification and its mitigation with lime and wood ash on forest soil processes in southern Sweden. A joint multidisciplinary study. Water, Air, and Soil Pollution: Focus 3, 2003, s. 167-188.
- MARSCHNER, B., WILCZYNSKI, W. A.: The effect of liming on quantity and chemical composition of soil organic matter in a pine forest in Berlin, Germany. Plant and Soil, 137, 1991, č. 2, s. 229-236
- MATZNER, E.: Auswirkungen von Düngung und Kalkung auf den Elementumsatz und die Elementverteilung in zwei Waldökosystemen im Solling. Allgemeine Forstzeitschrift, 41, 1985, č. 43, s. 1143-1147.
- MEIWES, K. J., MINDRUP, M., KHANNA, P. K.: Retention of Ca and Mg in the forest floor of a spruce stand after application of various liming materials. Forest Ecology and Management, 159, 2002, s. 27-36.
- NILSSON, S. I. et al.: Influence of dolomite lime on leaching and storage of C, N and S in a Spodosol under Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.). Forest Ecology and Management, 146, 2001, s. 55-73.
- NOHRSTEDT, H. Ö.: Effects of liming and fertilisation (N, PK) on chemistry and nitrogen turnover in acid forest soils in SW Sweden. Water, Air, and Soil Pollution, 139, 2002, s. 343-354
- NOVOTNÝ, P.: Vyhodnocení vlivu povrchového vápnění na růst kultury smrku v Orlických horách. Diplomová práce. Praha: FL ČZU 2002. 80 s.
- OLSSON, M. T.: Long-term impact of lime on the humus form in a beech stand on sandy till. Studia Forestalia Suecica No. 174. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences 1986. 12 s.
- PELC, F.: Obnova lesa v imisně zatížené Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory. In: Sborník referátů České meteorologické společnosti při AV ČR a ČHMÚ ze semináře „Stoleté výročí extrémních atmosférických srážek“. Praha, 1997, s. 31-41.
- PODRÁZSKÝ, V.: Krátkodobé účinky vápnění v extrémních imisních ekologických podmínkách Orlických hor. Lesnictví-Forestry, 39, 1993, č. 3/4, s. 97-105.
- PODRÁZSKÝ, V.: Význam meliorace lesních půd pro obnovu lesa v imisních oblastech. Zprávy lesnického výzkumu, 39, 1994, č. 4, s. 53-54.
- PODRÁZSKÝ, V.: Effects of liming on forest soils in severe site and immission conditions. Comm. Inst. For. Boh., 18, 1995, s. 97-105. ISSN 0231-7257
- PODRÁZSKÝ, V.: Velkoplošné povrchové vápnění imisních holin: rizika a přínosy. In: Využití chemické meliorace v lesním hospodářství ČR. Sborník ze semináře, Kostelec nad Černými lesy, 18. února, 2003. Praha: FL ČZU 2003a, s. 60-65. ISBN 80-213-1008-1
- PODRÁZSKÝ, V.: Chemická meliorace v komplexu lesnických opatření. In: Využití chemické meliorace v lesním hospodářství ČR. Sborník ze semináře, Kostelec nad Černými lesy, 18. února, 2003. Praha: FL ČZU 2003b, s. 6-7. ISBN 80-213-1008-1
- PODRÁZSKÝ, V., BALCAR, V.: Liming of spruce plantation on the top locality of the Jizerské Mts. Scientia Agriculturae Bohemica, 27, 1996, č. 4, s. 271-282.
- PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I.: Vývoj lesních půd a experimentálních výsadby po povrchovém vápnění na imisních holinách. In: Krajina, les a lesní hospodářství. Sborník z celostátní konference, Kostelec nad Černými lesy, 22. – 23. 1. 2001. Praha: LF ČZU, 2000, s. 111-122. ISBN 80-213-0703-X
- ROSENBERG, W. et al.: Liming effects on the chemical composition of the organic surface layer of a mature Norway spruce stand (*Picea abies* [L.] KARST.). Soil Biology and Biochemistry, 35, 2003, s. 155-165.
- SEIBT, G., REMTSMAN, J. B.: Ertragskundliche und bodenkundliche Ergebnisse langfristiger Kalkungsversuche im nord- und westdeutschen Bergland, weitere Kalkungsversuche. Mitt. Niedersächs. Versuchsanst. Göttingen: Forstliche Fakultät der Universität Göttingen, 50, 1977, s. 89-298.
- SEIBT, G., WITTICH, W.: Der älteste Kalkungsversuch in Neuenheerse und bodenkundliche Grundlagen. Mitt. Niedersächs. Versuchsanst. Göttingen: Forstliche Fakultät der Universität Göttingen, 50, 1977, s. 5-88.
- SCHÜLER, G.: Neue Wege bei der Kompensationskalkung. Forst- und Holzwirt, 42, 1987, č. 15, s. 400-401.
- SIKSTRÖM, U.: Effect of pre-harvest soil acidification, liming and N-fertilization on the survival, growth and needle element concentrations of *Picea abies* L. KARST. seedlings. Plant and Soil, 231, 2001, s. 255-266.
- SLODIČÁK, M. et al.: Lesnické hospodaření v Jizerských horách. LČR a VÚLHM, Hradec Králové a Jiloviště-Strnady, 2005, 232 s. ISBN 80-86461-51-3
- ŠMÍDOVÁ, V.: Metodiky používané při rozborech na VÚLHM VS Opočno. Opočno, 1991.
- ŠRÁMEK, V., FADRHOŇSOVÁ, V., LOMSKÝ, B.: Vápnění lesních porostů v ČR v letech 2000 až 2004. In: Využití chemické meliorace v lesním hospodářství ČR. Sborník ze semináře, Kostelec nad Černými lesy, 18. února, 2003. Praha: LF ČZU 2003, s. 17-21. ISBN 80-213-1008-1
- ULRICH, B.: Natural and anthropogenic components of soil acidification. Z. Pfl. Ernähr. Bodenkunde, 149, 1986a, s. 702-717.
- ULRICH, B.: Factors affecting the stability of temperate forest ecosystems. In: 18th IUFRO World Congress. Division 1. Vol. 1. Ljubljana, IUFRO, 1986b, s. 121-135.

ULRICH, B., KEUFEL, W.: Auswirkungen einer Bestandeskalkung zu Fichte auf den Nährstoffhaushalt des Bodens. Forstarchiv, 41, 1970, s. 30-35.

VAN HEES, P. A. W., NYBERG, L., HOLMSTRÖM, S. J. M., LUNDSTRÖM, U. S.: Pools and fluxes of cations, anions and DOC in two forest soils treated with lime and ash. Water, Air, and Soil Pollution: Focus 3, 2003, s. 145-165.

Influence of precisely applied liming on chemical properties of soil in clear-felled area located in highest elevation of air polluted mountains (the Jizerské hory Mts.)

Summary

The contribution evaluates the effects of an application of dolomitic limestone powder on soil under harsh conditions of an acidic mountain site. The limestone powder was used to support young Norway spruce (*Picea abies* /L./ KARST.) plants. The experimental spruce plantation is situated in the Jizerka research plot (Forestry and Game Management Research Institute) on a southwest-facing slope of the Střední Jizerský hřeben ridge in the Jizerské hory Mts. (lat. 50°49'39''N, long. 15°21'16''E). The mean annual air temperature is 4.9 °C on the site and the mean annual precipitation equals 1,046 mm there. The experimental Norway spruce culture was planted at a spacing of 1 x 2 m (50 trees per 100 m²).

Apart from the control (no liming), a surface limed variant was installed. The applied dolomitic limestone originated from the Horní Lánov quarry (northern Bohemia). This amendment contained 21.5% of Ca and 11.3% of Mg. In terms of particle-size distribution, the limestone powder consisted of 5.8% of particles with a diameter over 1 mm, 16.3% of particles with a diameter between 1.0 and 0.5 (mm), 20.4% of particles with a diameter between 0.5 and 0.2 (mm) and 57.2% of particles whose diameter was below 0.2 mm.

One kilogramme of the limestone powder was applied to a soil surface around each tree so that 50 kg of limestone per 100 m² were applied. The diameter of the "application circles" with spruce plants in their centres was approximately 1 m. The crushed limestone was applied as a top dressing immediately after the trees had been planted in 1991. No incorporation was used.

The sampling was carried out in September or October of 1991, 1994, 1996, 1998, 2000 and 2003. The soil samples were collected in small blocks from the surface layer of soil (0 – 25 cm). The sod including the L horizon was removed and the remaining part of each block was divided into the F, H and A horizons. The material of these horizons was then included into the composite samples representing a particular horizon (F, H or A) in a particular treatment variant (control vs. limed variant). There were 2 to 3 composite samples formed for each horizon in each variant in the particular years of sampling.

The main pedochemical characteristics of the composites from the limed variant were determined and compared with those of the control samples. The results of the analyses of soil chemistry are summarised in the bilingual tables (tables 1 to 12).

On the whole, the liming impacts, regarding the dosage applied, were not marked. Liming influenced positively soil reaction, sorption complex parameters and Ca and Mg contents. On the other hand, undesirable impacts were registered as far as soil organic matter and total nitrogen are concerned. The P₂O₅ and K₂O contents were also lower in limed soil. However, it is necessary to consider a more intensive nutrient uptake by better prospering and growing plantations of the limed variant in this case.

Recenzováno

Václav Lochman¹ - Milan Bíba¹ - Zuzana Oceánská¹ - Zdeněk Vícha¹ - Jiří Pňáček²

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady; ²Lesy ČR, s. p., LS Jeseník

VÝVOJ CHEMISMU PŮD NA VÝZKUMNÉM POVODÍ V OBLASTI JESENÍKŮ

Development of soil chemistry on the experimental catchment in the Jeseníky Mts. area

Abstract

Experimental catchment "U Vodárny" in the area of the Hrubý Jeseník Mts. was established in 1988 with the aim to investigate precipitation and run-off relationship in forest stands as well as chemistry of soil profile. Samples were taken according to genetic horizons in years 1991, 1999 and 2005. In 1992 the stand was limed by dolomitic limestone. Due to decrease of pollutant fallout dynamics of particular elements was found to be different depending on elevation of individual partial plots. Also saturation degree of sorption complex was developing differently in various profiles of individual plots in dependence on tree species composition of stands formed mainly by spruce and partly by beech. Total content of Ca, K and Mg increased only in profile of forest floor whereas in rhizosphere, above all in surface horizons of mineral soil supply of basic cations in sorption complex decreased since 1991 even when the fallout of acid substances was reduced. Probably it is caused by their consumption by stands roots supported by enhanced fallout of nitrogen and proton buffering of protons arisen during nitrification of ammonal ions and because nitrogen compounds are accepted from atmospheric fallout by roots. For preservation of production abilities of soil it is of importance that on investigated plots pH/H₂O does not fall on values lower than 4.2, when destruction of clay minerals occurs but on the contrary their creation can be supposed in deeper horizons of plots with pH/H₂O > 5, where primary minerals are weathering.

Klíčová slova: lesní půdy, acidifikace, bazické kationty, nasycení sorpčního komplexu půdy, vápnění

Key words: forest soils, acidification, basic cations, basic saturation, liming

ÚVOD

V lesní oblasti Hrubého Jeseníku se nachází výzkumné povodí U Vodárny. Leží poblíž Jeseníku - Adolfovic, na území, spravovaném LČR, lesní správou Jeseník. Jedná se o povodí bezejmenného levého přítoku Šumného potoka. Má výměru 1,45 km², rozpětí nadmořských výšek 560 – 934 m n. m., převažující expozice je severozápadní. V roce 1988 zde započalo sledování hydrologických údajů, zejména jednotlivých prvků srážkoodtokového vztahu.

V uzávěrovém profilu povodí je umístěn měrný žlab z betonových prvků s osazením limnigrafem pro měření průtoku. Měření srážek na ploše povodí je prováděno pomocí čtyř totalizátorů s měsíčním režimem. Ve vzdálenosti cca 300 m od měrného žlabu je umístěna meteorologická stanice s měřením základních klimatických charakteristik – teplot, vlhkosti vzduchu a slunečního záření. Jsou zde také zachycovány srážky pro chemické analýzy spadů imisních látek. Měření průtoku je založeno na sledování výšky hladiny vody v měrném žlabu. Vedle původních mechanických hladinoměřů (limnigrafů) je zde instalován i digitální systém měření pomocí ultrazvukového paprsku. Také klimatická data jsou měřena automaticky a výsledky jsou zpracovávány v měřicí ústředně.

Výsledky sledování chemismu srážek a vody v potoce jsou uvedeny ve výroční zprávě (BÍBA et al. 2006) a v publikaci (LOCHMAN et al. 1996).

Povodí slouží jako srovnávací i pro hodnocení mnohem déle sledovaných povodí v Beskydech – Červíku a Malé Ráztoky. Oproti experimentům v Beskydech, kde byla uskutečněna několikanásobně zrychlená porostní obnova, nebyla v lesních porostech „U Vodárny“ provedena změna systému hospodaření. Po celou dobu experimentu zde probíhá běžné hospodaření, které reprezentuje přístupy, které jsou pro danou oblast a dobu typické. Vedle nepřetržitého měření srážkoodtokového vztahu jsou zde periodicky sledovány i další složky lesního ekosystému. Jednou z nich je i chemismus půdního profilu a vliv aplikace dolomitického vápence, kterému se podrobně věnuje tento příspěvek.

METODIKA

Popis porostů na dílčích plochách:

Lesní porosty v experimentálním povodí jsou součástí LHC Jeseník. Hospodaří zde LČR, s. p., lesní správa Jeseník. Od 1. 1. 2007 zde platí nový LHP, k němuž jsou vztaženy všechny následující údaje o porostech na dílčích plochách. Základní údaje ke všem sedmi dílčím plochám (půdním sondám) jsou uvedeny v tabulce 1. Plochy jsou číslovány od nejvyšších nadmořských výšek (900 m n. m.) postupně k nejnižším v údolních polohách (610 m n. m.)

Plocha č. 1 se nachází v rozvolněném mýtním smrkovém porostu (věk 120 let), nadmořská výška 900 m, expozice svahu je severní. Spolu s plochou č. 2 jde o nejvýše položené dílčí plochy na povodí, poblíž rozvodnice. Na seči mezi plochami č. 1 a 2 se nachází jeden ze čtyř srážkoměrů (totalizátorů) na povodí.

Plocha č. 2 leží cca 100 m po vrstevnici od plochy č. 1 v 40letém porostu smrku. Zde byly v letech 1991 a 1999 odebírány pouze povrchové horizonty do hloubky 20 cm, v roce 2005 pak již do hloubky 70 cm.

Plocha č. 3 se nachází v porostu s převahou buku. Věk porostu je 140 let, ve spodní etáži jsou nárosty buku z přirozeného zmlazení. Porost je postupně obnovován clonnou sečí, která však zatím do okolí půdní sondy výrazněji nezasáhla. Nadmořská výška plochy je cca 820 m a expozice svahu severozápadní.

Plocha č. 4 leží v porostu smrku ve věku 108 let, nadmořská výška obdobná jako u plochy č. 3 (810 m), expozice svahu severní. Porost je místy značně narušen polomy. Také v části přiléhající k půdní sondě je patrné proředění, ale není zde dosud vyvinuta přirozená obnova.

Plochy č. 5 a 6 leží v údolní části povodí, v nadmořské výšce cca 630 m, v prudkém svahu nad vodním tokem. Expozice je západní až jihozápadní. Porost ve věku 36 let je skupinovitě smíšený. Plocha č. 5 leží ve skupině s převládajícím smrkem, plocha č. 6 ve vzdálenosti cca 30 m ve skupině s převládajícím bukem.

Tab. 1.

Základní údaje dílčích ploch na povodí U Vodárny
Basic data of partial plots on catchment U Vodárny

Dílčí plocha/ Partial plot	Nadm.výška m/ Elevation	Porost.skup./ Stand group	HS/ Manag. unit	Les. typ/ Forest type	Věk/ Age	Zakmen./ Density	Dřevina/ Tree species	Zastoup. %/ Represent.	Zásoba m ³ /ha/ Supply	Poznámka/ Note
1	900	447B12	541	6K1	120	8	SM/spruce	98	424	
							BK/beech	2	5	
2	900	447B04	541	6K1	40	10	SM/spruce	99	221	
							BK/beech	1	1	
3	820	447A14	8546	6S1	140	8	BK/beech	90	318	
							SM/spruce	9	50	
							KL//syc. maple	1	3	
4	810	447C11	541	6S1	108	9	SM/spruce	100	507	
5 a 6	630	447A04	8546	5S1	36	10	BK/beech	62	76	plocha/plot 6 plocha/plot 5
							SM/spruce	35	86	
							KL//syc. maple	2	3	
							BR/birch	1	1	
7	610	448B08	541	5S1	77	9	SM/spruce	95	441	
							BK/beech	2	7	
							KL//syc. maple	1	3	
							MD/larch	1	5	
							JS/ash	1	2	

Tab. 2.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 1
Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 1

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
				%	%		ppm								
L	1999	4,24	3,16	25,45	1,380	18,4	32,2	329	165	1333		229	228	384	220
L/F	2005	4,07	2,91	44,00	2,160	20,4	22,6	454	305	1307	40,8	170	117	292	82
H	1991	3,80	3,10	18,84	0,900	20,9	15,6	226	109	419	12,6	35,9	151	940	38
	1999	3,77	2,96	13,35	0,870	15,3	48,1	170	69,4	245		25,3	205	1105	137
	2005	3,70	2,72	38,00	1,800	21,1	27,7	310	204	482	26,8	35,9	229	1033	49,3
0 - 10 cm	1991	4,00	3,70	4,93	0,252	19,6	7,2	46,2	21,8	55	6,82	34,9	4,4	673	36
	1999	4,09	3,26	5,17	0,269	19,2	20,8	47,2	26,6	75,4		51,3	13,4	844	81
	2005	4,27	3,55	5,83	0,346	15,5	8,9	51	25,8	44,7	2,6	69,3	1,03	594	58
10 - 20 cm	1991	4,30	4,00	3,52	0,204	17,3	6,2	33,9	15,8	71	2,8	14,9	2,5	432	84
	1999	4,50	3,86	2,48	0,195	12,7	31,1	26,7	12,5	64,7		13,2	3,39	411	91
	2005	4,65	4,16	4,04	0,230	17,6	8,3	29,5	10,2	29,6	2,15	15,4	2,43	490	62,2
20 - 30 cm	1991	4,40	4,00	3,07	0,174	17,6	7,1	25,9	11	46	2,71	7,3	0,7	296	120
	1999	4,53	3,96	2,30	0,150	15,3	21,1	16,9	10,9	55,1		9,3	1,27	342	130
	2005	4,73	4,26	3,77	0,220	17,1	8,4	22,5	8,2	28,9	1,83	12,4	1,05	408	34,8
30 - 40 cm	1991	4,50	4,30	3,93	0,156	25,2	7,8	27,1	10,6	57	2,93	9,5	0,9	231	120
	1999	4,50	4,05	2,14	0,140	15,3	15,9	18,9	9,3	59,1		8,4	1,09	289	142
	2005	4,76	4,34	2,63	0,151	17,4	7,1	20,1	4,1	21,5	2,1	5	0,81	334	17,4
40 - 50 cm	1991	4,50	4,20	2,11	0,105	20,1	6,6	30,1	9,6	69	3	3,5	0,2	160	232
	1999	4,51	4,12	2,57	0,174	14,8	19,7	19,3	9,7	70,9		5	<0,6	245	150
	2005	4,75	4,39	2,02	0,111	18,2	5,6	24,9	2,9	18,6	2,2	2,8	0,51	271	29,3
50 - 70 cm	1991	4,50	4,35	1,39	0,099	14	6	32,4	7,3	44,5	3	2,8	0,2	152	256
	1999	4,62	4,11	1,46	0,110	13,2	37,6	55,3	8,3	64,2		2,8	1,02	215	169
	2005	4,80	4,39	1,82	0,105	17,3	5,2	21,9	2,7	14,7	2,8	2	0,42	262	32,8
70+	1991	4,50	4,30	1,61	0,081	19,9	6,4	34,2	6,3	34	4,2	2,3	0,3	148	306
	2005	4,80	4,33	1,44	0,078	18,5	7,2	46,6	1,7	9,8	11,1	1,71	0,33	250	68,7

Tab. 3.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 2

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 2

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
				%	%		ppm								
L	2005	4,49	3,57	49,90	1,760	28,4	12,7	649	302	2249	32,3	688	18,2	70,8	112
F	1999	4,11	3,05	37,80	1,980	19,1	41,1	469	190	1916		253	30,9	86	140
L/F	2005	4,47	3,36	45,60	2,170	21	21,6	678	257	1898	37,7	865	43,9	88,7	130
H	1991	3,70	3,00	20,80	1,340	15,5	14,9	282	112	450	16,7	24,8	113,4	779	97
	1999	3,88	2,84	25,70	1,060	14,1	33,3	193,2	67	257		15	206,7	1084	93
	2005	4,11	3,22	25,20	1,480	17	17,3	420	117	220	12,3	104	305	768	45,8
0 - 10 cm	1991	3,90	3,50	4,21	0,228	18,5	5,4	42,3	22,3	65	2,48	26,3	8,2	546	54
	1999	4,28	3,51	3,23	0,279	11,6	22,8	46,4	16,2	55,2		38,5	4,1	567	72
	2005	4,29	3,54	6,70	0,414	16,2	6,42	56,3	23,6	16,8	3,51	66,1	23,3	677	25,2
10 - 20 cm	1991	4,20	3,90	4,00	0,228	17,5	6,5	45,7	17,6	46	5,5	19,9	2,3	486	39
	1999	4,53	3,92	2,72	0,232	11,8	16,1	39	11,7	56,2		18,7	1,01	351	121
	2005	4,69	4,20	2,80	0,196	14,3	3,8	21,8	5,2	39,2	3	18	1,63	348	91
20 - 30 cm	2005	4,72	4,26	2,25	0,167	13,5	3,6	18,4	3,7	38,6	3,4	11,5	0,99	292	58
30 - 40 cm	2005	4,79	4,34	2,25	0,153	14,7	4,4	15,5	3,2	32	3	5,7	0,95	236	59,2
40 - 50 cm	2005	4,83	4,38	1,82	0,121	15	5	12,7	1,6	34,3	2,6	2,7	0,74	216	102
50 - 70 cm	2005	4,82	4,38	1,60	0,106	15,1	4,9	12	1,6	31	2,3	2,4	0,55	200	136

Nejniže ležící plocha č. 7 (610 m n. m.) je situována do smrkového porostu ve věku 77 let. Leží ve spodní části mírného svahu se severovýchodní expozicí v údolní poloze.

Geologickým substrátem půd na povodí jsou převážně svahové materiály z amfibolitu, na jihovýchodním okraji povodí, včetně nejvyšších partií, se vyskytují biotitické pararuly a amfibolitické ruly.

Půdy na sledovaných plochách v povodí U Vodárny lze zařadit do kambizemí. Na plochách č. 1 a 2 se vyvinuly kambizemě dystrické, rankerové (skelet zaujímá > 50 % objemu), na plochách č. 3 a 4 jsou také kambizemě dystrické. Na níže položených plochách č. 5 a 6 je nasycení půdního sorpčního komplexu bazemi < 20 % pouze do hloubky 50 cm a ve smyslu klasifikace WRB (1998) je lze hodnotit jako epidystrické. Na ploše 7 odpovídají kritéria kambizemí modální a podle kritérií WRB je možno ji hodnotit jako endoeutrickou.

Popis prací

V červenci roku 2005 byly na povodí U Vodárny provedeny plánované odběry půdních vzorků z kopaných sond. Předchozí odběry půdních vzorků se uskutečnily na povodí U Vodárny v červenci 1991 a 1999. Opakované odběry pro laboratorní analýzy, na sedmi stejných lokalitách byly provedeny tak, aby mohl být stanoven trend vývoje chemismu půd. V roce 1992 se na povodí uskutečnilo vápnění. Aplikace dolomitického vápence byla provedena letadlem v množství 3 t/ha.

Laboratorní rozborů

Laboratorní analýzy vzorků prováděla zkušební laboratoř VÚLHM v Jílovišti-Strnadlech podle standardních operačních postupů ICP Forests. Metodiky rozborů nebyly měněny, jedinou výjimkou bylo stanovení celkového C a N. Vedle stanovení aktiv-

ního pH (H₂O) a výměnného pH (KCl) a obsahu celkového uhlíku (Cox) a dusíku (Nt) byla zjišťována i zásoba výměnných bazických kationtů a kovů Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Al a Zn v 1 M NH₄Cl. Stanoven byl i přístupný fosfor. Při zjišťování celkového obsahu prvků v materiálu pokryvného humusu po mineralizaci v koncentrované HCl (1991) nebyla analyzována vrstva H, v letech 1999 a 2005 byla použita pro analýzy lučavka královská.

VÝSLEDKY

Hodnocení změn chemismu půd na sledovaných plochách je zapotřebí provést samostatně v období mezi roky 1991 až 1999, kdy bylo provedeno vápnění porostů (1992) a mezi roky 1999 až 2005, v období podstatného snížení depozice Ca, Mg a dalších komponentů tuhého spadu. Výsledky všech analýz na jednotlivých plochách jsou uvedeny v tabulkách 2 až 9.

V roce 1999 byly oproti roku 1991 ve vzorcích humusu a půdy stanoveny vyšší hodnoty aktivního pH (H₂O) a nižší hodnoty výměnného pH (KCl). V celém hodnoceném období let 1991 až 2005 se v půdách sledovaných ploch projevil nárůst aktivního pH (H₂O), s výjimkou plochy č. 1, kde ve vrstvě H jeho hodnota poklesla. Ve výše uvedeném období se projevil na sledovaných plochách rozdílné trendy vývoje výměnného pH (KCl). Na většině ploch se hodnoty zvýšily ve vrstvě F, ve vrstvě H jen na plochách č. 2, 6, 7 a na ostatních se projevil pokles. V minerálním profilu byl zjištěn nárůst pH/(KCl) na ploše č. 1 a 2 a v povrchových minerálních horizontech na plochách č. 2, 3, 4, 5. V hlubších horizontech ploch č. 3, 4, 5 nastal pokles hodnot a také v celém minerálním profilu ploch č. 6 a 7.

Pro posouzení vlivu aplikace dolomitického vápence v roce 1992 na změny celkového obsahu Ca a Mg i dalších prvků mezi roky 1991 a 1999 máme k dispozici v roce 1991 pouze analýzy vrstvy F

Tab. 4.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 3

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 3

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P		
				%	%		ppm										
L	2005	5,47	4,60	39,90	1,550	25,7	30,8	1146	610	5248	16,8	843	7,3	65	257		
F	1999	4,98	4,20	34,40	1,770	19,5	29,1	471	238	2467		595	2,7	27,4	118		
	2005	5,27	4,38	40,10	1,710	23,5	21,6	678	257	1898	37,7	865	43,9	88,7	243		
H	1991	3,80	3,50	18,34	0,940	19,5	13	232	87,5	440	10,8	130	29,5	1092	53		
	1999	4,40	3,31	21,68	1,490	14,6	15,1	187	137	876		126	43,9	260	143		
	2005	4,43	3,48	28,50	1,690	16,9	25,8	620	255	1348	24,1	133	206	504	52		
0 - 5 cm	1991	4,30	3,80	5,78	0,372	15,5	6,6	56,4	24	80	4,54	34,4	1,5	601	43		
	1999	4,34	3,30	5,11	0,585	8,73	16,5	92,2	69,8	276		73,3	19,1	695	91		
	2005	4,59	3,83	7,97	0,527	15,1	6,6	148	40,5	140	6,7	62,6	16,7	703	9,5		
5 - 10 cm	1991	4,50	4,10	3,96	0,294	13,5	7,7	32,4	17,4	73	5,7	18,6	0,7	551	76		
	1999	4,51	3,50	6,51	0,409	15,9	25,1	53,9	42,5	155		55,2	4,83	696	117		
	2005	4,97	4,35	2,67	0,170	15,7	5,1	181	4,9	49,5	3,4	9,6	0,83	299	14,1		
10 - 20 cm	1991	4,50	4,20	3,78	0,264	14,3	7,2	19,9	13	58	4,9	14,8	0,7	532	65		
	1999	4,82	4,01	2,36	0,181	13,1	11	18,8	9,6	78,1		10,6	<0,6	277	156		
	2005	4,93	4,38	2,41	0,152	15,9	5,3	11,4	5	54,1	1,42	9,92	0,7	283	6,4		
20 - 30 cm	1991	4,50	4,20	5,95	0,240	24,8	8,4	19,1	14,1	70	3,7	15	0,3	514	118		
	1999	4,67	4,10	1,85	0,156	11,9	12,4	14	7,6	61,7		10,9	<0,6	229	201		
	2005	4,83	4,37	1,72	0,114	15,1	4,9	9,6	5	31,8	1,12	11	0,72	257	8,9		
30 - 40 cm	1991	4,70	4,30	2,55	0,180	14,2	12,6	17,4	12	73	0,1	13,7	0,58	435	198		
	1999	4,60	4,09	1,15	0,111	10,4	15,2	13,6	10,5	73,1		13,9	<0,6	202	156		
	2005	4,78	4,32	1,44	0,109	13,2	5,2	11,8	6,6	33	0,93	19	0,55	276	10,8		
40 - 50 cm	1991	4,90	4,40	1,46	0,078	18,7	19,6	14	13,4	121	0,33	2,4	0	228	370		
	1999	4,73	4,09	0,97	0,103	9,4	15,2	18,7	8,3	61,1		13,9	<0,6	200	236		
	2005	4,82	4,33	1,27	0,099	12,8	5,5	15	7,3	37,9	1,14	25,5	0,24	256	17,3		
50 - 70 cm	1991	5,05	4,40	1,11	0,056	19,8	25,2	16,9	9,1	105	0,94	2	0,1	201	390		
	1999	5,10	4,10	0,61	0,058	10,5	27,3	16,4	8,8	81,1		7,4	<0,6	101	246		
	2005	4,96	4,34	1,14	0,093	12,3	7,4	17,3	9,8	51,4	1,2	25,1	<0,133	217	11,7		
70 - 115 cm	1991	5,40	4,70	0,37	0,018	20,6	13,3	25,4	8,3	102	0,35	1,2	0	88	550		
70 - 90 cm	1999	5,34	4,02	0,37	0,037	10,1	39,9	22,2	11,5	109		2	<0,6	105	614		
70 - 90 cm	2005	5,45	4,33	0,53	0,043	12,3	17,1	11,6	8,9	88,6	1,03	4,8	<0,132	143	336		
90 - 110 cm	1999	5,67	4,01	0,50	0,044	11,2	31,5	21,6	12,4	121		4,7	<0,6	146	303		
90 + cm	2005	5,51	4,26	0,39	0,031	12,6	25,3	14,9	7,6	98,9	0,86	1,12	0,2	164	401		

pokryvného humusu. S odstupem sedmi let od aplikace se v této vrstvě ukázalo zvýšení celkového obsahu K a Mg na plochách č. 1 až 6 a na výše položených plochách i Ca. Ve vzorcích z roku 1999 je též patrný nárůst Mn a P. Na všech plochách poklesl obsah Pb a na plochách č. 2 až 7 také celkový obsah Zn a Cu.

V dalším období let 1999 až 2005 se na většině ploch celkový obsah K, Mg a Ca ve vrstvě F zvyšoval a ve vrstvě H snižoval. Pouze na ploše č. 1 poklesly celkové obsahy bazických kationtů ve vrstvě H i F. Obsahy celkového P vykazovaly nejednotný trend vývoje. Celkový obsah těžkých kovů v materiálu pokryvného humusu převážně klesal. Nárůst Cu byl patrný jen ve vrstvě H plochy č. 1. U Zn se zvýšení projevilo ve vrstvě H ploch č. 1, 5 a 6. Nárůst obsahu Pb byl stanoven v pokryvném humusu plochy č. 1 a ve vrstvách H ploch č. 2 a 3.

Vliv letecké aplikace dolomitického vápence v roce 1992 se zřejmě ještě v roce 1999 projevovala v nárůstu výměnného Ca ve vrstvě H

a v povrchových horizontech minerálního půdního profilu na všech plochách, s výjimkou plochy č. 1 a 2. Zvýšení obsahu výměnného Mg bylo zjištěno ve vrstvě H a v humózním horizontu A jen na plochách č. 3, 4, 6 a 7. Na dalších odběrových místech byl stanoven pokles obsahu výměnného Ca a Mg.

V celém sledovaném období mezi roky 1991 až 2005 byl zjištěn nárůst obsahu výměnného Ca ve vrstvě H pokryvného humusu na plochách č. 1, 4, 5, a také v H a hloubce 0 - 10 cm na plochách č. 3, 6, 7. Na plochách č. 6 a 7 se zvýšil výměnný Ca v hlubší části půdního profilu od hloubky 50 cm. Ve výše uvedeném období bylo stanoveno zvýšení obsahu výměnného Mg ve vrstvě H všech ploch a na plochách č. 1, 2, 3, 6 i v hloubce 0 - 10 cm. V porostu buku na ploše č. 6 byl zjištěn nárůst výměnného Mg i ve spodní části profilu (> 50 cm). V roce 2005 se oproti roku 1991 projevil nárůst výměnného K ve vrstvě H na všech plochách, též v humózním horizontu 0 - 10 cm

Tab. 5.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 4

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 4

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
				%	%		ppm								
L	2005	4,52	3,71	49,20	1,480	33,2	22,5	1147	431	2492	30,1	478	4,4	60,5	364
F	1999	4,18	3,20	38,60	2,040	18,9	75	615	304	2722		381	15,7	75,7	89
	2005	4,44	3,33	48,10	1,850	26	24,2	533	272	2683	25,9	340	31,8	74,4	156
H	1991	3,70	3,00	21,40	1,280	16,7	15,1	253	130	651	16,8	43,2	127	875	79
	1999	3,77	2,87	21,10	1,370	15,4	55,9	223	145	852		62,1	211	871	92
	2005	3,84	2,87	37,90	1,790	21,2	27,1	354	205	1326	16,3	81,6	216	676	68,1
0 - 10 cm	1991	4,20	3,80	5,25	0,280	18,8	8,3	38,3	205	91	3,2	28,3	2,3	498	50
	1999	4,42	3,75	5,14	0,391	13,2	17,5	31,7	19,7	128		26,7	3,2	506	75
	2005	4,63	4,07	4,87	0,367	13,3	8,1	35,6	15,3	87,9	2,8	35,1	3,2	457	<5,51
10 - 20 cm	1991	4,50	4,20	2,98	0,213	14	5,8	25,1	11,9	94	2,7	9,7	0,3	361	105
	1999	4,56	4,02	2,24	0,209	10,7	29,2	21,5	12	103		10,4	<0,6	288	135
	2005	4,84	4,29	2,61	0,174	15	5,2	24,2	5,4	83,4	2,6	7,8	1,2	306	14,6
20 - 30 cm	1991	4,60	4,30	2,22	0,153	14,5	5,7	18,5	9,9	84	2,4	7,8	0,3	233	137
	1999	4,63	4,07	1,38	0,120	11,5	16	14	10,4	93,1		6,7	0,71	209	153
	2005	4,54	4,42	1,81	0,100	18,1	5,9	16,9	3,7	72,3	1,7	6,9	1,3	252	62,6
30 - 40 cm	1991	4,70	4,30	1,69	0,114	9,4	7,2	15,2	8,2	75	2,1	4	0,2	192	200
	1999	4,76	4,13	0,98	0,075	13	13,3	14,3	7,2	71,4		4,4	0,69	183	255
	2005	4,90	4,35	1,63	0,105	15,5	4,7	30,9	3,1	71,2	1,6	5,5	1,1	242	98
40 - 50 cm	1991	4,60	4,40	1,13	0,066	17,1	8,8	15,8	6,8	69	0,42	3,3	0,1	158	280
	1999	5,02	4,02	0,84	0,063	13,3	18,4	14,7	6,8	68,3		3,2	<0,6	167	295
	2005	4,98	4,32	1,32	0,085	15,5	3,2	47,2	2,6	65,7	1,26	4,6	1,02	231	158
50 - 70 cm	1991	4,90	4,45	0,65	0,041	15,9	7,7	28,1	9,2	100	0,23	2,2	0,1	144	458
	1999	5,18	4,07	0,52	0,052	10	20,3	13,5	6,4	82,8		2,2	<0,6	164	288
	2005	5,03	4,33	0,93	0,058	16	2,8	47,3	2	52,1	0,18	3,4	0,91	197	252
70 - 90 cm	1991	5,40	4,80	0,50	0,024	20,8	13,3	22,3	16,4	169	0,22	0,7	0,1	84	430
	1999	5,70	4,12	0,24	0,030	8	37,2	20,1	13,3	142		6,8	1,7	95,1	495
	2005	5,51	4,33	0,73	0,043	17	10,8	23,2	11,5	157	0,58	2,8	0,95	149	315

na plochách č. 1, 2, 3, dále v půdě od hloubky 30 cm na plochách č. 4 a 5 a v celém půdním profilu na plochách č. 6 a 7. Zásoba přístupného P poklesla na všech sledovaných půdách s výjimkou vrstvy H na ploše č. 1 a vrstvy F a horizontu 30 - 50 cm na ploše č. 7.

Zásoba bazických kationtů v sorpčním komplexu půdy určuje stupeň jeho nasycení V. U půd sledovaných ploch je toto nasycení nepřímo závislé na nadmořské výšce a exponovanosti vůči proudění vzduchu. Na nejvýše položených plochách č. 1 a 2 v porostech smrku překračuje stupeň nasycení V v pokryvném humusu ve vrstvě F 50 % a ve vrstvě H 20 %. V minerálním půdním profilu však nedosahuje na obou plochách 10 %. V porostu buku na ploše č. 3 je nasycení sorpčního komplexu pokryvného humusu příznivější než na plochách č. 1 a 2, ale v půdním profilu až do hloubky 50 cm je též nižší než 10 % a v hloubce 90 cm dosahuje 27 %. Poněkud příznivější je nasycení minerální půdy v porostu smrku na ploše č. 4, to se pohybuje od povrchu až do hloubky 70 cm mezi 11,2 až 15,3 %. V níže položeném porostu smrku na ploše č. 5 byla stanovena vyšší hodnota V v pokryvném humusu, ale v půdním profilu až do hloubky 50 cm je nasycení sorpčního komplexu mezi 9,7 až 19,7 %. Ve spodní části profilu hodnota V výrazněji stoupá.

V porostu buku na ploše č. 6, v sousedství plochy č. 5, bylo v roce 2005 zjištěno podstatně vyšší nasycení sorpčního komplexu pokryvného humusu oproti ostatním plochám (> 90 %). Příznivé bylo i v hloubce 0 - 5 a 5 - 10 cm (50,6 a 37,9 %). V hloubce 10 až 40 cm však také pokleslo pod 20 % (12,3 až 17,9). Od hloubky 40 cm hodnota V opět stoupala až na 84,3 % v 90 cm.

Na nejnižše položené ploše č. 7 měl materiál pokryvného humusu (F a H) příznivé nasycení sorpčního komplexu (81,0 a 71,3 %). Nejnižší hodnota V byla stanovena v hloubce 0 - 10 cm (12,8 %) a s hloubkou profilu stoupala až na > 95 % (> 50 cm).

Při posouzení dat z roku 1991 a 2005 vidíme, že na plochách č. 1, 2, 3, 4 se mezi těmito roky projevil pokles nasycení sorpčního komplexu v celém půdním profilu. Na ploše č. 5 a 6 proběhl tento trend jen do hloubky 70 cm a hlouběji hodnoty V narůstaly. Také na ploše č. 7 pokleslo nasycení půd bázemi do hloubky 40 až 50 cm. V pokryvném humusu se nasycení sorpčního komplexu snížilo (v H) na plochách č. 1 a 2, na ostatních plochách byl v uvedeném období zjištěn nárůst hodnot V.

Tab. 6.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 5

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 5

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
				%	%		ppm								
L	2005	5,14	4,28	47,90	1,760	27,2	22,8	830	515	5074	26	632	10,8	42,2	165
F	1999	4,82	3,74	40,70	1,500	27,1	19,5	247	159	2247		402	3,2	20,1	78
	2005	4,96	4,15	46,30	1,820	25,4	19,3	728	497	5467	29	690	10,3	23,2	173
H	1991	4,20	3,60	15,40	1,080	14,3	10,5	320	151	1607	30,7	247	34,8	483	117
	1999	4,46	3,24	18,20	0,975	18,6	51,8	225	116	1305		285	40,5	483	51
	2005	4,29	3,46	38,60	1,760	21,9	27,5	436	354	3557	34	42,6	65,4	206	76
0 - 10 cm	1991	4,30	3,90	5,10	0,320	15,9	6,9	74,2	22,8	110	5,8	37,8	2,9	461	19
	1999	4,56	3,62	3,35	0,258	13	34,9	58,8	21,2	159		34,7	7,7	499	63
	2005	4,53	4,05	3,88	0,225	17,2	3,5	47	12	70,7	2	30,6	5,1	444	<5,43
10 - 20 cm	1991	4,60	4,20	2,55	0,153	16,7	10,1	52,6	23,7	128	3,9	10,1	0,7	307	71
	1999	4,57	3,94	1,57	0,128	12,2	31,1	30,8	15,1	94,2		10	2	243	96
	2005	4,55	4,23	2,85	0,160	17,8	3,6	46,2	8,3	46,1	1,31	12,2	5,2	352	<5,42
20 - 30 cm	1991	4,80	4,40	2,15	0,105	20,5	11,3	44,4	21,3	120	2,2	4,5	0,6	186	282
	1999	4,53	4,07	1,67	0,122	13,7	15,7	20,2	9,5	52,8		6,2	2,2	210	225
	2005	4,54	4,42	1,81	0,100	18,1	4,8	39,4	4,4	29,3	2	6,4	2,4	206	<5,44
30 - 40 cm	1991	4,90	4,60	0,82	0,057	14,4	8,4	33	13,2	90	0,68	3,3	0,2	92	624
	1999	4,66	4,23	0,84	0,056	15,1	13,3	20,1	8	56,5		2,9	0,75	93,7	295
	2005	4,64	4,52	1,20	0,075	16	3	41,8	3,1	25,2	0,75	7,2	0,74	140	<5,44
40 - 50 cm	1991	5,00	4,70	1,20	0,054	22,2	9,5	28,4	13,5	102	0,31	3,3	0,1	82	740
	1999	4,79	4,29	0,55	0,042	13	25,6	28,1	9,8	69,2		5,1	<0,6	75,5	295
	2005	4,74	4,54	0,83	0,052	16	2,1	47,8	2,2	29,2	0,3	5,9	0,16	107	<5,42
50 - 70 cm	1991	5,10	4,90	0,76	0,039	19,5	8,9	24,1	16,2	143	0,22	1,5	0,1	65	800
	1999	5,32	4,40	0,61	0,045	13,5	18,9	28,4	10,2	100		4	<0,6	39,3	275
	2005	4,97	4,54	0,64	0,039	16,4	3,3	71,2	5,7	63,1	<0,16	6,8	<0,131	93,5	39,8
70 - 90 cm	1991	4,90	4,70	0,49	0,036	13,6	9,8	17,7	18,3	189	0,59	0,9	<0,1	96	524
	1999	5,62	4,34	0,35	0,036	9,9	22,5	20,1	14,8	173		2,4	<0,6	48,9	285
	2005	5,43	4,52	0,58	0,038	15,3	6,7	60,8	13,2	155	<0,16	4,7	0,143	68,1	153

DISKUSE A SOUHRN

Devadesátá léta minulého století jsou ve střední Evropě a České republice obdobím výrazného poklesu spadu imisních látek, především SO_4^{2-} a Cl^- a menšího snížení imisí sloučenin dusíku (NO_3^- , NH_4^+). Snížil se i spad tuhých látek, zejména po roce 2000 a tím i vstup Ca, Mg a dalších prvků. (Ročenka ČHMÚ 2000, 2003). Tento vývoj depozice dokládají změny koncentrací rozpuštěných látek ve srážkové vodě zachycované v údolní části nedaleko měrného přepadu u objektu vodárny (Bíba et al. 2006). Chemismus půdy na povodí, především pokrývného humusu, ovlivnila též aplikace dolomitického vápence v roce 1992.

Základním problémem vývoje chemismu půd je neutralizace protonů (iontů H^+). Jejich zdrojem jsou jednak interní procesy, především při rozkladu a humifikaci odumřelé organické hmoty a vylučování kyselých látek kořeny vegetace při získávání kationtů. Dalším vnějším (externím) zdrojem protonů je kyselá depozice (H^+ , anionty silných kyselin) a depozice potenciálně kyselých látek (NH_4^+).

V nenarušeném prostředí je spotřeba bazických kationtů fytoocenózou, která je spojená s uvolňováním protonů a produkce kyselých látek při rozkladu opadu, pufrována uvolňováním kationtů při

tomto rozkladu opadu a též při zvětrávání matečné horniny (ULRICH et al. 1981, 1989). Tento stav ukazuje pH vodního výluhu půdy > 5 . Na sledovaných výzkumných plochách dosahuje této hodnoty půda v hlubší části profilů (> 30 cm) na plochách č. 6 a 7 a v horizontech Cd (B/Cd) ploch č. 3, 4 a 5.

Při nárůstu kyselosti půdy ($5,0 \pm \text{pH}/\text{H}_2\text{O} > 4,2$) se na pufraci protonů vedle případného zvětrávání primárních minerálů podílí především vytěšňování bazických kationtů ze sorpčního komplexu. Tento proces probíhá v celých půdních profilech na plochách č. 1 a 2, ve rhizosféře půd na plochách č. 3, 4 a 5 a v povrchových horizontech půd na plochách č. 6 a 7. Hodnoty $\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$ 4,2 a nižší ($> 3,8$), při nichž probíhá pufrace protonů narušováním jílových minerálů a hydroxi komplexů Al, spojeného s uvolňováním iontů Al^{3+} do půdního prostředí, nebyly v roce 2005 v minerálních půdách na povodí zjištěny. V roce 1991 byly stanoveny hodnoty $\text{pH}/\text{H}_2\text{O} < 4,2$ v horizontu 0 - 10 cm na plochách č. 1 a 2. Na plochách č. 6 a 7 bylo v roce 2005 zjištěno snížení zásoby výměnných kationtů Ca, Mg do hloubky 50 cm, oproti předchozím odběrům, i když v těchto horizontech přesahovalo $\text{pH}/\text{H}_2\text{O}$ hodnotu 5. Příčinou může být dočasný výskyt hodnot pH pod 5 v některých letech před rokem 2005.

Tab. 7.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 6

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 6

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P			
				%	%		ppm											
L	2005	5,63	4,85	43,80	1,620	27	20,1	877	666	7303	15,9	476	5,61	68	165			
F	1999	6,17	5,50	37,70	1,870	20,1	50,6	799	767	8691		459	<0,6	4,4	206			
	2005	5,77	5,08	41,70	1,920	21,7	17,7	700	656	8450	10,8	488	9,2	65,4	131			
H	1991	4,70	4,20	16,20	1,060	15,3	12,7	318	219	3566	37,9	255	2	63	78			
	1999	5,56	4,02	25,70	1,440	17,9	71,8	398	449	5130		320	5	33,9	90			
	2005	5,71	4,86	29,20	1,450	20,1	16,5	434	418	6200	10,4	297	2,7	44,6	45,1			
0 - 10 cm	1991	4,60	4,20	3,57	0,220	16,2	5,9	46,6	28,6	371	7,1	18,5	0,5	376	44			
0 - 5 cm	1999	5,19	3,80	3,32	0,286	11,6	24,4	82,6	29,2	327		74,3	0,67	383	86			
5 - 10 cm	1999	5,16	4,08	1,67	0,137	12,2	16,9	18,9	14,7	136		14,5	0,97	300	129			
0 - 5 cm	2005	5,02	3,96	6,65	0,403	16,5	9,6	134	54,3	651	8,8	117	1,78	297	7,4			
5 - 10 cm	2005	5,14	4,11	4,51	0,248	18,2	10,4	54,8	31,5	405	2,6	42,5	1,03	340	<5,47			
10 - 20 cm	1991	4,70	4,30	1,85	0,114	16,2	5,8	42,8	17,2	134	0,89	9,4	0,2	360	125			
	1999	5,18	4,13	1,46	0,098	14,8	26,7	16,8	13,3	117	1,31	9,1	<0,6	244	181			
	2005	4,98	4,24	2,34	0,138	17	3	60,5	10	57,5	1,31	21	0,5	269	5,4			
20 - 30 cm	1991	4,80	4,40	1,78	0,102	17,5	5,7	33,5	14,9	123	0,98	6,4	0,3	215	194			
	1999	5,20	4,28	1,07	0,072	14,8	16,1	12,2	8,7	59,2		6,1	<0,6	149	201			
	2005	5,01	4,35	1,69	0,103	16,4	3,5	40,1	6,6	42	0,41	16,3	0,14	236	9,2			
30 - 40 cm	1991	4,90	4,50	1,37	0,096	14,3	5,3	24,4	12,5	115	0,52	5,4	0,1	170	302			
	1999	5,34	4,36	0,58	0,055	10,5	24,8	13,1	9,9	76,4		5,8	<0,6	108	257			
	2005	5,14	4,54	1,20	0,076	21,8	3,5	30,2	3,8	45,1	<0,16	7,8	<0,133	140	<5,44			
40 - 50 cm	1991	5,10	4,60	1,02	0,057	17,9	6,5	22,4	21,6	182	0,23	5,1	<0,1	145	266			
	1999	5,53	4,33	0,38	0,042	8,9	22,1	9	12,3	116		5,3	<0,6	95,4	246			
	2005	5,29	4,48	0,83	0,062	13,4	5,2	70,2	10	78,9	<0,16	6,2	<0,132	129	7,41			
50 - 70 cm	1991	5,10	4,60	1,26	0,069	18,3	6,6	36,2	20,1	165	0,22	5,9	0,9	148	282			
	1999	5,57	4,34	0,49	0,047	10,4	22,8	9,7	25,3	182		7	<0,6	76,4	232			
	2005	5,57	4,41	0,75	0,058	12,9	10,3	33,9	53,6	293	<0,16	8,1	<0,132	100	8,02			
7 0 -90 cm	1991	5,40	4,80	0,61	0,042	14,5	10	38,8	35,6	211	0,33	4,5	<0,1	74	300			
	1999	5,78	4,37	0,36	0,042	8,7	16,8	13,6	71,8	314		5,1	<0,6	45,2	253			
	2005	5,65	4,43	0,78	0,057	13,7	9,7	35,8	47,1	232	<0,16	4,4	<0,132	89,5	32,6			
90 + cm	1991	5,50	5,00	0,35	0,018	19,4	9,3	49,2	59	367	0,13	4,2	<0,1	63	156			
	1999	5,69	4,33	0,31	0,032	9,7	38,1	14,6	74,6	323		3	<0,6	57,4	150			
	2005	5,92	4,45	0,39	0,031	12,6	12,3	47,8	94,3	429	<0,16	8,1	<0,131	47	194			

Pro zachování produkčních schopností půdy je důležité, že na sledovaných plochách neklesá pH/H₂O na hodnoty menší než 4,2, kdy dochází k destrukci jílových minerálů, ale naopak lze předpokládat jejich tvorbu v hlubších horizontech ploch s pH/H₂O > 5, kde probíhá zvětrávání primárních minerálů.

Formou nadložního humusu v povodí je moder, morový moder na plochách č. 1 a 2 přechází na typický moder na plochách č. 3, 4, 5 a 7 a na mulový moder na ploše č. 6.

Snížení nasycení sorpčního komplexu bazickými kationty mezi roky 1991 a 2005 proběhlo v povrchových horizontech všech sledovaných půd. Buď se rozšířila zóna nízkého nasycení nebo se jeho úroveň ještě snížila. To způsobilo, že pokles hodnot V v Bv horizontech půd na plochách č. 5 a 6 pod 20 % je překlasifikoval z kambizemí modálních na kambizemě dystrické (NĚMEČEK et al. 2001).

I při převažujícím poklesu stupně nasycení sorpčního komplexu půdy na většině odběrových míst (mezi roky 1991 a 2005) se ve spodní části půdního profilu ploch č. 6 a 7 ukázal nárůst obsahu Ca a nárůst Mg na ploše č. 6. Zvýšení obsahu výměnného K nastalo v hlubší části půd na plochách č. 4 a 5 a v celém profilu půd na plochách č. 6 a 7. Zdrojem těchto iontů je dekompozice materiálu povrchového humusu, v jehož sorpčním komplexu se obsah bazických kationtů ve sledovaném období zvýšil. Dalším zdrojem je zvětrávání minerálů v detritátu matečné horniny, při kterém je uvolňován Mg podstatně rychleji než Ca (MATZNER 1988, ULRICH et al. 1989).

Vymývání kationtů ze sorpčního komplexu v celém půdním profilu ve vyšších nadmořských výškách a jejich posun z povrchových horizontů do půdní spodiny na plochách méně exponovaných kyselou depozicí probíhalo i v půdách na dalších výzkumných objektech VÚLHM (LOCHMAN et al. 2006).

Tab. 8.

Vývoj chemismu půdy na povodí U Vodárny - plocha 7

Soil chemistry on catchment U Vodárny - plot 7

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	pH/H ₂ O	pH/ KCl	Cox	Nt	C : N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P
				%	%		ppm								
L	2005	5,23	4,42	45,90	1,570	29,2	31,4	824	446	5317	21,1	588	5,2	59,7	147
F/H	1991	3,90	3,40	26,50	1,380	19,2	10,7	315	191	2317	29,3	141	95,8	313	60
F	1999	4,95	3,96	41,30	1,530	27	32,8	617	322	4204		471	5,3	30,8	93
F	2005	4,78	3,95	45,00	1,740	25,9	44	6,96	403	5769	28,2	52,1	13,3	73,5	136
H	1991	3,70	3,20	18,60	0,960	19,4	8,3	201	119	1116	18,7	49,2	145	728	48
	1999	4,27	3,10	28,70	1,510	18,9	22,5	242	195	2181		81,7	168	430	33
	2005	4,17	3,23	30,40	1,480	20,5	19	299	241	2947	23,7	100	165	405	26,7
0 - 10 cm	1991	4,00	3,60	5,41	0,360	15,0	4	55,6	28,7	162	5,6	33,4	9,9	599	21
	1999	4,72	3,67	4,07	0,454	9	10,7	70,1	38,2	407		63,9	2,4	506	46
	2005	4,25	3,59	6,30	0,411	15,9	6,9	56,2	28,5	174	4,7	61,9	18	738	<5,48
10 - 20 cm	1991	4,60	4,10	2,79	0,213	8,9	8,2	38,3	27,6	315	6,8	21,4	0,5	311	29
	1999	5,21	4,07	1,82	0,198	9,2	13,9	27,5	27,8	398		24,2	1,05	238	60
	2005	4,76	3,99	3,28	0,272	12,1	5,1	70,5	23	225	3,7	42,7	1,59	400	<5,44
20 - 30 cm	1991	5,10	4,60	2,33	0,192	12,1	8,1	38,1	54,8	762	1,13	9,2	0,2	105	58
	1999	5,82	4,32	0,64	0,081	8	23,8	18,9	37,8	684		7,1	<0,6	65,3	107
	2005	5,15	4,15	1,77	0,154	11,5	5,4	67,4	35,1	365	5,2	27,5	0,167	243	19,8
30 - 40 cm	1991	5,70	5,00	2,29	0,183	12,5	7,1	41,4	74,1	1256	0,39	7,3	<0,1	19	47
	1999	6,02	4,40	0,51	0,079	6,4	13,4	13,2	39,6	697		5	<0,6	40,9	124
	2005	5,72	4,36	0,74	0,063	11,7	8	42,1	38,2	629	1,1	8,8	<0,131	115	67,2
40 - 50 cm	1991	5,60	5,10	2,50	0,174	14,4	8,3	39,8	67	1150	0,33	7,7	<0,1	14	62
	1999	6,11	4,57	0,73	0,053	6,4	29,2	29,1	49,8	926		4,2	<0,6	19,2	244
	2005	5,87	4,50	0,74	0,065	11,4	8,7	78,6	45,4	824	0,87	10,7	<0,131	54,8	73,5
50 - 70 cm	1991	5,85	5,20	0,68	0,049	13,9	9,8	48	57,7	952	0,4	2,8	<0,1	15	264
	1999	6,26	4,71	0,52	0,036	14,4	29,8	46,4	50,5	899		4,9	<0,6	8,5	397
	2005	6,13	4,70	0,93	0,079	11,8	11,5	73,9	53	1060	0,81	7,5	<0,132	19,6	117
70 cm+	1991	6,00	5,40	0,45	0,024	18,9	6,1	51,6	34,6	642	0,08	1	<0,1	12	644
	1999	6,40	4,90	0,42	0,038	11	13,3	39,6	34,9	714		2,5	<0,6	1,9	243
	2005	6,23	4,85	0,78	0,055	14,2	9,6	68,4	34,4	767	<0,157	3,3	<0,131	16,4	131

V pokryvném humusu (H) a v minerální půdě obsah přístupného P poklesl, jeho navýšení bylo stanoveno jen ve spodních horizontech půd na plochách č. 6 a 7. Příčinou tohoto snížení obsahu P nemusí být jeho vymytí, ale změna rozpustnosti sloučenin fosforu při změně pH půdního prostředí.

Podle metodiky hodnocení ICP Forests (FABIÁNEK et al. 2003) byl v roce 2005 ve vzorcích humusu celkový obsah K střední, Mg v porostech smrku střední a v porostech buku vysoký. Obsah Ca byl nízký ve smrkových porostech nejvýše položených ploch (č. 1, 2) a vysoký v buku na ploše č. 6. Na ostatních plochách byl střední. Obsah Zn byl ve všech vzorcích střední. Celkový obsah Cu dosahoval vysoké hodnoty na ploše č. 1, na ostatních plochách byl střední. Vysoký obsah Pb měly H vrstvy smrkových porostů výše položených ploch (č. 1, 2, 4). Ostatní vzorky humusu měly střední obsah celkového Pb.

Při posuzování obsahu výměnných kationtů v půdách jednotlivých ploch je zřejmá závislost na jejich nadmořské výšce. Obsah K se s poklesem nadmořské výšky zvyšoval. V porostech buku byla zásoba draslíku příznivější v povrchových horizontech než v hlubších. Zásoba výměnného Mg také narůstala se snižováním nadmořské výšky ploch a byla vždy větší v humózních horizontech A než v hlubších horizontech, s výjimkou níže položených ploch, kde se ve spodní části profilu obsah Mg opět zvyšoval. Také obsah výměnného Ca v půdě ploch ležících ve větší nadmořské výšce je nižší než v půdě ploch ve spodní části povodí. S výjimkou plochy č. 7 mají půdy ostatních ploch ve rhizosféře velmi nízké obsahy výměnného Mg a Ca. Velmi nízké a nízké obsahy přístupného P v povrchových horizontech všech hodnocených půd se v hlubší části profilů zvyšují až na dobré (BALCAR et al. 2000).

Tab. 9.

Celkový obsah prvků v materiálu pokravného humusu na plochách v povodí U Vodárny

Total content of element in forest floor on plots of catchment U Vodárny determined in concentrated HCl (1991) and aqua regia (1999 and 2005)

Horizont/ Horizon	Rok odběru/ Sampling year	N	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Fe	Al	P	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Cox
		%	ppm															
Plocha 1/Plot 1																		
F	1991	1,523	63	961	540	2 630	72	360	3 040	1 876	1 100				23		98	
F	1999	1,380	193	2 964	3 995	2 461	109	457	23 090	18 240	1 241	7,78	<0,2		26,2		84,1	25,5
L/F	2005	2,160	52,1	747	744	1 592	68,8	190	4 678	3 562	1 105	<10	0,714	9,6	17,2	10,8	108,2	44
H	1999	0,870	309	2 208	4 139	1 308	75,5	268	29 557	20 292	1 376	35,6	0,333		22,5		109,1	13,4
H	2005	1,800	83,7	796	1 129	937	78,7	122	10 531	7 757	1 194	15,4	0,72	21,8	29,1	18,4	249	38
0 - 10 cm	2005	0,346	211	2 838	5 757	1 653	124	1 047	33 153	26 084	1 634	36,7	<0,3	72,2	21,6	23,1	46	5,83
Plocha 2/Plot 2																		
L	1991	1,600	88	866	532	2 930	51	262	2 170	1 429	1 300				23		93	
L	2005	1,760	24,7	896	693	3 698	49,1	722	1 631	1 853	1 253	<10	<0,5	5,4	6,9	6,2	18,4	49,9
F	1991	1,813	223	991	923	1 390	68	134	8 310	4 568	1 300				37		222	37,8
F	1999	1,980	138	787	642	2 369	59	329	3 470	2 309	1 555	4,98	0,365		13,5		63,7	37,8
L/F	2005	2,170	59,4	917	1 009	2 655	57,5	870	4 093	3 522	1 654	<10	0,71	7,7	11,1	8,5	49,6	45,6
H	1999	1,060	262	1 733	2 921	1 861	93,2	239	27 371	20 465	1 576	54,2	0,411		25		167	14,9
H	2005	1,480	169	1 239	2 403	1 603	56,9	215	15 523	13 141	1 558	28,4	0,615	30,1	19,2	16,6	173	25,2
0 - 10 cm	2005	0,414	360	1 744	5 414	2 888	64,2	1 288	29 139	26 043	1 698	63,1	<0,3	58,5	17,6	22,5	52,8	6,7
Plocha 3/Plot 3																		
L	1991	1,013	33	744	540	7 480	51	396	148	920	700				14		38	
L	2005	1,550	65,5	1 708	2 639	9 665	70,3	1 471	6 489	6 096	1 512	<10	0,64	18,9	13,3	10	17,7	39,9
F	1991	1,600	136	1 019	1 301	5 040	81	723	8 210	4 739	1 100				25		116	
F	1999	1,770	241	1 560	2 075	8 688	83,3	1 890	6 570	4 812	1 181	4,45	0,434		12,9		34,6	34,4
F	2005	1,710	65	2 047	2 842	8 077	68,7	1573	9 518	7 620	1 412	<10	0,561	24,1	14,7	13,9	28,9	40,1
H	1999	1,490	340	2 458	6 219	3 649	81,2	708	28 028	22 376	1 331	35,4	0,614		24,1		102	21,7
H	2005	1,690	116	1376	2 855	2 407	82,5	410	21 053	14 439	1545	48,6	0,575	42	19,1	23,7	151	28,5
0 - 5 cm	2005	0,527	215	2 889	8 821	2 404	96,7	918	40 480	37 861	850	62,4	<0,3	100	26	45,5	67	7,97

Tab. 9. - pokračování

Plocha 4/Plot 4																
L	1991	1,733	69	856	413	4 000	44	240	1 630	970	1 200				17	74
L	2005	1,480	19,7	1 121	524	4 250	45,5	509	370	442	1 055	<10	<0,5	1,93	6,1	5
F	1991	1,707	73	608	511	2 120	61	157	496	3 016	1 100				28	168
F	1999	2,040	110	865	542	3 376	58,3	458	2 263	1 288	1 482	3,76	0,367		12,3	69,8
F	2005	1,850	38,9	883	891	3 564	49	369	2 809	2 492	1 103	<10	<0,5	7,6	11,4	8,1
H	1999	1,370	315	1 021	3 007	3 229	67,7	248	21 673	13 062	1 436	47,8	0,37		22,5	197
H	2005	1,790	131	750	1 361	2 327	61,2	159	10 235	7 008	1 138	18,5	0,68	20,1	22,4	17,5
0 - 10 cm	2005	0,367	385	1254	6 636	4 548	106	1 793	39 121	32 370	1 024	23,1	0,374	50,8	17,8	19,3
Plocha 5/Plot 5																
L	1991	1,413	50	773	752	9 840	86	830	2 330	1 584	1 100				13	44
L	2005	1,760	42	1 032	1 164	8 186	77,6	1 165	2 774	1 980	1 097	<10	0,543	15,5	8,7	20,5
F	1991	1,493	87	765	910	8 150	93	993	403	2 746	1 100				16	60
F	1999	1,600	299	826	1 254	6 683	84,1	1 155	5 190	3 132	1 189	5,33	0,635		13,9	50,7
F	2005	1,820	61,2	990	1 520	8 080	88,1	1 264	4 368	3 048	1 103	<10	0,53	27,2	11,7	13,3
H	1999	0,975	452	1 289	4 843	4 407	66,9	567	24 854	16 262	893	35,2	<0,2		24,8	97,5
H	2005	1,760	93	1 027	2 331	4 830	75,3	604	11 383	7 461	1 174	<10	<0,5	24,2	18,8	14,6
0 - 10 cm	2005	1,225	316	802	4 567	3 563	44,3	422	28 120	22 811	342	29,4	<0,3	47,9	21,7	17,3
Plocha 6/Plot 6																
L	1991	1,200	26	831	929	25 030	63	497	1 410	870	900				12	28
L	2005	1,620	70,9	1 299	2 308	14 310	82,3	706	5 710	3 950	984	<10	0,749	25,5	13,3	10,7
F	1991	1,653	77	809	1 640	20 510	112	719	5 960	3 521	1 000				17	67
F	1999	1,870	374	1 319	3 929	18 287	94,3	1 121	10 309	6 342	1 246	3,16	0,561		16	28,9
F	2005	1,920	92,4	1 346	2 756	15 471	106	1 145	8 683	5 734	1 101	<10	1,077	42,4	15,9	18,3
H	1999	1,440	360	1 632	5 512	9 352	122	877	21 925	15 054	1 055	13,3	0,259		21,8	28,7
H	2005	1,450	187	1 670	5 143	11 349	127	1 113	21 678	14 396	937	13,1	1,16	40,2	20,3	18,8
0 - 5 cm	2005	0,403	387	1 203	8 228	4 881	93,5	768	33 317	31 101	534	24,7	0,528	74,8	24,6	26,7
Plocha 7/Plot 7																
L	1991	1,280	110	644	507	6 450	58	339	2 560	1 908	1 000				14	67
	2005	1,570	54,1	1 170	1 159	10 336	70,1	750	3 226	2 639	960	<10	0,565	6,2	7,9	4,9
F	1999	1,530	185	1 006	963	7 273	71,8	601	3 833	2 421	1 139	5,96	0,663		10,9	43,95
	2005	1,740	68,9	938	1 259	8 031	73,6	731	4 305	3 485	997	<10	0,578	8,2	9,9	7,5
H	1999	1,510	658	1 419	13 264	6 198	66,8	669	52 375	39 058	340	17,8	0,492		29,9	17,4
	2005	1,480	126	879	2 117	4 443	63,4	208	12 895	10 143	888	18	<0,5	23,6	15,4	16,4
0 - 10 cm	2005	0,411	176	1 226	4 026	2 025	66,6	575	23 233	22 899	592	31,6	0,332	37,5	10,3	16,8

Poměr celkového uhlíku a dusíku C/N je ukazatelem vhodnosti podmínek pro rozklad organické hmoty a tedy přístupnosti N pro kořeny fytoceenózy. V horizontu pokryvného humusu, subhorizontu H, na většině ploch leží v rozmezí 18 až 22, tedy v optimální hodnotě. Nejvyšší je na ploše č. 1 a nejnižší na ploše č. 7. V minerální půdě je poměr C/N vyšší než 15 v porostech buku jen v povrchových horizontech, v porostech smrku, s výjimkou plochy č. 7, v celém profilu. I tento poměr je možné při vyšší zásobě humusu v půdě hodnotit jako optimální, nejen z hlediska výživy, ale i možnosti vymývání nitrátů s odtékající vodou do povrchového zdroje.

Od poloviny devadesátých let se koncentrace NO_3^- ve vodě potoka, odebírané na měrném přepadu, snižují. Mezi roky 1992 - 1996 a 2001 - 2005 se též snížila průměrná koncentrace Mg a Al a naopak se mírně zvýšila koncentrace Ca a SO_4^{2-} . Voda tohoto zdroje má též nejvyšší pH ze všech povrchových zdrojů sledovaných v projektech VÚLHM (Bíba et al. 2005, 2006). Roční ztráty Ca (cca 130 kg), ale i Mg (cca 8,6 kg) s odtékající vodou značně překračují jejich depozici na volné ploše.

Průměrné koncentrace iontů ve vodě potoka na povodí U Vodárny v obdobích 1992 - 1996 a 2001 - 2005

Období	pH	NO_3^-	SO_4^{2-}	Al	Ca	Mg
1992 - 1996	7,21	11,97	19,65	0,075	25,14	2,17
2001 - 2005	7,66	6,81	21,43	0,025	26,06	1,75

ZÁVĚR

Na povodí U Vodárny se aplikace dolomitického vápence projevila na zvýšení zásoby celkového obsahu Ca a Mg v pokryvném humusu ještě po sedmi letech v roce 1999. Celkový obsah Ca, K a Mg se ve vrstvě F pokryvného humusu zvyšoval i po roce 1999, díky příznivějšímu složení opadu (jehličí a listů) a snížení spadu kyselých látek. V rhizosféře, zejména v povrchových horizontech minerální půdy, klesala od roku 1991 zásoba bazických kationtů v sorpčním komplexu na všech plochách, na výše položených plochách v celém profilu. Příčinou je odběr bazických kationtů kořeny dřevin, neutralizace protonů vzniklých při přeměnách a příjmu sloučenin dusíku kořeny a ve spodní části půdních profilů i uvolňováním SO_4^{2-} z nestálých vazeb s oxidy Al. Zvyšování obsahu bazických kationtů v hlubších horizontech níže položených ploch je způsobeno jejich vymýváním z povrchu půdy i zvětráváním minerálů z detritu matečné horniny.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného projektu NAZV č. QF 3013 „Vývoj hydričského působení lesů malých horských povodí“, řešeného ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v letech 2003 – 2007.

LITERATURA

- BALCAR, V., PODRÁZSKÝ, V., LOMSKÝ, B.: Příčiny poškození lesních ekosystémů a prognóza jejich dalšího vývoje včetně návrhu následných opatření v oblastech pod dlouhodobou imisní zátěží. Závěrečná zpráva projektu č. VaV/620/1/99. Jiloviště-Strnady, VÚLHM, 2000, 77 s.
- BÍBA, M., CHUMAN, J., KUTILOVÁ, Z., LOCHMAN, V., ŠRÁMEK, V.: Hodnocení kvality vody v lesních ekosystémech (expertní a výzkumná činnost). Výroční zpráva. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 2005.
- BÍBA, M., JAŘABÁČ, M., LOCHMAN, V., OCEÁNSKÁ, Z., ŠRÁMEK, V., VÍCHA, Z.: Vývoj hydričského působení lesů malých horských povodí. Výroční zpráva projektu č. QF 3013. Jiloviště-Strnady, 2006, 45 s., 36 obr., 41 tab.
- FABIÁNEK, P. et al.: Monitoring stavu lesa v České republice 1984 - 2003. [Forest Condition Monitoring in the Czech Republic.] 2004, 430 s.
- LOCHMAN, V., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M.: Působení lesních ekosystémů v Jeseníkách (povodí U Vodárny) na chemismus vody v povrchovém zdroji. Zprávy lesnického výzkumu, 41, 1996, č. 1, s. 28-31.
- LOCHMAN, V., MAXA, M., BÍBA, M.: Vývoj chemismu půdy na výzkumných plochách VÚLHM v období poklesu spadu imisních látek. Zprávy lesnického výzkumu, 51, 2006, č. 2, s. 106-119.
- MATZNER, E.: Der Stoffumsatz zweier Waldökosysteme im Solling. Bez. d. Forschungszentr. Waldökosysteme Univ. Göttingen, Bd. A 40, 217 s. In: Ulrich et al. 1989
- NĚMEČEK, J., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita 2001. 79 s.
- Ročenka ČHMÚ. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 1999. Praha, Český hydrometeorologický ústav 2000. 198 s.
- Ročenka ČHMÚ. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2002. Praha, Český hydrometeorologický ústav 2003. 158 s.
- Standardní operační postupy podle Manuálu ICP Forests pro analýzy půd. www.icp-forests.org/pdf/manual_3a.pdf.
- ULRICH, B., MAYER, R., KHANNA, P. K.: Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen, 58, 1981, 291 s. (2. Auflage)
- ULRICH, B., MAYER, H., JANICH, K., BÜTTNER, G.: Basenverluste in den Böden von Haimsimsen-Buchenwäldern in Südniedersachsen zwischen 1954 und 1986. Forst u. Holz, 44, 1989, s. 251-253.
- WRB: World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports, 84, FAO Rome, 1998, 88 s.

Development of soil chemistry on the experimental catchment in the Jeseníky Mts. area

Summary

Hydrological regime and water chemistry on stream weir are investigated in the small forest catchment U Vodárny (1.45 km²) in the Jeseníky Mts. In 1991 soil samples were taken for chemical analyses from seven plots (detailed characteristics of plots are presented in table 1). Samples were taken also in years 1999 and 2005. In 1992 dolomitic limestone was aerielly applied in amount of 3 t per ha. During the 1991 to 2005 observation a substantial decrease of SO₄²⁻, Mg, Ca, Al deposition was found with bulk precipitation on the level of measuring weir, with exception of nitrogen compounds.

Cambisols developed from amphibolites on the slopes and from gneiss in the upper parts of catchments. Dystric Ranker Cambisols occur on plots no. 1 and 2, Dystric Cambisols on plots no. 3 and 4, epidystric on plots no. 5 and 6 and modal on the lowest situated plot no. 7. Moder is the form of forest floor, on the plots no. 1 and 2 it is mor moder, on plots no. 3, 4, 5, 7 typical moder and on plot no. 6 mull.

Influence of applied dolomitic limestone on total contents of elements in forest floor was investigated first in 1999. After 7 years total content of K and Mg increased in the layer F on plots no. 1 to 6 and in higher elevations Ca content was higher, too. Also in the next years (1999 to 2005) content of total K, Mg and Ca in the layer F was increasing and in the layer H content of basic cations was decreasing.

In years 1991 to 2005 active pH (H₂O) increased in soils of observed plots, except plot no. 1. Exchangeable pH (in KCl) increased in surface horizons (H, A) and decreased in deeper horizons of soil profile.

In 1999 growth of exchangeable Ca was found in the layer H, compared to year 1991, as well as in surface horizons of mineral soil on all plots, except plots no. 1 and 2. Increment of exchangeable Mg occurred in the layer H and in humus horizon A on plots no. 3, 4, 6 and 7. Decrease of exchangeable Ca after 1999 caused that in year 2005 content of this element was higher in surface horizons (H, 0 - 10 cm) only in some plots, compared to year 1991, on most sampling places its supply lowered. Content of exchangeable Ca in soil increased only on plots no. 6 and 7 in depth over 50 cm. Fall of exchangeable Mg after year 1999 was lower than for Ca, so that in 2005 its higher supply was found in horizon H of all plots, compared to year 1991, and in depth 0 - 10 cm on plots no. 1, 2, 3; on the last plot no. 6 supply increased in depth > 50 cm. Content of exchangeable K developed much favourably. In 1991 and 2005 its increment appeared in the layer H of all plots and lower situated plots and in deeper parts of soil profile. Supply of available P decreased on majority of sampling plots.

Saturation decrease of sorption soil complex between years 1991 and 2005 occurred on plots no. 1, 2, 3, 4 through the entire profile, values V (BS) increased only to the depths of 70 cm on plots no. 5 and 6 and deeper. On the plot no. 7 soil saturation by bases decreased to the depth of 40 to 50 cm. Saturation of sorption complex in forest floor (H) decreased only on plots no. 1 and 2, on the other plots growth of BS values was found for the investigated period.

Saturation degree of sorption complex in forest floor was rather higher on all plots than in surface horizons of mineral soil and increased with decreasing plot elevation.

In 2005 BS was not even 10 % in mineral soil profiles of plots no. 1, 2 and 3. Saturation lower than 20 % had soil up to depth of 70 cm on plot no. 4 and up to depth of 50 cm on plot no. 5. On plots no. 6 and 7 low BS was only in surface horizons of mineral soil and it went over 80 % or 90 % in soil background. Beech stand influences development of soil properties above all by more favourable supply of nutrients in forest floor. Amount of exchangeable cations in soils of particular plots depends on plots elevation and their exposure to air circulation.

Supply decrease of basic cations in soil profiles of investigated plots after 1999 is probably, when fallout of acid substances is regarded, caused by their consumption by stands roots. This supports increased nitrogen fallout and also buffering of protons arisen during nitrification of ammonal ions and acceptance of nitrogen compounds from atmospheric fallout by roots.

Recenzováno

Jaroslav Holuša - Jan Liška, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady;
Karel Drápela, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Brno

METODY MONITORINGU IMAG PLOSKOHRĚBETEK RODU *CEPHALCIA* (HYMENOPTERA: PAMPHILIDAE) V KONTEXTU S DENZITAMI LAREV V OBDOBÍ LATENCE

Monitoring methods of web spinning sawflies (Hymenoptera: Pamphilidae) compared with soil sampling in the stage of latency

Abstract

Several methods of *Cephalcia* sp. adults catching (Malaise trap, 10 yellow sticky boards, 10 yellow buckets, 10 sticky strips on trees, tree band trap) were compared with density of nymphs in soil (ten 50 x 50 cm soil pits) in eight localities (mature spruce stands in the Moravskoslezské Beskydy Mts., Slavkovský les Mts. and Český les Mts.). Totally 39, 111 specimens of six *Cephalcia* species (*C. abietis*, *C. arvensis*, *C. alashanica*, *C. alpina*, *C. annulicornis*, *C. erythrogaster*) were found using Malaise traps. In majority of cases, there was not any statistically significant correlation between *Cephalcia abietis* catches in Malaise traps, and *Cephalcia* sp. catches yellow sticky boards, yellow pans, tree band traps, sticky bands and the number of pro-nymphs in springs as well as totally between catches of adults and the number of nymphs in both spring and autumn. Statistically significant correlation was confirmed only between the female catch numbers in tree band trap and nymph densities in soil in autumn.

Klíčová slova: *Cephalcia*, monitoring, srovnání, Malaiseho lapač, žluté lepové desky, žluté misky, lepové pásy, půdní sondy, límcová past, srovnávání

Key words: *Cephalcia*, monitoring, comparison, Malaise trap, yellow sticky boards, yellow pan traps, sticky bands, soil sampling, collar trap, correlation

ÚVOD

Půdní sondy patří k základní monitorovací metodě ploskohřbetek v lesnické praxi (ŠVESTKA et al. 1996). Počty odběrových sond upravovala ČSN 48 1002 (1987). KULA (1987) ovšem objektivně argumentuje, že pro zachycení reálných populačních hustot by počet provedených půdních sond musel být významně vyšší. Pro provoz má tedy metoda půdních sond omezené využití, navíc při použití plošek o rozměrech 0,25 x 0,25 m vznikají další chyby (KRÍSTEK, ŠVESTKA 1990). Pro monitorování rojení dospělců ploskohřbetek a zpřesnění prognózy populačního vývoje se tradičně používají také lepové pásy (ŠVESTKA et al. 1996) nebo stromové fotoeklektory (KOSIBOWICZ, KOZIOL 1995).

Dospělci širopasých jsou lákáni na žluté pastě (OWENS, PROKOPY 1978, BERGER 1992). Fakticky ale není známo, zda atraktivita žlutých objektů vyplývá z potravního chování (výživa pro imaga), páření nebo hledání hostitelské rostliny. Za předpokladu, že většina širopasých vázaných na jehličnany využívá svého hostitele jako potravní zdroj, stejně jako prostor k páření a místo ke kladení vajíček, je původ lákacího efektu obtížné rozlišit (BATTISTI, RODEGHIERO 1998). Různé typy vizuálních pastí byly atraktivní pro ploskohřbetky rodu *Cephalcia*. JENSEN (1988) použil bílé nádoby („bucket“) instalované na zemi a zavěšené v korunách stromů a žluté misky umístěné na zemi. Většina imag byla získána metodou žlutých misek. CESCATTI a BATTISTI (1992) použili lepové pásy na kmenech a žluté lepové desky umístili vertikálně na větve. V podmínkách,

kde nebyly ploskohřbetky přemnoženy, všechny typy pastí chytaly především samce různých druhů rodu *Cephalcia*. Avšak odchvyty nebyly srovnány s odhadem populačních hustot. Závislost mezi odchvyty dospělců na lepových deskách a počtu nymf v půdních sondách na jaře prokázali u *Cephalcia arvensis* (PANZER 1805) u populací „nad prahem defoliace“ BATTISTI, RODEGHIERO (1998). Výsledky „pod prahem defoliace“ značně kolísaly, což vysvětlují autoři převahou samců odchycených na lepových deskách a jejich chováním.

Za vhodné lze považovat stanovení populačních hustot půdními sondami na podzim (i z hlediska průběhu provozních prací během roku). Stanovení „kritických“ počtů na jaře by bylo mnohem vhodnější pomocí přesnější a snadnější metody.

Vzhledem k okolnostem jmenovaným výše jsme se pokusili o srovnání několika alternativních odchytových metod imag ploskohřbetek s tradičním monitoringem prostřednictvím půdních sond a zda by nebylo možné některé z těchto metod uplatnit v provozní praxi.

MATERIÁL A METODIKA

Porovnávání alternativních odchytových metod bylo realizováno v roce 2002 na osmi lokalitách (tab. 3.), kde byly očekávány vyšší populační hustoty, vzhledem k obecně nízkým denzitám ploskohřbetek rodu *Cephalcia* na území České republiky (LIŠKA, HOLUŠA 2001, KULA, osobní sdělení). Všechny pastě a metody byly instalovány či aplikovány ve smrkových kmenovinách se zakmeněním alespoň 7 ve vzdále-

Tab. 1.

Přehled lokalit a použité metody

Survey of studied localities and used method

Číslo/Number	Lokalita/Locality	Koordináty/Coordinates	MA	ŽLD	ŽM	LP	LÍM	PS
1	Bašus	12° 39' E, 50° 06' N	1	10	10	10	1	10
2	Ztracená	12° 40' E, 50° 06' N	1	10	10	10	1	10
3	Dyleň (horní plocha)	12° 31' E, 49° 58' N	1	10	10	10	1	10
4	Dyleň (dolní plocha)	12° 31' E, 49° 57' N	1	10	10	10	1	10
5	Bařiny	18°19' E, 49° 28' N		10	10			10
6	Daličany mladší porost	18°21' E, 49° 29' N	1	10	10			10
7	Daličany starší porost	18°22' E, 49° 29' N	5	40	10		1	10
8	Podolánky	18°22' E, 49° 29' N	1	10	10			10

Zkratky/Abbreviations: MA - Malaiseho lapač/Malaise trap, ŽLD - žluté lepové desky/yellow sticky boards, ŽM - žluté misky/yellow pan traps, LP - lepové pásy/sticky bands, LÍM - límecová past/collar trap, PS - půdní sondy/soil sampling

nosti nejméně 50 m od okraje porostu. Pasti byly kontrolovány v 10 - 14denních intervalech, v letním období po měsíci. Metody byly aplikovány po odtátí sněhové pokrývky, tj. koncem dubna nebo počátkem května 2002.

Aplikované pasti a metody

Malaiseho lapače

Byly použity lapače Townesova (1972) modelu o výšce 203 cm, půdorys 183 x 122 cm, vyrobené z bílého a černého tylu (spodní část je černá). Lapač je napnut pomocí skládacích duralových trubek a hmyz se hromadí v polyetylenové sběrné láhvi (objem 0,5 l) naplněné 70% alkoholem, která je umístěna ve vrchliku lapače. V terénu je lapač fixován lanky a kolíky jako stan. Na lokalitě Daličany starší byla instalována série pěti Malaiseho lapačů (tab. 1).

Lepové desky

Byly použity žluté lepové desky formátu A5 (15 x 21 cm). Desky byly vyrobeny z plastu, po obou stranách byla nanesen lep Souveurode®. Deset desek bylo instalováno ve výšce cca 180 cm nad zemí. Uchyceny byly k suchým větvím pomocí provázků. Jednotlivé desky byly instalovány v 5 - 10m rozestupech. Na lokalitě Daličany starší byl srovnán lep Souveurode® s lepem Temoocid® (celkem 20 a 20 desek) (tab. 1). Imaga ploskohřbetek byla z lepových desek sejmuta pinzetou a uložena do 70% etanolu.

Žluté misky

Byly použity průmyslově vyráběné misky lichoběžníkovitého profilu s průměrem dna 11 cm a horním průměrem 15,5 cm. Misky byly nastříkány žlutou barvou (kód 6201). Deset misek bylo upevněno kovovými hřeby na pařezy ve výšce cca 30 cm, v 5 - 10m rozestupech. Misky byly naplněny solným roztokem.

Lepové pásy

Na čtyřech lokalitách (tab. 1) byla olepována linie 10 stromů v rozestupech 5 - 10 m. Vzorníky byly opatřeny ve výšce asi 1,3 m od paty kmene 5cm širokým lepovým páskem naneseným špachtlí na 10 cm širokém pruhu očištěné borky. Byl použit lep Ekofix®.

Límecová past

Na pěti lokalitách byl instalován stromový fotoeklektor typu Geolas® ve výšce asi 2 m (horní okraj). Vlastní lapací zařízení i límec z dehtového papíru byly přichyceny ke kmenu ševcovskými hřebíky nebo nastřelovacími sponami. Odběrná nádoba byla naplněna 70% etanolem s 3% roztokem formaldehydu. Popis pasti a příklad instalace uvádí KOZIOL a KOSIBOWICZ (1994) a JACHYM (1998).

Půdní sondy

Pokusné plošky byly ohraničeny pomocí dřevěného rámu o vnitřním rozměru 0,5 x 0,5 m. Deset plošek bylo umístěno pod koruny stromů v rozestupech 5 - 10 m po vrstevnici. Na těchto ploškách byla shrábnuta hrabanka, pak svrchní vrstva půdy. Vzorky se přesely přes řídké síto s oky 10 x 10 mm. Vzorky byly odebrány během dubna a května a posléze v říjnu.

Statistické zpracování

Celkové počty odchycených dospělců jednotlivými metodami na jednotlivých plochách byly korelovány s počty rojivců i celkovými počty nymf v půdních sondách na jaře i na podzim. Regresní přímky a korelační koeficient závislosti dvou proměnných byly kalkulovány v programu MS Excel. Koeficient korelace byl testován na hladině významnosti $\alpha = 0,01$. Kritické hodnoty testů byly použity z práce BENEDÍKA (1989).

Pro testování homogenity rozptylů a shody průměrů byl použit program Unistat 4.53, jako doplněk pro program MS Excel. Byl použit dvouvýběrový F-test pro rozptyl a dvouvýběrový t-test pro průměry (ANOVA) ($\alpha = 0,05$).

Pro srovnání odchytů z pěti Malaiseho lapačů série byla použita dvoufaktorová ANOVA bez opakování (Duncanův a Tukeyho test).

Latinské názvy ploskohřbetek jsou v textu příspěvku uváděny ve zkrácené podobě (bez autorů a letopočtů popisu), plné znění jmen je možno nalézt v tabulce 2.

Tab. 2.

Celkový přehled odchytených dospělců ploskohřbetek rodu *Cephalcia* Malaiseho lapači

Numbers of collected spin sawflies of the genus *Cephalcia* using Malaise trap

Druh/Species	Lokalita/Locality						
	Bašus	Ztracená	Dyleň (horní)	Dyleň (dolní)	Podolánky	Daličany (mladší)	Daličany (starší)
<i>Cephalcia abietis</i> (LINNAEUS, 1758)	1 714/45	469/5	5 476/65	3 466/108	6 431/9	4 396/3	1 4872/144
<i>Cephalcia alashanica</i> (GUSSAKOVSKIJ, 1935)	8/0	1/0	12/0		195/0	51/0	201/0
<i>Cephalcia alpina</i> KLUG, 1808)	0/1		0/1	0/2	20/1	22/0	28/0
<i>Cephalcia annulicornis</i> (HARTIG, 1837)					5/0	14/0	
<i>Cephalcia arvensis</i> (PANZER, 1805)	0/1	13/0	42/0	20/0	239/0	217/3	767/8
<i>Cephalcia erythrogaster</i> (HARTIG, 1837)		1/0		1/0	12/0	12/0	10/0
Celkem	1 769	489	5 596	3 597	6 912	4 718	16 030

Tab. 3.

Průměrné hustoty housenic (a rojivců) *Cephalcia abietis* v deseti půdních sondách 50 x 50 cm ($\pm$ SD)

Sample means of eonymphs and pronymphs *Cephalcia abietis* in ten soil samples (50 x 50 cm) ($\pm$ SD)

Lokalita/ Locality		Jaro/Spring			Podzim/Autumn		
		Počet housenic/ Number of eonymphs	Rojivci (s vyvinutým pupálním okem)/ Pronymphs (with developed pupal eye)		Počet housenic/ Number of eonymphs	Rojivci (s vyvinutým pupálním okem)/ Pronymphs (with developed pupal eye)	
			částečně/partially	plně/fully		částečně/partially	plně/fully
Bašus		10,5 ± 5,6	7,3 ± 6,0	3,2 ± 2,7	19 ± 10,5	2,3 ± 2,4	0,3 ± 1,1
Ztracená		11,3 ± 7,7	10 ± 7,8	1,3 ± 1,8	4,6 ± 3,4	1,5 ± 1,8	1,1 ± 2,0
Dyleň	horní	8,9 ± 7,5	0,4 ± 0,8	1,8 ± 2,7	17 ± 10,6	1,7 ± 2,5	0,3 ± 0,5
	dolní	10,8 ± 7,7	2,3 ± 2,3	2 ± 2,8	21 ± 9,1	2,8 ± 2,3	0,8 ± 1,7
Bařiny		0,4 ± 1,0	0,2 ± 0,4	0,2 ± 0,6	4,2 ± 2,9	0 ± 0	1,6 ± 1,1
Podolánky		1,5 ± 1,6	0 ± 0	0,6 ± 1,0	5,2 ± 4,9	0,1 ± 0,3	1 ± 1,4
Daličany	mladší	1,6 ± 1,4	0 ± 0	1 ± 1,0	2,9 ± 1,5	0,2 ± 0,4	0 ± 1,1
	starší	6,2 ± 4,5	1,1 ± 0,3	3,6 ± 4,0	5,8 ± 3,0	0,2 ± 0,6	1 ± 0,7

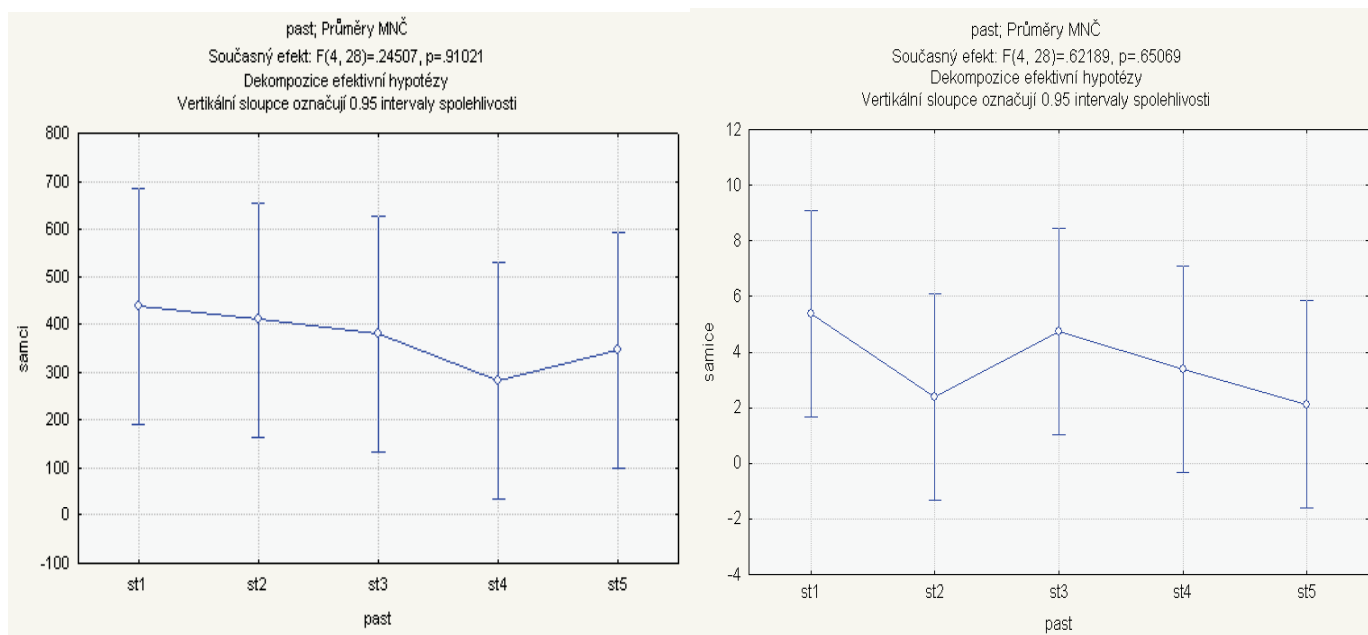
VÝSLEDKY

Celkem bylo Malaiseho lapači odchyceno 39 111 jedinců šesti druhů ploskohřbetek rodu *Cephalcia* (tj. *C. abietis* (LINNAEUS, 1758), *C. alashanica* (GUSSAKOVSKIJ, 1935), *C. alpina* (KLUG, 1808), *C. annulicornis* (HARTIG, 1837), *C. arvensis* (PANZER, 1805), *Cephalcia erythrogaster* (HARTIG, 1837)), což představuje téměř úplné druhové spektrum smrkových ploskohřbetek, které lze zjistit na území České republiky. Dospělci odchytávaní ostatními metodami (žluté lepové desky, žluté misky, lepové pásky) nemohli být vždy determinováni do druhů (destrukce jedinců vystavených větru a predátorům při delších kontrolách), proto jsou průměrné počty odchytených jedinců uvedeny souhrnně pro rod *Cephalcia* (tab. 4). V materiálu, který bylo možno determinovat, dominovali zástupci druhu *Cephalcia abietis* a v mnohem menším počtu byla zastoupena ploskohřbetka *C. arvensis*. Samci výrazně dominovali ve všech odběrech všech vzorkovacích metod (tab. 2 a 4). Průměrné počty housenic *Cephalcia abietis* v půdních sondách jsou uvedeny v tabulce 3. Bylo zjištěno jen několik kusů housenic dalších druhů (lokalita Podolánky na podzim: 1 housenice *C. arvensis*, lokalita Daličany - starší na jaře: 1 housenice *C. alpina*).

S výjimkou dvou případů nebyla zjištěna statisticky významná lineární korelace při srovnávání počtu dospělců odchycených jednotlivými metodami a housenicemi či rojivci v půdních sondách na jaře a na podzim (tab. 5). Statisticky průkazná lineární korelace (ale i korelace charakterizovaná jiným typem křivky) byla nalezena mezi rojivci v jarních sondách a celkovými počty samců odchycených do Malaiseho lapačů ($k = 0,916^{**}$). Trend závislosti je ovšem klesající (což je v rozporu s H_0 , že čím více nymf nebo rojivců zjistíme v půdě, tím více dospělců odchytáme). Jediná statisticky průkazná korelace (ovšem jen pro $\alpha = 0,05$) byla zjištěna mezi odchvy samic v límcových pastech a následnými denzitami housenic v půdě.

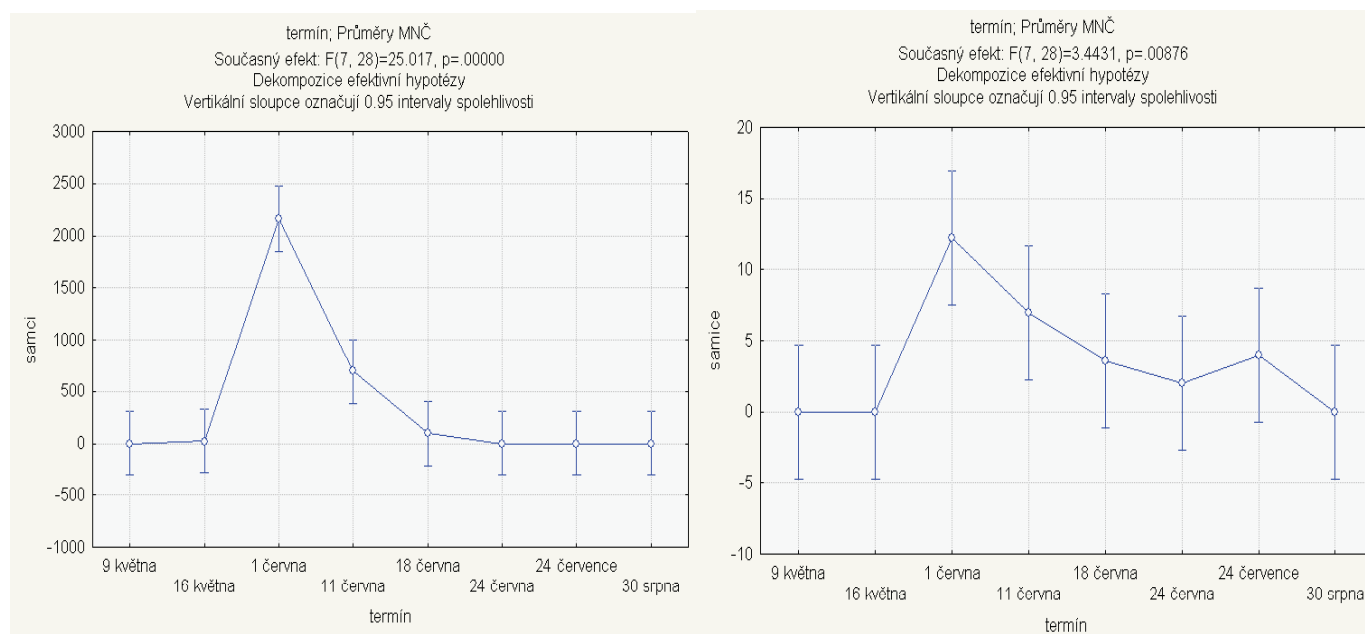
Obdobně nebyla zaznamenána korelace mezi denzitami nymf na jaře a na podzim ($k = 0,689$ n.s.; $k_{0,01(7)} = 0,8343$), ani mezi denzitami rojivců na jaře a housenic na podzim ($k = 0,280$ n.s.).

Nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v odchtech samic a samic mezi jednotlivými Malaiseho lapači umístěnými v linii na lokalitě Daličany starší (p (samci) = 0,91; p (samice) = 0,65) (obr. 1). Mezi odchvy z jednotlivých kontrol byl zjištěn výrazný rozdíl. Odchyty z 1. a 11. června jsou výrazně odlišné u samic ($p < 0,001$), resp. 1. června u samic ($p < 0,001$) (obr. 2).



Obr. 1.

Srovnání počtu odchycených samců a samic *C. abietis* v pěti Malaiseho lapačích na lokalitě Daličany starší dvoufaktorovou ANOVA
Comparison of male and female catches in five Malaise traps in locality Daličany starší using two-way ANOVA



Obr. 2.

Srovnání odchytů samců a samic *C. abietis* v pěti Malaiseho lapačích na lokalitě Daličany starší dvoufaktorovou ANOVA
Comparison of male and female catches in five Malaise traps in locality Daličany starší using two-way ANOVA

Tab. 4.

Průměrné odchyty ($\pm$ SD), resp. celkové počty, odchytaných imag *Cephalcia* spp. a *Cephalcia abietis* jednotlivými metodami
Catch means ($\pm$ SD) or numbers of collected adults of the genus *Cephalcia* spp. and *Cephalcia abietis*

Lokalita/ Locality		ŽLD (samci/males <i>Cephalcia</i> spp.)	ŽLD (samice/females <i>Cephalcia</i> spp.)	MA samci/samice/ males/females <i>Cephalcia</i> <i>abietis</i>	ŽM (samci/males <i>Cephalcia</i> spp.)	ŽM (samice/females <i>Cephalcia</i> spp.)	LÍM (samci/sami- ce/males/ females <i>C. abietis</i>)	LP (samci/males <i>Cephalcia</i> spp.)	LP (samice/females <i>Cephalcia</i> spp.)
Dyleň	horní	4,7 $\pm$ 7,1	0,1 $\pm$ 0,3	5 476/65	63,9 $\pm$ 50,5	0,2 $\pm$ 0,4	11/91	11,7 $\pm$ 7,6	0,6 $\pm$ 0,8
	dolní	9,6 $\pm$ 9,4	0 $\pm$ 0	3 466/108	60,4 $\pm$ 28,9	0,7 $\pm$ 0,7	84/146	46,3 $\pm$ 32,6	2,1 $\pm$ 1,3
Bašus		3,3 $\pm$ 1,6	0,8 $\pm$ 1,8	469/5	9,5 $\pm$ 9,4	0,3 $\pm$ 0,7	13/104	15,2 $\pm$ 9,3	0,7 $\pm$ 0,9
Ztracená		3,5 $\pm$ 3,9	0 $\pm$ 0	1 714/45	17,7 $\pm$ 21,3	0,2 $\pm$ 0,4	13/37	46,8 $\pm$ 28,5	1,7 $\pm$ 1,2
Bařiny		1,5 $\pm$ 2,8	0 $\pm$ 0		90,8 $\pm$ 87,5	0,6 $\pm$ 1,0			
Podolánky		2,1 $\pm$ 4,1	0 $\pm$ 0	6 431/9	41,9 $\pm$ 38,1	0,2 $\pm$ 0,4			
Daličany	mladší	23 $\pm$ 13	0 $\pm$ 0	4 396/3	165,8 $\pm$ 45,7	0,1 $\pm$ 0,3			
	starší	210,4 $\pm$ 120,8*	0 $\pm$ 0	3 497/43 1)	145,6 $\pm$ 52,7	0,4 $\pm$ 0,7	25/43		
	starší	6,2 $\pm$ 5,3**	0 $\pm$ 0	3 279/19 2)					
	starší			3 035/38 3)					
	starší			2 220/27 4)					
	starší			2 773/17 5)					

Zkratky/Abbreviations; MA - Malaisiho lapač/Malaise trap, ŽLD - žluté lepové desky/yellow sticky boards, ŽM - žluté misky/yellow pan traps, LP - lepové pásy/sticky bands, LÍM - limcová past/collar trap, PS - půdní sondy/soil sampling

* lep/glue Temoocid®; ** lep/glue Souveurode®; 1) číslo lapače/number of trap

Zatímco na dvaceti žlutých lepových deskách s lepem Temoocid® bylo odchyceno 4 207 samců ploskohřbetek rodu *Cephalcia*, na 20 deskách s lepem Souveurode® jen 124 samců (rozdíl je signifikantní, $p < 0,01$).

DISKUSE

I přesto, že Malaisiho lapače představují nejúčinnější monitorovací metodu imag ploskohřbetek, nebyla zjištěna pozitivní korelace ve vztahu k počtu rojivců. Je to pravděpodobně důsledek nízkých populačních hustot, který se projevil jak ve výši odchytů u všech metod, tak i počtem nymf v půdních sondách. Počty rojivců ani v jarním ani v podzimním období nedosáhly ani čtvrtiny kritických hodnot (ČSN 48 1002). To je hlavním důvodem, proč nebyla zjištěna pozitivní korelace mezi těmito hodnotami a početností dospělců (až na výjimku limcové pasti a podzimních denzit housenic). I výsledky v práci BATTISTI a RODEGHIERO (1998) značně kolísaly pod prahem „defoliace“, což autoři vysvětlují převahou samců odchycených na lepových deskách a jejich chováním. Samci se líhnou dříve a migrují na okraje porostů, někdy velmi daleko od místa líhnutí, především tehdy, je-li počet vylihých samiček malý (MARTINEK 1980). Druhou příčinou je malá schopnost standardních půdních sond zjistit nízkou denzitu nymf, především pod prahem „defoliace“ (ČSN 48 1002). Třetím zdrojem neshody je různá atraktivita pohlaví: jestliže je neoplozená samice zachycena na lepové desce (nebo pod lepovým pásem) a zůstane na živu, může lákat velké množství samců.

Obtížně vysvětlitelným zůstává obrovské množství odchytaných samců i dosti silné rojení na všech lokalitách, přestože zjištěné denzity housenic byly a zůstávají relativně nízké. Výrazná převaha samců je zřejmě způsobena výše zmíněným odlišným chováním obou pohlaví (MARTINEK 1980). Proto byly relativně neúspěšnější metodou pro odchyt samic Malaisiho lapače, které zachycují i lezoucí samice. Malaisiho lapač je tedy neefektivnější metodou pro zjištění druho-

vého spektra ploskohřbetek. Nebyly zjištěny rozdíly v odchytaném množství samců i samic *C. abietis* mezi jednotlivými lapači na jedné lokalitě, takže se jedná i o značně reprezentativní metodu. Odchyty z 1. a 11. června se výrazně odlišují od ostatních, protože se jedná o kulminaci rojení, kdy byla odchytána převážná část jedinců.

Odchyty ve žlutých miskách potvrdily značný vliv pozicičního efektu, který se zesiluje právě za nízkých populačních hustot (dospělci se koncentrují na nejvýhodnějších místech).

Nezakryté žluté misky přestávají být spolehlivé jednak v deštivém počasí, protože se přelévají, stejně jako při vyšších počtech rojících se samců, protože hladina misek se brzy pokryje těly chycených jedinců a metoda je dále neúčinná. Jedná se o metodu nepoužitelnou v praxi.

Výhody lepových desek jsou zřejmé, snadná instalace (na rozdíl od misek), jsou levné a reprezentativněji zachycují populaci, ale jejich využití vyžaduje další studium. Lep Temoocid® vzhledem ke své viskozitě vykazoval mnohem vyšší odchty. Jeho aplikace je sice mnohem náročnější (a nepříjemnější), lep se však nezalepuje prachovými částicemi jako desky nastříkané jen vrstvou filmu lepem Souveurode®.

Nejperspektivnější metodou pro stanovení ohrožení porostů se zdají být limcové pasti, které zachycují především samice lezoucí do korun stromů, jejich akční rádius je však pravděpodobně malý.

Tab. 5.

Korelační koeficienty mezi denzitami housenic (rojivců) a počty dospělců odchytených jednotlivými metodami ($k_{0,01(6)} = 0,834$; $k_{0,01(5)} = 0,874$; $k_{0,01(3)} = 0,959$; $k_{0,05(3)} = 0,878$; $k_{0,01(2)} = 0,990$)

Correlation coefficients between abundance of nymphs and numbers of caught adults by different methods ($k_{0,01(6)} = 0,834$; $k_{0,01(5)} = 0,874$; $k_{0,01(3)} = 0,959$; $k_{0,05(3)} = 0,878$; $k_{0,01(2)} = 0,990$)

Půdní sondy/ Soil probes		LÍM		MA		ŽLD		ŽM		LP	
		samci/ males	samice/ females	samci/ males	samice/ females	samci/ males	samice/ females	samci/ males	samice/ females	samci/ males	samice/ females
Jaro/ Spring	celkem/totally	0,196 n.s.	0,392 n.s.	0,666 n.s.	0,598 n.s.	0,200 n.s.	0,316 n.s.	0,558 n.s.	0,094 n.s.	0,798 n.s.	0,723 n.s.
	rojivci/pronymphs	0,351 n.s.	0,106 n. s.	0,916 **	0 n.s.	0,245 n.s.	0,548 n.s.	0,578 n.s.	0,094 n.s.	0,0823 n.s.	0,082 n.s.
Podzim/ Autumn	celkem/totally	0,650 n.s.	0,725 n.s.	0,459 n.s.	0,581 n.s.	0,151 n.s.	0,532 n.s.	0,461 n.s.	0,352 n.s.	0,407 n.s.	0,190 n.s.
	rojivci/pronymphs	0,453 n.s.	0,957*	0,565 n.s.	0,752 n.s.	0,546 n.s.	0,289 n.s.	0,694 n.s.	0,546 n.s.	0,715 n.s.	0,934 n.s.

Zkratky/Abbreviations: MA - Malaiseho lapač/Malaise trap, ŽLD - žluté lepové desky/yellow sticky boards, ŽM - žluté misky/yellow pan traps, LP - lepové pásy/sticky bands, LÍM - límcová past/collar trap, PS - půdní sondy/soil sampling

Poděkování:

Práce byla vypracována v rámci řešení projektu č. MZE 0002070201 financovaného MZe ČR.

LITERATURA

- BATTISTI, A., RODEGHIERO, M.: Monitoring spruce web-spinning sawflies *Cephalcia* spp.: the correlation between trap catches and soil sampling. Ent. exp. appl., 88, 1998, s. 211-217.
- BENDÍK, J.: Biostatistika. Brno: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně 1989. 234 s.
- BERGER, R.: Gelbtafeln: eine Methode zur Kontrolle von Fichtenblattwespen. Mitt. Dtsch. Gesell. allg. angew. Ent., 8, 1992, s. 196-200.
- CESCATTI, A., BATTISTI, A.: Distribution and ecology of *Lymantria monacha* and *Cephalcia* spp. in non-outbreak areas of Trentino (N-Italy). Anz. Schäd.-kde Pfl.- Umweltschutz., 65, 1992, s. 92-99.
- ČSN 48 1002. Ochrana lesa proti ploskohřbetkám rodu *Cephalcia* PANZ., 1987, 11 s.
- JACHYM, M.: Pulapka kolnierzova „Geolas“. Las polski, 19, 1998, s. 16-17.
- JENSEN, T. S.: Phenology and spatial distribution of *Cephalcia* (Hym., Pamphiliidae) imagines in a Danish spruce forest. J. appl. Ent., 106, 1988, s. 402-407.
- KOSIBOWICZ, M., KOZIOL, M.: Możliwości wykorzystania pułapek kolnierzowych w badaniach bioindykacyjnych i monitoringu zagrożenia lasów. Sylwan, 139, 1995, s. 31-40.
- KOZIOL, M., KOSIBOWICZ, M.: Wykorzystanie pułapek kolnierzowych do prognozowania zagrożenia przez szkodniki leśne. Las polski, 23, 1994, s. 12-13.
- KŘÍSTEK, J., ŠVESTKA, M.: Problémy s půdní kontrolou housenic ploskohřbetek. Lesn. práce, 69, 1990, s. 159-163.
- KULA, E.: A more exact process in the control of false spruce webworm larvae (*Cephalia abietis* L.). Acta Univ. agric.(Brno) C, 56, 1987, s. 127-139.
- LIŠKA, J., HOLUŠA, J.: Listožravý hmyz, s. 28-38. In: Kapitola, P., Knížek, M. (eds.): Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2000 a jejich očekávaný stav v roce 2001. (Occurrence of forest damaging agents in Czechia in 1999 and forecast for 2000). Zprav. ochr. lesa 2001 (Suppl.), 2001, s. 1-76.
- MARTINEK, V.: Zum Problem der Übervermehrung der Gemeinen Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietis* (L.)) (Hym., Pamphiliidae) in Böhmen. Rozpr. Českoslov. akad. věd, Přír. vědy, 4, 1980, 165 s.
- OWENS, E. D., PROKOPY, R. J.: Visual monitoring trap for European apple sawfly. J. econ. Ent., 71, 1978, s. 576-578.
- ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V.: Praktické metody v ochraně lesa. Silva Regina, 1996.
- TOWNES, H.: A light-weight Malaise trap. Ent. News, 83, 1972, s. 239-247.

Monitoring methods of web spinning sawflies (Hymenoptera: Pamphilidae) compared with soil sampling in the stage of latency

Summary

Adult samples of *Cephalcia* sp. from several trapping methods (Malaise trap, 10 yellow sticky boards, 10 yellow buckets, 10 sticky strips on trees, tree band trap) were compared with the density of nymphs in soil (ten 50 x 50 cm soil pits) in eight localities (mature spruce stands in the Moravskoslezské Beskydy Mts., Slavkovský les Mts. and Český les Mts.) (tab. 1). At total 39,111 specimens of six *Cephalcia* species (*Cephalcia abietis*, *C. arvensis*, *C. alashanica*, *C. alpina*, *C. annulicornis*, *C. erythrogaster*) were found using Malaise traps (tab. 2, 4). Adults sampled by other methods (yellow sticky boards, yellow pans, sticky bands) were very often destroyed by predators and wind. Therefore they are presented as *Cephalcia* sp. (tab. 4). In determinable material, *Cephalcia abietis* was the most abundant species, *C. arvensis* was in much lower number. Males were most abundant in all samples of all methods (tabs. 2 and 4). Means of soil samples of *Cephalcia abietis* are presented in table 3. Only several nymphs of other species were found (locality Podolánky, autumn: one nymph of *C. arvensis*, locality Daličany starší, spring: one nymph of *C. alpina*).

In majority of cases, there was not any statistically significant correlation between *Cephalcia abietis* catches from Malaise traps, and *Cephalcia* sp. caught by yellow sticky boards, yellow pans, collar traps, sticky bands and the number of pro-nymphs in springs or autumn (tab. 5). Statistically significant correlation was confirmed only between the numbers of caught females in collar trap and nymph densities in soil in autumn. These facts are probably a result of (i) low population densities, (ii) low ability of soil samples to evaluate low number of nymphs, (iii) females caught on sticky boards could attract males and increase their abundance.

There was not any statistically significant correlation found between numbers of nymphs in soil in spring and autumn ($k = 0.689$ n. s.) as well as between numbers of pronymphs on spring and nymphs in autumn ($k = 0.280$ n. s.) (tab. 5).

Samples of sawflies from the line of five Malaise traps in the locality Daličany starší were equal in both, males and females ($p > 0.01$) (fig. 1) but samples from June 1 and June 11 differ clearly ($p < 0.01$). in males and from June 1 in females ($p < 0.01$) (fig. 2).

At total, 4,207 males of *Cephalcia* were sampled on twenty yellow sticky boards covered by entomological glue Temocid®. On contrary, only 124 males were sampled on 20 boards covered by glue Souveurode® ($p < 0.01$). This is a result of covering of boards by dust in forests (tab. 4).

Collar traps that catch climbing females seem to be most suitable method to establish critical number of sawflies but their radius is probably weak.

Recenzováno

ANALÝZA FINANCOVÁNÍ LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ Z VEŘEJNÝCH ZDROJŮ

Analysis of financing of forestry from public sources

Abstract

The article deals with analysis of forestry financing in 2000 - 2004. The analysis shows that the situation in financing forestry from public resources – national as well as foreign ones – is rather complicated. Czech administration allocates finances to forestry from various resources and subsidy titles. A large number of subsidy titles and resources can be misleading – it might imply that multifunctional forestry is massively subsidized. However, the real financial items are in fact rather small, though their administration and distribution are overly complicated and financially demanding by itself. Overall, it can be said that real forestry subsidies are only a very small part of financial means. Of the annual mean in 2000 - 2004 amounting to CZK 967 mil. presented as subsidies, the real subsidies are only CZK 271 mil., i. e. only 28%. The larger part of the so-called subsidies is in fact compensations or purchase of services by public authorities.

Klíčová slova: financování lesního hospodářství, veřejné zdroje, analýza, Česká republika

Key words: financing, public resources, analysis, Czech Republic

ÚVOD

Obecně je v českém prostředí, ale i v zahraničí, chápán les jako polyfunkční přírodní zdroj, který je výrobním a nevýrobním faktorem v životě společnosti, je přírodním bohatstvím společnosti, avšak rovněž prací reprodukovatelným jměním. Pro společnost má prostřednictvím širokého spektra svých tržních a netržních funkcí ekonomický, ekologický a sociální význam. Lesní hospodářství (LH) je polyfunkční činnost a v užším smyslu společenský sektor s dopady ekonomickými, ekologickými a sociálními. Svým podílem na objemu HDP jsou tato činnost a její objekt les v naší společnosti z pohledu optiky účetnictví nevýznamné. Dlouhodoběji sledovaný podíl na HDP je kolem 0,6 %, na zaměstnanosti 0,7 %, na investicích 0,3 %. Avšak z širšího sociálně-ekonomického hlediska jako prvovýroba zajišťující odbytu pro výrobce příslušných výrobních prostředků, spotřebních předmětů a zajišťující suroviny pro následný zpracovatelský průmysl má podstatně výraznější význam, kalkulovaný minimálně na úrovni 5% HDP a pracovních míst (ŠIŠÁK et al. 2004), který je ještě umocněn v souvislosti s rozvojem a stabilitou venkova. Kromě toho má výrazný pozitivní environmentální význam.

Les se všemi svými společenskými funkcemi produkčními a mimoprodukčními představuje jak objekt soukromého, tak veřejného zájmu. Veřejný zájem by měl být zajišťován ve všech formách vlastnictví lesa. Ve veřejném zájmu je trvale udržitelné zacházení s lesem a využívání všech jeho společenských funkcí. Požadavky na intenzifikaci vybraných mimoprodukčních funkcí lesa na daném místě a v daném čase podle potřeb a požadavků společnosti (či jejich částí) však mnohdy znamenají vyšší než běžné omezení hospodaření v lesích pro vlastníka, nanejvýše a správce lesa z pohledu tržních, sociálně-ekonomických vztahů. Znamenají mnohdy zhoršení ekonomické efektivity, ztrátu na tržbách, vícenásobné náklady. V takovém případě je v rámci tržní ekonomiky nutno, aby byly vznikající ekonomické újmy kalkulovány a hrazeny.

Přitom však současně platí, že je třeba výrazně zvýšit sociálně-ekonomickou efektivnost LH, tj. snížit vysokou jednotkovou pracnost, neúměrné celkové režie v sektoru a snížit zatížení hospodaření v lesích požadavky, činnostmi a náklady, které s vlastní tržní produkcí (s produkční funkcí lesa procházející trhem) nesouvisí.

Jinak se dále podstatně zúží prostor pro hrazení činností zajišťujících netržní funkce lesa z ekonomického výsledku funkcí tržních, jak se dodnes stále děje.

Je to nutné proto, že LH musí zajistit společensky efektivní reprodukci tržních a netržních statků, přičemž LH působí v rámci tržní ekonomiky a v tomto prostředí je třeba příslušnými nástroji zajišťovat jeho existenci, běžné fungování produkčních subjektů v LH v rámci tržní ekonomiky. Příslušné ekonomické nástroje by měly zajistit vlastní produkci dříví jako zásadního ekologického a obnovitelného materiálu s výrazným ekonomickým a sociálním vlivem ve venkovských oblastech, a ne import dotovaného nebo dumpingového dříví a výrobků z něj produkovaných v jiných zemích a oblastech světa. Jedním z důležitých nástrojů, které zajišťují existenci polyfunkčního tržního LH v tržní ekonomice jsou finanční prostředky z veřejných zdrojů.

Financování lesního hospodářství z veřejných zdrojů je v ČR tradičně zajišťováno mnoha zdroji a dotačními tituly, které jsou poměrně nepřehledné (ŠIŠÁK, PULKRAB 2002, ŠIŠÁK et al. 2002, ŠIŠÁK, CHYTRÝ 2004, JARSKÝ 2005). Z uvedených prací vyplývá potřeba vytvořit provázaný a jednoduchý systém dotací. V poslední době se však spíše opak stává pravdou.

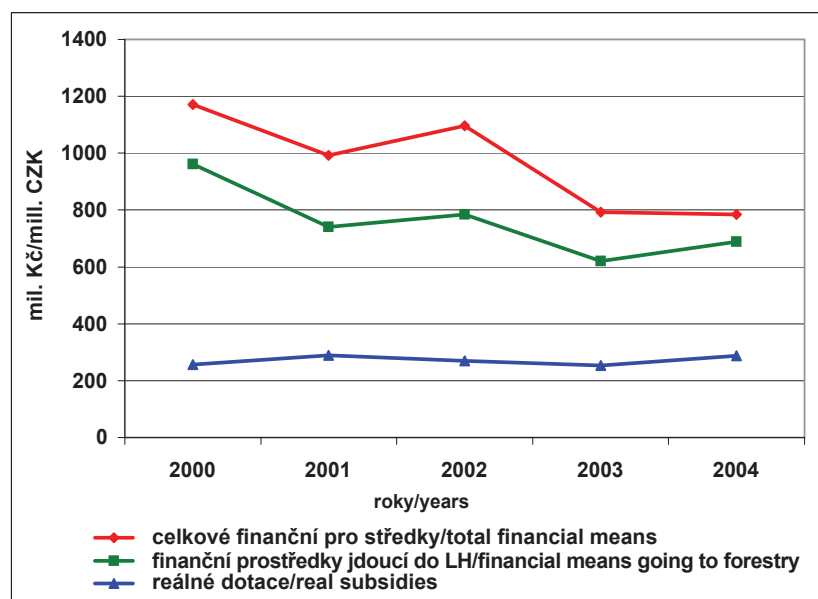
POTŘEBA DIFERENCIACE FINANČNÍCH PROSTŘEDKŮ Z VEŘEJNÝCH ZDROJŮ

V souvislosti s financováním lesního hospodářství z veřejných zdrojů by měla být zajištěna mezirezortní koordinace zdrojů a kalkulace jeho efektivnosti na celostátní, případně regionální úrovni, podle jednotného systému. Finanční prostředky by měly být vykazovány, sledovány a analyzovány diferencovaně podle jejich rozdílné sociálně-ekonomické podstaty. Je nanejvýše nutno, aby náhrady za ekonomické újmy plynoucí z omezování hospodaření v lesích, zhoršování ekonomické efektivnosti produkce dřeva v důsledku požadavků společnosti na plnění netržních funkcí lesa, byly jednoznačně odděleny od dotací a vyjadřovány zvlášť. Rovněž tak finanční prostředky z veřejných zdrojů, které mají charakter nákupu příslušných funkcí a služeb lesa a lesního hospodářství by neměly být pašálně zařazovány mezi dotace, jak se u nás stále děje (ŠIŠÁK 2004).

Tab. 1.

Finanční povinnosti (závazky) státu podle lesního zákona (mil. Kč)
Governmental financial obligations subject to the Forest Act (mil. CZK)

Činnosti/ Activities	Roky/Years					Průměr/ Average
	2000	2001	2002	2003	2004	
1. Meliorace a hrazení bystřin/Soil reclamation and torrent control	125	125	124	91	57	104,4
2. Náklady na činnost OLH/Licence forest managers	105	110	120	91	127	110,6
3. Náklady na zpracování LHO/Forest management guidelines	33	29	29	29	19	27,8
4. Meliorační a zpevňující dřeviny/Soil improving and stabilising tree species	12	11	11	10	10	10,8
Celkem finanční povinnosti (závazky) státu/Total financial state obligation	275	275	284	221	213	253,6



Graf 1.

Vývoj finančních prostředků do LH v letech 2000 - 2004

Development of financial means going to forestry in 2000 - 2004

Diferenciace uvedených ekonomických nástrojů, které zajišťují plnění požadavků veřejného zájmu na lesích a jejich funkcích, ať již tržních či netržních, je velmi potřebná. Významně by to prospělo k vyšší úrovni rozhodování o alokaci zdrojů a zprůhlednění financování lesního hospodářství nejen pro nás v rámci ČR, ale zejména navenek v rámci EU.

- Finanční prostředky z veřejných zdrojů by měly být členěny na:
- vlastní příspěvky, dotace, z veřejných zdrojů, které jsou svým způsobem příspěvkem, podporou, tedy darem společnosti či jejich částí subjektům v LH (zejména majitelům, nájemcům a správcům lesa) na takové hospodaření s lesem, aby byly plněny žádoucí společenské požadavky, jsou to finanční prostředky, které mají motivační účinek;
 - kompenzace za ekonomické újmy, které byly způsobeny majitelům, nájemcům a správcům lesa omezováním hospodaření v lesích, zvyšováním nákladů a snižováním tržeb, tj. zhoršováním ekonomické efektivity produkce dřeva v důsledku požadavků společnosti (nejsou to tedy dary ani podpory);
 - nákup prací a služeb společností, veřejností, jejich částmi, společenskými orgány a organizacemi pro potřeby intenzifikace netr-

ních společenských funkcí lesů a lesního hospodářství (ani zde se nejedná o dary a podpory). Je nutno:

- zajistit v maximálně možné míře jednotný systém financování vzájemně provázaný s ohledem na resorty a další zdroje financování lesnických činností v rámci ČR,
- zjednodušit administrativu financování pro malé rozsahy činností a drobné vlastníky lesa,
- zvýšit dostupnost orgánů realizujících proces financování vlastníků lesa, tj. přiblížit je místně k vlastníkům,
- zvýšit kvalifikaci pracovníků příslušných orgánů tak, aby dostatečně rozuměli činnostem v LH, které jsou jejich prostřednictvím financovány.

Pro potřeby kalkulace efektivity vynakládaných finančních prostředků výše uvedených tří typů by bylo třeba sledovat v rámci ČR:

- přímo vynaložené finanční prostředky na jednotlivé programy a podprogramy,
- náklady na realizaci daných programů a podprogramů (úplné administrativní náklady včetně kontrolní činnosti),
- míru spolufinancování ze strany vlastníků, nájemců a správců lesa (v relativním nebo absolutním vyjádření jimi vložených finančních prostředků na úrovni výrobních nákladů),
- výstupy dosažené s danými vloženými finančními prostředky v technických jednotkách,
- výstupy v hodnotovém vyjádření (sociálně-ekonomická hodnota) všech funkcí lesa, kterých se dané opatření týká.

STAV A ANALÝZA FINANCOVÁNÍ LH Z VEŘEJNÝCH ZDROJŮ

Problémem je již vlastní diferenciace finančních prostředků jdoucích do LH. V oficiálních a statistických dokumentech v ČR (např. roční Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2003, 2004), ale i v dalších textech, jsou finanční prostředky státního rozpočtu pro lesní hospodářství (v anglické verzi „State Budget Funds for the Forestry Sector“) uváděny jako „podpory“ pro lesní hospodářství („subsidies“ in forestry). Jak již bylo řečeno výše, je ovšem z politického i ekonomického hlediska, a to jak v českém tak mezinárodním prostředí (zejména EU) problematické označovat uvedené finanční prostředky paušálně jako podpory, tedy dotace (subsidies).

Tab. 2.

Služby, kterými stát podporuje hospodaření v lesích v mil. Kč
Services provided by the government for forestry (mil. CZK)

Činnosti/ Activities	Roky/Years					Průměr/ Average
	2000	2001	2002	2003	2004	
1. Letecké vápnění a hnojení/Aerial liming and fertilizing (polluted areas)	75	70	68	15	58	57,2
2. Letecká protipožární a hasičská služba/Airborne fire control service	26	15	15	14	14	16,8
3. Velkoplošné zásahy v ochraně lesa/Large-scale measures for forest protection	1	1	2	2	3	1,8
4. Poradenství/Consultancy	12	15	18	6	8	11,8
5. Ostatní služby/Other services	5	6	9	2	4	5,2
Služby celkem/Total services	119	107	112	39	87	92,8

Ten, komu je taková informace určena, získá nereálný zkrácený obraz o skutečnosti, a může z toho důvodu reagovat a rozhodovat neadekvátním způsobem. Stav a vývoj finančních prostředků jdoucích do LH je možno vidět v posledních 5 letech (z nichž jsou známy údaje) v následující struktuře, uvedené v tabulkách 1 – 3.

Je zřejmé, že údaje v tabulce 1, finanční povinnosti státu, nereprezentují finanční podpory ve smyslu dotací vlastníkům, nájemcům ani správcům lesa. Ve skutečnosti tedy nejde o žádné dary společnosti z veřejných zdrojů subjektům v lesním hospodářství. Ba nejedná se ani o kompenzace, tj. úhradu ekonomických ztrát příslušným subjektům, které buď na zakázku nebo z donucení pro uspokojení veřejného zájmu, pro veřejné blaho, realizují dané práce. Jde naopak o něco zcela jiného, o regulérní placení služeb, které stát potřebuje z důvodu veřejného zájmu, které by jinak v tržní ekonomice běžně nebyly a ani nemohly být realizovány. Před touto skutečností nelze zavírat oči. Je nutno ji přiznat a do příslušné kategorie dané objemy peněžních prostředků a služeb zařadit. Tedy ne do kategorie „dotací“ či „příspěvků“ z veřejných rozpočtů.

Služby, které jsou uvedeny v tabulce 2, je třeba rozdělit na dvě skupiny. První položka, letecké vápnění a hnojení se provádí proto, aby se upravila kvalita stanovišť či stanovištní a produkční poměry poškozené v lesích různých vlastníků působením společnosti, tj. v jejím rámci působením průmyslových exhalací v této a okolních zemích. Přitom společnost nebyla a není schopna zajistit úhradu újmy a škody způsobené vlastníkům negativními externalitami průmyslu, a to ani soudní cestou. Pak tedy zřejmě nahrazuje alespoň část újmy a škody, avšak zcela nedostatečně, tímto způsobem. Je zcela neobjektivní tvrdit z hlediska státu (a společnosti), že finančně dotuje, podporuje, dává vlastníkům milostivě dar na nápravu stanovištních a produkčních poměrů poškozeným vlastníkům lesa v rámci společnosti a státu průmyslovou výrobou, exhalacemi a imisemi.

Ostatní tři tituly (2. – 5. položku) lze považovat za dotační, za příspěvky, které věnuje společnost, stát na pomoc subjektům v LH. Nejsou to ovšem pouze dotace na posílení produkční funkce lesa, sledují výrazný společenský cíl zvýšit kvalitu lesů a všech jeho funkcí ve veřejném zájmu, tj. z hlediska společenského.

Z položek uvedených v tabulce 3 je třeba považovat 1. položku (Obnova lesů poškozených imisemi) za kompenzaci, tj. náhradu újmy a škody způsobené v rámci společnosti a státu imisemi subjektům v LH. Jedná se o obdobný případ jako u položky 1. v tabulce 2. Položky 2, 9, 10 a 11 lze chápat jako skutečné dotace, tj. finanční pomoc na zajišťování příslušných činností, i když rovněž tyto činnosti souvisí s potřebami společnosti, ne jen s potřebami daných

subjektů. Přitom položka 11 v podstatě nespadá do vlastního lesního hospodářství, tj. produkce dřeva, její význam je však v této souvislosti zanedbatelný.

Položky 3 – 8 lze charakterizovat jako nákup příslušných služeb, které potřebuje společnost, veřejnost, státní správa. Vzhledem k uvolňovaným částkám na jedné a nákladům na druhé straně u řady položek lze však říci, že hrazených nedostatečně, čímž se stát snaží převést část jím vyvolaných nákladů za aktivity realizované v jeho prospěch na bedra tržních subjektů. Opět se tedy nejedná ve své podstatě o dotace, dary, příspěvky někomu na jeho vlastní činnost. Položka 3 – sdružování vlastníků lesů malých výměr je do značné míry zájmem státní správy z toho důvodu, že administrativně usnadňuje, podstatně organizačně zjednodušuje a snižuje finanční náročnost státní správy lesů a současně zkvalitňuje polyfunkční obhospodařování lesů, což je zájmem společenským, veřejným. Položku 4 je třeba chápat jako nákup služby společností, protože je ve veřejném zájmu, aby vlastník, správce či nájemce lesa používal technologie, které jsou šetrnější k přírodnímu prostředí, avšak jsou méně ekonomicky efektivní než technologie obvyklé.

Položky 5 a 6 představují typický nákup služeb. Ve značné míře však přecházely do strukturálních fondů EU. Položka 7 Podpora ohrožených druhů zvířat je rovněž svým charakterem nákupem služby pro veřejnost, pro společnost. Stejnou povahu má položka 8. Totiž je sice snahou tradovat, zejména ze strany státních orgánů, že lesní hospodářský plán (LHP) je nástrojem vlastníka, správce či nájemce lesa, jenž jej potřebuje k vlastnímu hospodaření na lesním majetku (tak tomu snad opravdu bylo někdy v dávné minulosti). Avšak kdyby tomu tak skutečně bylo nyní, potom by stát nenařizoval vlastníkům lesa povinnost hospodařit podle LHP. Nenařizoval by příslušným subjektům povinnost dát si zpracovat od autorizovaných firem LHP ve stanovené kvalitě a tedy v dané ceně, nechat schválit orgány státní správy lesů a podle něj na svém vlastním lesním majetku hospodařit.

Ve skutečnosti v našem současném socio-ekonomickém, kulturním a právním prostředí není LHP zdaleka jen nástrojem vlastníka, ale lze říci, že především nástrojem společnosti, státu, nástrojem státní správy. A to nejen jako administrativní instrument státu pro zajištění hospodaření v lese podle momentálních odborných a politických názorů v rámci státu převažujících, a nejen pro kontrolu polyfunkčního hospodaření v lesích, ale rovněž jako zdroj důležitých informací pro státní správu o lesích, o jejich stavu, vývoji a úrovni hospodaření s ohledem na společenské funkce lesa, k nimž dnes patří již i funkce dřevoprodukční. Proto finanční prostředky, které musí vlastník, nájemce či správce lesa vynaložit na zpracování LHP zde nejsou dota-

Tab. 3.

Finanční příspěvky na hospodaření v lesích (mil. Kč)

State subsidies (aids) to forestry by purpose (mil. CZK)

Činnosti/ Activities	Roky/Years					Průměr/ Average
	2000	2001	2002	2003	2004	
1. Obnova lesů poškozených imisemi/Regeneration of forests damaged by air pollution	26	28	22	24	27	25,4
2. Zalesnění, zajištění a výchova porostů/Reforestation, establishment, tending of stands	207	241	221	225	248	228,4
3. Sdružování vlastníků lesů malých výměr/Grouping of the small- sized forest owners	3	4	4	4	4	3,8
4. Ekologické a k přírodě šetrné technologie/Ecological and nature friendly technologies	18	23	21	26	31	23,8
5. Zajištění mimoprodukčních funkcí lesa/Non-market forest services	179	45	32	8	*	52,8
6. Hrazení bystřin/Torrent control	43	1	-	-	-	8,8
7. Podpora ohrožených druhů zvířet/Support of endangered species of wild animals	4	4	4	3	4	3,8
8. Vyhotovení lesních hospodářských plánů/Elaboration of forest management plans	82	2	79	65	70	59,6
9. Ostatní hospodaření v lesích/Other subsidies	3	6	5	5	3	4,4
10. Programy spolufinancované s fondy ES/Programmes co-financed from EU funds	2	5	-	-	-	1,4
11. Chov a výcvik loveckých psů a dravců/Hunting dogs and birds of prey-raising and training	-	-	-	-	1	0,2
Celkem/Total financial subsidies	567	359	388	360	388	412,4

*Přešel do Operačního programu Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství, hrazeného z prostředků EU./Transferred into Operational Programme Rural Development and Multifunctional Agriculture paid from EU means

cí, tzn. darem státu daným subjektům, ale ani kompenzací za újmu, tj. zvýšené či mimořádné náklady příslušných subjektů v tržním prostředí. Jde de facto o nákup služby státem – zejména o pořízení LHP jako státního nástroje zajišťujícího žádoucí úroveň hospodaření v lesích daných vlastníků (podle institucionalizovaného názoru státních orgánů), a o nákup informací pro tyto orgány.

Tedy uvedené finanční prostředky v tabulce 3 v průměrné roční výši 412,4 mil. Kč jsou jen z části skutečnými dotacemi či příspěvky, a to na úrovni 234,4 mil. Kč, tj. 57 %. Zbýlá část je buď kompenzací za újmu či nákupem společenských služeb. Podstatný rozdíl je ve směřování finančních prostředků podle druhu vlastnictví. Z uvedených průměrných hodnot v roční výši 412,4 mil. Kč byly financovány státní lesy v průměrné roční výši 69,0 mil. Kč, tj. 42 Kč/ha, obecní lesy 148,2 mil. Kč, tj. 387 Kč/ha, ostatní lesy (převážně soukromé) 195,2 mil. Kč, tj. 310 Kč/ha. Z údajů tedy vyplývá, že státní lesy (definované podle Zpráv o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky) hradí velkou část újmy ze snížení ekonomické efektivity produkce dřeva z omezování hospodaření v lesích v důsledku požadavků společnosti, a velkou část služeb pro společnost, z vlastních zdrojů plynoucích z produkce dřeva. To se ovšem musí projevit na jejich hospodářském výsledku, ekonomické efektivity a v konečném důsledku v negativním ovlivňování principů tržní ekonomiky a nestejných podmínek účastníků trhu.

V LH byly v období 2000 - 2004 rovněž poskytovány podpory z podpůrného a garančního rolnického a lesnického fondu podnikatelským subjektům, přičemž poskytnutá dotace úroků se pohybovala v ročních hodnotách od 13 mil. Kč do 37 mil. Kč a poskytnutá garance úvěrů od 1 mil. Kč do 10 mil. Kč. Rovněž byly poskytovány příspěvky na hospodaření ve vojenských lesích v období 2000 - 2004 v ročních úrovních 57 mil. Kč – 66 mil. Kč. Podpory z prostředků Státního fondu životního prostředí meziročně značně kolísaly od 126 mil. Kč v r. 2002 po 7 mil. Kč v r. 2004, měly výrazně klesající trend. V roce 2004 se však připravoval přechod na dotace ze strukturálních fondů EU – finanční pomoc z Operačního programu „Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství“, do něhož bylo zahrnuto rovněž lesní hospodářství v rámci operačního programu 1.3.

Dále byly ještě poskytovány finanční prostředky na změnu struktury zemědělské výroby zalesněním, na zalesnění zemědělských pozemků, výsadbu a ochranu mladých lesních porostů. Ve skutečnosti se však jedná především o nákup služby v zájmu společnosti, a to v rámci zemědělství, ne o dotace a ještě do LH. Šlo o prostředky v roční výši mezi 153 a 120 mil. Kč v letech 2000 – 2003. V roce 2004 došlo ke změně financování s ohledem na strukturální fondy EU.

Celkově však lze říci, že skutečnými dotacemi jdoucími do LH je jen malá část finančních prostředků. Z ročního průměru za dané období 2000 - 2004 ve výši 967 mil. Kč finančních prostředků jdoucích do vlastního LH prostřednictvím Ministerstva zemědělství, uváděných obecně jako dotace, je skutečnými dotacemi svým charakterem pouze 271 mil. Kč, jdoucích do vlastního LH, tj. pouze 28 % z uváděných prostředků, tedy podstatně jiný objem. A i tyto prostředky nejsou vynakládány jen ve spojitosti s pomocí vlastníkům, nájemcům a správcům lesa produkujícím dřevo, s pomocí jejich prosazení se na trhu. Poskytování dotací v této podstatně nižší úrovni než je obecně uváděno, je výrazně motivováno veřejnými zájmy na žádoucím stavu lesa z hlediska plnění jeho společenských funkcí.

Vývoj celkových finančních prostředků včetně finančních prostředků na změnu struktury zemědělské výroby zalesněním, vývoj finančních prostředků jdoucích do vlastního LH prostřednictvím MZe (v podstatě hodnoty z tabulek 1 - 3) a vývoj skutečných dotačních titulů do LH (diferencovaných výše podle Zpráv o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2003, 2004) je uveden v grafu 1. Vidíme, že objem finančních prostředků do LH měl klesající tendenci a objem reálných dotací (které jsou pouze zlomkem finančních prostředků) stagnoval. Na druhé straně objem tržeb za dříví v letech 1999 - 2003 (ŠIŠÁK et al. 2004) měl silně klesající trend, který pokračoval i v roce 2004 – graf 2. Z uvedeného je patrné, že vývoj finančních prostředků do LH a dotací výrazně přispěl ke zhoršení ekonomické situace odvětví LH.

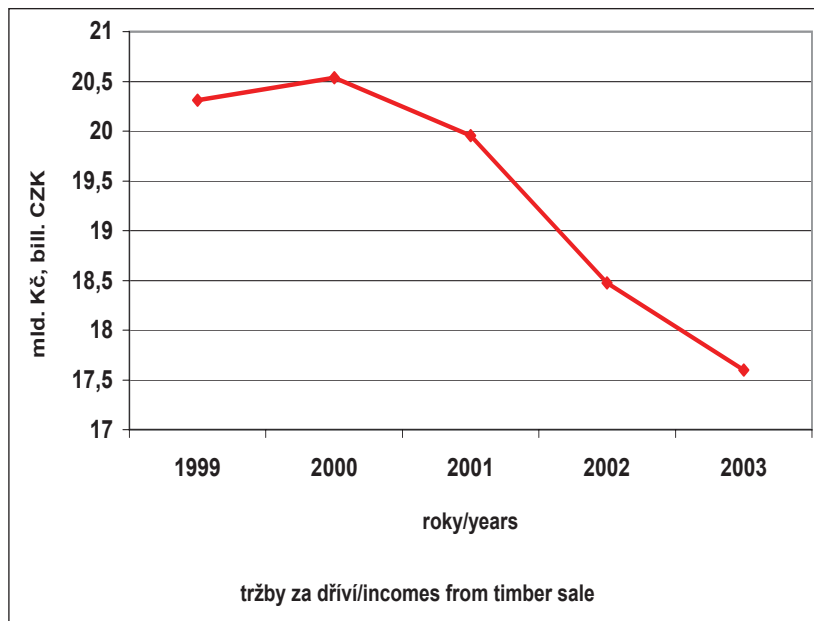
Rentabilita v odvětví za uvedené období prudce a podstatně poklesla, přičemž finanční prostředky jdoucí do vlastního LH (včetně kompenzací za ekonomické újmy a nákupu environmentálních služeb) nejen že nevyrovnávaly ani částečně tento pokles,

ale právě naopak ho podstatně prohloubily, protože jejich objem se rovněž zásadně snížil. Vlastní dotace, tj. skutečná „finanční podpora“ této prvovýroby stagnovala. Uvedené trendy byly jedním z podstatných faktorů ekonomické a politické krize v odvětví LH v letech 2004 - 2005, která však přetrvává i nadále, a zhoršených vztahů mezi tržními subjekty, zejména však mezi státním podnikem Lesy České republiky a subjekty poskytujícími výrobní služby.

Problémem je, že ani uvedené snížení a ve srovnání s minulostí nepatrné dotační prostředky nejsou pro LH, ale zejména pro společnost, zajištěny. Přitom je doložitelné, že polyfunkční požadavky společnosti, reprezentované nejen nevládními, ale i státními orgány na LH rostou a stále více omezují jeho efektivnost a rentabilitu. Finanční příspěvky na hospodaření v lesích byly totiž do roku 2005 poskytovány ze státního rozpočtu podle závazných pravidel, která byla každoročně přílohou k zákonu o státním rozpočtu. I pro rok 2005 byla sice vydána MZe „Závazná pravidla poskytování finančních příspěvků na hospodaření v lesích v roce 2005 a způsobu kontroly jejich využití“ (podle § 46 odst. 5 lesního zákona č. 289/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů), která byla zveřejněna na webových stránkách MZe, avšak jednotlivé kraje se jimi již nemusely řídit a také neřídily.

Od roku 2005 v souvislosti se zákonem o rozpočtovém určení daní byla totiž podstatná část příspěvků přesunuta do pravomoci krajů (přičemž ovšem změna nebyla důsledně legislativně vyřešena), a to včetně těch položek, které byly závazky státu (tzv. „mandatorní výdaje“ viz tab. 1), a kraje s nimi naložily po svém, čímž opět došlo v rámci jednotné tržní ekonomiky k negativnímu ovlivnění tržních principů a faktické tržní nerovnosti mezi vlastníky (obecně tržními subjekty) v různých krajích.

Je pravdou, že pokud všechny finanční prostředky chápeme striktně mechanisticky, paušálně, jako „dotace“, „milodary“, které je možno poskytnout podle jakýchkoli pravidel a finančních možností, ale které také nemusí být poskytnuty, případně míra jejich poskytování může být různá území od území, je takový přístup snad akceptovatelný pouze do určité míry z hlediska politického, ale velmi málo z hlediska ekonomického. Nemluvě o tom, že do daného režimu spadly i závazky státu, jejichž krytí se následně stalo v roce 2005 těžkým a zbytečným ekonomickým a politickým problémem státní administrativy, který překračoval hranice resortu. Stalo se, že hospodaření v lesích je omezováno a rentabilita zhoršována celostátními normami, avšak úroveň kompenzací a nákupy služeb, ale i dotací mohou být v závislosti na různé finanční politice krajů zcela odlišné. To je mj. do určité míry v rozporu s principem jednotných tržních podmínek pro subjekty v rámci dané ekonomiky, protože různá finanční politika krajů nemusí reflektovat rozdílné výrobní a přírodní podmínky.



Graf 2.

Vývoj tržeb za dříví v cenách na odvozním místě v letech 1999 - 2003

Development of incomes from timber sale on roadside in 1999 - 2003

Výše uvedené je dokladem, jak mechanisticky paušalizované chápání finančních prostředků jdoucích do LH ze státního rozpočtu (a dnes od r. 2005 nově dokonce z rozpočtu krajů) jako tzv. „dotací“, tj. „finančních podpor“, které má kořeny v dávnější minulosti před rokem 1990, vedlo a vede k neadekvátním rozhodnutím jak na úrovni moci výkonné, tak zákonodárné. Taková rozhodování mohou pokračovat i v budoucnu, pokud nedojde ke změně v petrifikovaném pojetí financování LH, které je dosud stále postaveno na přežitém chápání všech prostředků jdoucích do LH z veřejných zdrojů jako „příspěvků“, „dotací“, „milodarů“ daňových poplatníků na tržní výrobu. Tento problém překračuje hranice resortu a sektoru LH, a může se týkat zřejmě i dalších v ČR (zemědělství, venkova, dopravy, apod.), u nichž však došlo alespoň k částečnému pochopení a řešení situace. Daný problém LH je možno považovat v současné době v ČR za exemplární, měli bychom se z něj poučit. Odvětví pravděpodobně spoléhá v rámci dalšího vývoje na prostředky EU, zejména z Operačního programu Rozvoj venkova a multifunkční zemědělství, nově od roku 2007 EAFRD, když není schopno uvolnit ani relativně malou část prostředků do LH. Jenom finanční prostředky EU však problém neodstraní.

ZÁVĚR

Z provedené analýzy vyplývá, že situace ve financování LH z veřejných zdrojů, ať již domácích, ale nyní i zahraničních je značně nepřehledná a složitá. Relativně velké množství titulů i zdrojů vyvolává dojem o masivním poskytování finančních prostředků do polyfunkčního LH. Avšak na druhé straně se jedná o objemově velmi malé položky, jejichž finanční správa je složitá, organizačně, administrativně a rovněž finančně náročná. Přitom je proces financování prakticky stejně složitý jak pro malé, tak velké objemy prací, jak pro malé, tak velké vlastníky, nájemce a správce lesa. Celý proces od zpracování projektu přes podávání žádostí a jejich schvalování až po financování a kontrolu by bylo třeba zjednodušit, a to zejména s ohledem na rozsah aktivit a objemy požadovaných finančních prostředků.

Stále je třeba dbát na to, aby financování lesního hospodářství nezasahovalo problematiku do tržních vztahů, tj. neúměrně neznevyhodňovalo jedny vlastníky a producenty stejné komodity či služby oproti jiným. Zřejmě by mělo být systematicky rozděleno financování (či finanční příspěvky) podle toho, zda se jedná o:

- náhradu (kompenzaci) ušlého příjmu či zvýšených nákladů lesního hospodářství při zabezpečování tržních komodit a služeb způsobených požadavky na plnění mimoprodukčních funkcí lesa,
- nákup daných služeb – výrobních činností státními či společenskými orgány,
- dotace na produkční funkce v produkčně a ekonomicky podprůměrných podmínkách pro zabezpečení trvale udržitelného obhospodařování lesa.

Dále je třeba vyhodnocovat výstupy, které byly příslušnými finančními prostředky dosaženy či zajištěny, a to nejen v technických, jednotkách, ale rovněž ve finančním vyjádření, a to jak v souvislosti s funkcemi produkčními (tržními), tak mimoprodukčními (netržními), které však musí být oceňovány ze sociálně-ekonomického společenského hlediska racionálně. Lze očekávat, že takto zřejmě bude pokračovat a dále se prohlubovat evropský trend.

Poznámka:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu NAZV č. QH 71296 „Systém hodnocení společenské, sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesů, včetně kritérií a indikátorů polyfunkčního obhospodařování lesů“.

LITERATURA

- JARSKÝ, V.: Veřejné finance v lesním hospodářství. Praha: Česká zemědělská univerzita 2005. 140 s.
- Kolektiv: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Stav k 31. 12. 2003. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2004. 114 s.
- Kolektiv: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Stav k 31. 12. 2004. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2005. 108 s.
- ŠIŠÁK, L.: Promotion of forest environmental services. In: FAO/Czech Republic Forestry Policy Workshop. Trends in forest use and conservation – policy options for action. Hrubá Skála, 2004. Adresa na internetu: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/008/AD744E/AD744E20.pdf>
http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/007/AD744E/AD744E01.htm#P36_27832
- ŠIŠÁK, L., CHYTRÝ, M.: Analysis financing of forestry in the Czech Republic in the period of transition to market economy. Journal of Forest Science, 50, 2004, č. 2, s. 78-85.
- ŠIŠÁK, L., et al: Evaluating Financing of Forestry in Europe - country-level report. Czech Republic. Research Report. Praha: Faculty of Forestry, Czech University of Agriculture Prague, 2002. 58 s.
- ŠIŠÁK, L., PULKRAB, K.: Nature and structure of financial means supporting the forestry sector in the Czech Republic - Instruments of the Czech State Forest Policy. In: Financial instruments of forest policy. Rovaniemi: European Forest Institute Proceedings, 2002, č. 42, s. 151-157.
- ŠIŠÁK, L., ŠACH, F., KUPČÁK, V., ŠVIHLA, V., PULKRAB, K., ČERNHOUS, V., STÝBLO, J.: Vyjádření společenské efektivnosti existence a využívání funkcí lesa v peněžní formě v České republice. Projekt NAZV č. QF 3233. Periodická zpráva. Praha: Fakulta lesnická a environmentální ČZU 2004. 127 s.

Analysis of financing of forestry from public sources

Summary

The analysis shows that the situation in financing forestry from public resources – national as well as foreign ones – is rather complicated. Czech administration allocates finances to forestry from various resources and subsidy titles, the system of which does not provide an easy survey (ŠIŠÁK, PULKRAB 2002, ŠIŠÁK et al. 2002, ŠIŠÁK, CHYTRÝ 2004, JARSKÝ 2005). The above-mentioned analyses concur in need to simplify and interlace the system of financing. Nevertheless, the actual situation is rather turning to the worse.

Multifunctional forestry must ensure effective reproduction of market and non-market assets for the whole society, with respect to the fact that forestry is part of market economy, and therefore it is necessary to use appropriate economic instruments to make it work. Providing selected non-market functions, though, is often very demanding and limiting for the forest owner, tenant and manager in the view of market socio-economic relations. It worsens economic effectiveness, decreases sales revenues, and brings about additional costs. In the framework of market economy, the economic losses have to be calculated and reimbursed.

A large number of subsidy titles and resources can be misleading – it might imply that multifunctional forestry is massively subsidized. However, the real financial items are in fact rather small, though their administration and distribution are overly complicated and financially demanding by itself. Moreover, the process of financing small volumes of work is as complex and arduous as of the large ones, both for small-scale and large-scale proprietors, tenants and managers. The whole process – preparation of the project, its submitting, authorization, money-allocation, and, finally, inspection – needs to be simplified, with regard for the volume of work and demanded financial means.

The use of financial resources should be coordinated on the interagency level, and its efficiency calculated on the state or regional level by a unified system. The financial means should be presented, controlled and analysed with regard to their different socio-economic essence.

A serious issue to be tackled is differentiation of the financial means allocated to forestry. In the Czech official and statistical documents (e. g. the annual Report on the State of Forests and Forestry of the Czech Republic, 2003, 2004), and also in other texts, the state budget funds for the forestry sector are presented as “subsidies” in forestry. Nevertheless, from the political as well as economic point of view – both in the Czech and international context, especially EU – it is the most controversial and misleading to present all financial means as subsidies. It might easily be misinterpreted, and bring serious consequences in the allocation processes.

Financial means from the public resources should be divided into the following groups:

- subsidies from public resources, in fact donations from the society to forestry subjects (owners, tenants and forest managers) to help them manage forests in the way favourable to the society needs. They are motivating financial means.
- compensations of the economic loss caused by restricted forest management, raised costs and decreased incomes, i. e. worsened economic effectiveness of wood production caused by specific society demands. They are neither donations nor subsidies.
- purchase of work and services by the society, the public or its parts, or by organizations to support non-market forest services. Again, they are neither donations nor subsidies of any kind.

The development of total financial means including those designed for transformation of the agricultural production structure by reforestation, the development of financial means designed for forestry as such via the Ministry of Agriculture (values from tables 1 – 3), and the development of real subsidy titles for forestry are presented in figure 1. It is evident that the volume of financial means designed for forestry is decreasing, while the volume of real subsidies (i. e. only a part of the financial means) stagnates. On the other hand, the income for wood (road-side prices) in 1999 – 2003 was rapidly decreasing (continuing also in 2004) – figure 2 (ŠIŠÁK et al. 2004). The above-mentioned facts show that the development of forestry financial means including the subsidies contributed to worsening the economic situation of forestry.

Overall, it can be said that real forestry subsidies are only a very small part of financial means. From the annual mean in 2000 – 2004 amounting to CZK 967 mil. presented as subsidies, the real subsidies are only CZK 271 mil., i. e. only 28%. The larger part of the so-called subsidies is in fact compensations or purchase of services by public authorities. Nevertheless, the real subsidies are put out not only to help forest owners, tenants and managers produce wood and establish themselves on the market. Subsidising at this substantially lower level than it is usually presented, is largely motivated by public interest in the favourable state of forests, with the view of their fulfilling non-market, social services.

Calculation of economic efficiency of the three above-mentioned groups of financial means needs monitoring the following:

- the financial means put out directly in particular programmes and subprogrammes,
- the costs of realization of the programmes and subprogrammes (overhead operations and inspection),
- the proportion of co-financing (relative and total representation of the financial means invested by the forest owners, tenants and managers at the level of production costs),
- the outputs (in technical units) realized with the invested financial means,
- the outputs in value expression (social-economic value) of all forest functions involved in the particular operation.

Recenzováno

SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÉ HODNOTY FUNKCÍ LESA NA PŘÍKLADU ÚZEMÍ LZ ŽIDLOCHOVICE

Socio-economic values of forest services – case of the Forest Enterprise Židlochovice

Abstract

Monetary valuation of socio-economic importance of forest services for the society is a considerably difficult and complex theoretical and practical issue. Obviously, the forest services are not uniform from the view of their socio-economic impact on the society. They differ in socio-economic essence of their impact and in their role in the society. As for the whole forest area of the Forest Enterprise Židlochovice, the total average annual socio-economic value of forest services is calculated on the level of 464 mil. CZK and capitalized value of 23,186 mil. CZK. Timber production service sharing 28.9% of total value is the most important, followed by cultural-educational services (nature protection forest service) sharing 25.5%.

Klíčová slova: funkce lesa, sociálně-ekonomické hodnoty, Česká republika, případová studie Židlochovice

Key words: forest services, socio-economic values, Czech Republic, case study Židlochovice

ÚVOD

Peněžní vyjádření sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa pro společnost je nanejvýše složitý teoretický a praktický problém. Přitom se jedná jak o funkce tržní, tak netržní, či zprostředkované tržní. Funkce lesa jsou v práci chápány jako tzv. společenské funkce lesa a jejich významnost jako společenská sociálně-ekonomická významnost, tj. jejich sociálně-ekonomická významnost pro společnost či její části. Pojetí funkcí lesa jako společenských odráží vliv lesa na společnost, tj. v konečných důsledcích na společenské sociálně-ekonomické parametry, ne na technické, biologické, fyzikální a chemické parametry vlastního přírodního prostředí, ekosystému, mimo člověka, mimo společnost a její části.

Vyjádření společenské sociálně-ekonomické hodnoty funkcí lesa je jedním ze zásadních podkladů pro rozhodování o účelech využití částí krajiny, o alokaci sociálně-ekonomických zdrojů, o alokaci produkčních a environmentálních zdrojů. Peněžní vyjádření společenské sociálně-ekonomické hodnoty funkcí lesa lze použít pro:

- hodnocení sociálně-ekonomické efektivity využívání a reprodukce obnovitelných environmentálních zdrojů v rámci trvale udržitelného obhospodařování lesů,
- rozhodování o financování činností v lesním prostředí při využívání funkcí lesa,
- rozhodování o substituci environmentálních zdrojů, zejména delimitaci půdy,
- stanovení velikosti společenských ztrát (škod) z neadekvátního využívání funkcí lesa, z poškození či zničení lesa,
- stimulaci racionálního využívání užitečných hodnot lesa jako environmentálního zdroje,
- zkvalitnění procesu plánování a zacházení s lesem v rámci jeho polyfunkčního využívání či užívání v krajině.

Pravděpodobně nejvýznamnějším materiálem zabývajícím se hodnocením funkcí lesa v poslední době v evropském a světovém kontextu je publikace autorů MERLO, CROITORU et al. (2005) vyjadřující tzv. „celkovou ekonomickou hodnotu“ (total economic value „TEV“) funkcí lesa pro 22 zemí ze 3 kontinentů (Evropa, Afrika, Asie) obklopujících Středozevní moře. Hodnocení se účastnily Itálie, Francie, Malta, Španělsko Portugalsko, Maroko, Alžírsko, Tunisko, Libye, Egypt, Palestina, Izrael, Libanon, Sýrie, Turecko, Kypr, Řecko, Albánie, Srbsko-Černá Hora, Bosna-Hercegovina, Chorvatsko a Slovinsko. Z toho 8 zemí jsou členy EU a další 2 země

kandidátskými členy EU. Na řešení se podílelo 45 odborníků, z nichž mnozí jsou v evropském a světovém měřítku velmi významnými osobnostmi, a mnoho institucí i ze zemí mimo mediteránní oblast a nezahrnuté do řešení projektu.

Podle MERLA, CROITORU et al. (2005) je pro vyjádření celkové ekonomické hodnoty (TEV) použito pro různé funkce v různých zemích různých přístupů, stejně tak i pro stejné funkce v různých zemích jsou použity různé přístupy. To závisí na socio-ekonomických a kulturních poměrech v té které zemi, a dále na existenci vstupních dat. Diferenciace realizovaného ocenění je uvedena dále.

Ocenění provedené ve všech zemích dané oblasti je diferencováno podle sociálně-ekonomického obsahu funkcí lesa, tj. jejich vztahu k trhu, a lze vysledovat členění do bloků na tržní, zprostředkované tržní a netržní. Dále se metody oceňování diferencují podle sociálně-ekonomických a kulturních aspektů té které země a v neposlední řadě podle vstupních dat, která byla k dispozici. Obdobně diferencuje oceňování funkcí lesa i BLUM (2004). Tedy ocenění provedené ve výše uvedených zemích a pracích je diferencováno v principu tak, jak bylo navrhováno v práci ŠIŠÁKA (1994), ŠIŠÁKA, ŠVIHLÝ a ŠACHA (2002) a ŠIŠÁKA et al. (2004), a je provedené v předkládané práci.

METODIKA

Po stránce teoreticko-metodické vychází práce z projektu řešeného v rámci NAZV č. QF3233 „Vyjádření společenské efektivity existence a využívání funkcí lesa v peněžní formě v České republice“, po stránce praktické aplikace je pak podstatným základem příspěvku výzkumný úkol „Analýza efektivity polyfunkčního lesního hospodářství na území lesního závodu Židlochovice“ řešený pro Lesy České republiky, s. p. Konkrétní metodický přístup a výsledky vycházejí z dosavadních postupů obou výše uvedených řešených výzkumných projektů, které byly schváleny na oponentních jednáních. Výstupy z prací uvedených výše byly upraveny a adaptovány na konkrétní poměry lesního závodu Židlochovice (ŠIŠÁK et al. 2005).

Charakteristika a struktura funkcí lesa

Soubor funkcí lesa je různorodý a velmi členitý. Komplexní společenské funkce lesa nejsou ze sociálně-ekonomického hlediska jednotné, lze je diferencovat podle sociálně-ekonomické oblasti, ve které funkce uspokojují společenské potřeby na:

Tab. 1.

Přehled hodnot společenských sociálně-ekonomických funkcí lesa na lesním závodě Židlochovice v KČ

Survey of values of socio-economic forest services in Forest Enterprise Židlochovice in CZK

Společenské sociálně-ekonomické funkce lesa (podíl %)/ Socio-economic forest services (percentage)		Roční cena/ Annual value	Kapitalizovaná cena/ Capitalized value
Dřevoprodukční / Timber production	(28,9 %)	134 005 473	6 700 562 955
Chov zvěře a myslivosti / Hunting and game management	(8,0 %)	37 038 833	1 851 936 299
Nedřevoprodukční/ Non-wood forest production	(1,9 %)	8 733 188	436 659 413
Hydrické - maximální průtoky/ Hydrological - maximum runoffs	(1,9 %)	8 604 168	428 544 353
Hydrické - minimální průtoky/ Hydrological - minimum runoffs	(2,4 %)	10 911 886	543 573 593
Hydrické - kvalita vody ve vodních tocích a nádržích / Hydrological – water quality in streams and reservoirs	(8,6 %)	40 010 250	2 000 512 479
Půdoochranné - ztráty půdy na stanovišti/ Soil protection - loss of soil on site	(0,1 %)	307 000	15 350 000
Půdoochranné - zanášení vodních nádrží a toků/ Soil protection - soil deposits in streams and reservoirs	(0,0%)	3 531	178 499
Vzduchoochranné – vázání CO ₂ / Air protection – CO ₂ sequestration	(5,1 %)	23 763 499	1 188 174 975
Zdravotně-hygienické/ Health-hygienic	(17,7 %)	82 229 842	4 111 492 080
Kulturně-naučné / Cultural-educational	(25,5 %)	118 178 217	5 908 910 838
Celkem/Total		463 785 887	23 185 895 484

- tržní, produkční, výrobní, internality
 - dřevoprodukční
 - chov zvěře, myslivost
 - ostatní
- netržní environmentální funkce lesa (mimoprodukční, nevýrobní, externality)
 - se zprostředkovaným dopadem na trh
 - nedřevoprodukční (lesní plodiny)
 - půdoochranné (eroze půdy, depozice erodované půdy)
 - hydrické (maximální a minimální průtoky, kvalita vody ve vodních zdrojích)
 - vzduchoochranné (vliv na kvalitu vzduchu, klima, vázání CO₂, NO_x)
 - bez tržního dopadu
 - zdravotně-hygienické (rekreační a zdravotní)
 - kulturně-naučné (přírodoochranné, výchovné, vědecké, institucionální)

Metody sociálně-ekonomického hodnocení funkcí lesa

Metody sociálně-ekonomického hodnocení funkcí lesa (ŠIŠÁK, ŠVIHLA, ŠACH 2002, ŠIŠÁK et al. 2004) jsou diferencovány podle jejich sociálně-ekonomického obsahu ve společnosti, účelu použití a disponibilních vstupních dat, jak je uvedeno níže.

- * Tržní funkce: na bázi ukazatelů procházejících trhem (objem tržeb):
 - dřevoprodukční funkce: podle objemu průměrných ročních tržeb za dříví v běžných cenách na LZ Židlochovice
 - chov zvěře - myslivost: podle objemu průměrných ročních tržeb za realizovanou produkci materiálních komodit a služeb na LZ Židlochovice

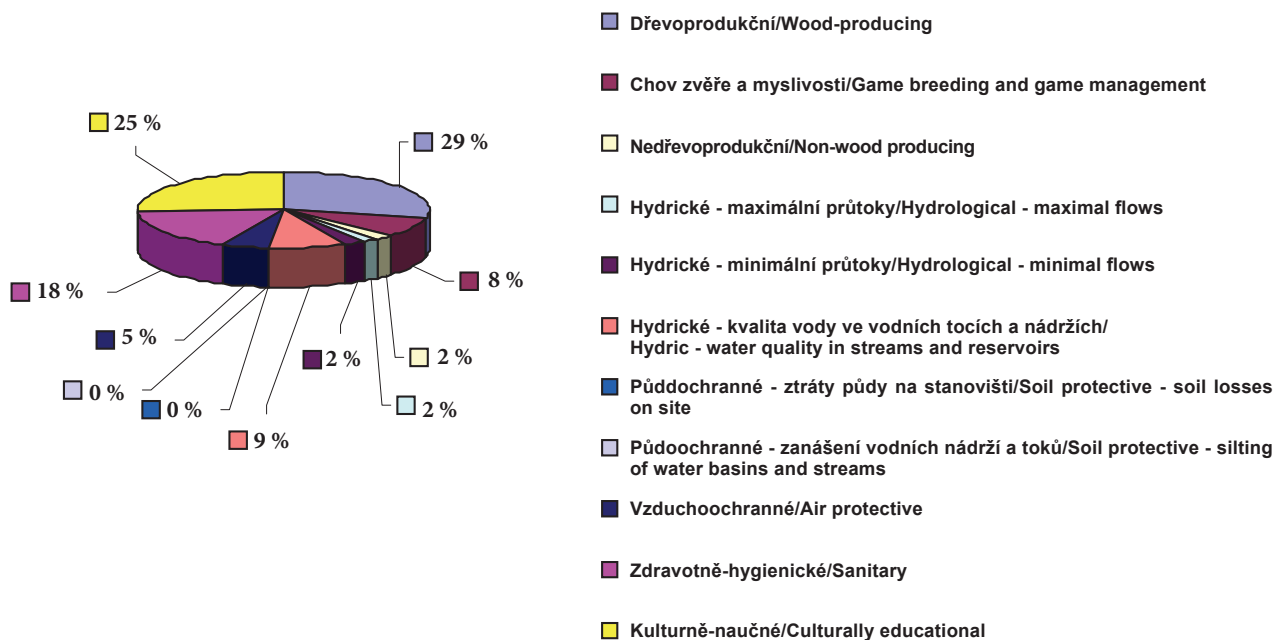
- * Zprostředkovaně tržní funkce: na bázi ukazatelů procházejících zprostředkovaně trhem:

- nedřevoprodukční funkce: podle objemu stínových výnosů ze sběru lesních plodin
- hydrické funkce: podle nákladů prevence (nákladů náhradních opatření na zabránění škod)
- půdoochranné funkce: podle nákladů kompenzace (nákladů na opatření odstraňující škody)
- vzduchoochranné funkce vázání CO₂: podle množství CO₂ vázaného v průměrném ročním objemu realizovaného dříví ve společnosti a jednotkových cen z obchodovatelných objemů CO₂ v rámci EU

- * Netržní funkce (sociální):

- zdravotně-hygienické funkce na základě expertního srovnání průměrné sociálně-ekonomické významnosti daných funkcí lesa s významností funkce dřevoprodukční s vnitřní diferenciací podle návštěvnosti
- kulturně naučné funkce na základě expertního srovnání průměrné sociálně-ekonomické významnosti daných funkcí lesa s významností funkce dřevoprodukční s vnitřní diferenciací podle jednotlivých charakteristik

Les je dynamický a v principu obnovitelný environmentální zdroj. Tento fakt je nutno při hodnocení společenských funkcí lesa zohlednit. Znamená to, že peněžní hodnoty je třeba diferencovat na dočasné – ročně kalkulované a na trvalé – kapitalizované (ŠIŠÁK et al. 2004). Kapitalizované hodnoty byly odvozeny z průměrných ročních hodnot dělením tzv. lesní úrokovou mírou na úrovni 2 %.



Graf 1.

Procentický podíl hodnot funkcí lesa na území lesního závodu Židlochovice

Percentage of forest services values on the area of Forest Enterprise Židlochovice

Charakteristika LZ Židlochovice

Metodické postupy hodnocení sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa byly aplikovány na území lesního závodu (LZ) Židlochovice, který je jedním z pěti LZ přímo řízených LČR, s. p. Rozkládá se na území dvou LPO: 35 - Jihomoravské úvaly a 33 - Předhůří Českomoravské vysočiny. Hospodaří na 22 500 ha lesní půdy, která je ve vlastnictví státu a nachází se na katastrálním území o rozloze 173 000 ha. Sestává z LHC - Židlochovice a LHC - Moravský Krumlov. Současný LHP je platný od 1. 1. 2000 do 31. 12. 2009. Průměrná lesnatost území je kvůli intenzivně obdělávané zemědělské krajině necelých 15 %.

Na území se nachází jedinečná ukázka středoevropského lužního lesa, který se zachoval podél toků řek Jihlavy, Dyje, Moravy a Svratky na ploše cca 10 000 ha, což činí 40 % z celkové výměry LZ Židlochovice a 30 % z výměry lužních lesů na území ČR. V sousedství luhů na vátých písčích je cca 3 000 ha lesa se zastoupením borovice lesní a borovice černé (80 %), dubu ceru a akátu (20 %). Dalším význačným typem lesa je listnatý pařezinový les s převahou dubu letního a zimního (většinou nepravé kmenoviny) na výměře cca 8 000 ha v pahorkatinách v okolí Mikulova, na Divácku nebo Moravskokrumlovsku. Významnou charakteristikou lesního závodu je intenzivní myslivecké hospodaření. V současné době LZ Židlochovice provozuje 11 bažantnic a obhospodařuje ve vlastní režii 5 obor s chovy zvěře jelení, daňčí, mufloní a zvěře černé. (HRIB 2002). Dalším vyhraněným typem je cca 1 000 ha větrolamů (HRIB 2002). Výše uvedené znamená, že lesní hospodářství na území LZ Židlochovice je výrazně polyfunkční, zajišťující významné společenské funkce v dané krajině.

VÝSLEDKY

Je možno říci, že na základě dosud provedených výzkumných šetření se pohybuje celková roční hodnota společenských sociálně-ekonomických funkcí lesa na území LZ Židlochovice na úrovni 463 785 tis. Kč a celková kapitalizovaná hodnota 23 185 895 tis. Kč, viz tabulku 1.

Pro možnost porovnání jednotlivých funkcí lesa jsou uváděny v tabulce 2 přepočty ročních a kapitalizovaných cen v Kč podle charakteru jednotlivých funkcí lesa jednak na 1 ha porostní půdy, jednak na 1 ha výměry pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL). Uvedené členění vychází ze skutečnosti, že některé funkce lesa se vztahují především k porostní půdě (např. dřevoprodukční funkce), některé spíše k celé výměře PUPFL (např. funkce chovu zvěře a myslivosti).

Z výsledků je patrné, že netržní (mimoprodukční) funkce lesa převyšují svou hodnotou funkce tržní (produkční – dřevoprodukční a chovu zvěře a myslivosti) v poměru 63 : 37, avšak funkce dřevoprodukční je doprovázena funkcí vzduchoochrannou – vázání CO₂. Pak je poměr hodnot zbývajících mimoprodukčních funkcí lesa oproti společné hodnotě produkčních funkcí a funkce vázání CO₂ 58 : 42. Uvedené názorně ukazuje graf 1, který vyjadřuje procentní podíl hodnot jednotlivých společenských sociálně-ekonomických funkcí lesa na LZ Židlochovice.

Zjištěná průměrná roční společenská sociálně-ekonomická hodnota společenských sociálně-ekonomických funkcí lesa obhospodařovaných LZ Židlochovice dosahuje 463,8 mil. Kč. Celková kapitalizovaná hodnota daných funkcí pak činí 23,2 mld. Kč (v průměru 1,072 mil. Kč na 1 ha porostní půdy, příp. PUPFL). Hodnota lesa

Tab. 2.

Přehled hodnot společenských sociálně-ekonomických funkcí lesa na LZ Židlochovice na 1 ha porostní půdy/PUPFL* v Kč
Survey of values of socio-economic forest services in Forest Enterprise Židlochovice per 1 ha of forest land/plots determined for forest services* in CZK

Společenské sociálně-ekonomické funkce lesa (podíl %)/ Socio-economic forest services (percentage)	Roční cena/ Annual value	Kapitalizovaná cena/ Capitalized value
Dřevoprodukční/Timber production	6 481	324 073
Chov zvěře a myslivosti*/Hunting and game management	1 643	82 167
Nedřevoprodukční*/Non-wood forest production	387	19 374
Hydrické - maximální průtoky/Hydrological - maximum runoffs	416	20 727
Hydrické - minimální průtoky/Hydrological - minimum runoffs	528	26 290
Hydrické - kvalita vody ve vodních tocích a nádržích/ Hydrological - water quality in streams and reservoirs	1 935	96 755
Půdoochranné - ztráty půdy na stanovišti/ Soil protection – loss of soil on site	15	742
Půdoochranné - zanášení vodních nádrží a toků/ Soil protection – soil deposits in streams and reservoirs	0,17	9
Vzduchoochranné/Air protection - CO ₂ sequestration	1 149	57 466
Zdravotně-hygienické*/Health-hygienic	3 648	182 420
Kulturně-naučné*/Cultural-educational	5 243	262 168
Celkem/Total	21 447	1 072 191

v jeho společenských sociálně-ekonomických funkcích (který je obhospodařován LZ Židlochovice) 23,2 mld. Kč je podstatně vyšší než celková hodnota úřední dřevoprodukční ceny pozemků a porostů, kterou lze kalkulovat na úrovni 6,2 mld. Kč, a ještě výrazněji vyšší než tržní cena lesa (tj. dřevoprodukční funkce) z hlediska soukromovlastnického, kterou lze kalkulovat na úrovni 2,1 mld. Kč. Vlastní společenská sociálně-ekonomická hodnota dřevoprodukční funkce lesa převyšuje úřední hodnotu dané funkce o 0,5 mld. Kč, a tržní hodnotu dokonce o 4,6 mld. Kč.

Určitým problémem stále zůstává agregace a souměřitelnost hodnot funkcí lesa zjištěných různými způsoby. Zejména v současné době se ve světě diskutuje otázka srovnatelnosti hodnot tržních a netržních, případně zprostředkovaně tržních funkcí lesa.

ZÁVĚR

Z výsledků vyplývá, že území LZ Židlochovice je velmi významné nejen z hlediska funkcí dřevoprodukční, a kulturně-naučných, zejména přírodoochranných, ale rovněž zdravotně-hygienických – rekreačních a chovu zvěře a myslivosti. Rovněž další funkce, vázání uhlíku, hydrické a půdoochranné zde mají své místo. Území LZ Židlochovice lze charakterizovat v rámci ČR jako výrazně polyfunkční s nadprůměrným významem řady funkcí.

Průměrná roční společenská sociálně-ekonomická hodnota obhospodařovaných funkcí lesa na území LZ Židlochovice dosahuje 463,8 mil. Kč a celková kapitalizovaná hodnota pak činí 23,2 mld. Kč. Společenská sociálně-ekonomická hodnota obhospodařovaného lesa na území LZ Židlochovice je v jeho funkcích podstatně vyšší než celková hodnota úřední dřevoprodukční ceny pozemků a porostů, kterou lze kalkulovat na úrovni 6,2 mld. Kč a ještě výrazně vyšší než tržní cena lesa (tj. dřevoprodukční funkce) z hlediska soukromovlastnického, kterou lze kalkulovat na úrovni 2,1 mld. Kč.

Je třeba říci, že výše uvedená zjištění a údaje dokládají, že činnost LZ Židlochovice je na svěřeném území, ale i v rámci širšího regionu, vysoce efektivní ze společenského sociálně-ekonomického hlediska, jehož nedílnou a rovnocennou součástí jsou jak

funkce tržní (produkční), tak netržní (mimoprodukční, environmentální).

Dosavadní způsob polyfunkčního obhospodařování lesa na LZ Židlochovice zabezpečuje plnění společenských sociálně-ekonomických funkcí ve vysokých hodnotových úrovních a zajišťuje tak v praxi princip udržitelného rozvoje vyváženě ze všech tří hledisek, tj. z hlediska ekonomického, ekologického a sociálního.

Výsledky by bylo třeba dále zpřesnit s vývojem metodiky a ověřit v rámci dalších případových studií. Důležité do budoucna je řešení problematiky návštěvnosti lesa v souvislosti s vkládáním prostředků do intenzifikace zdravotně-hygienických funkcí.

Dále lze doporučit, aby v budoucnu byly systematicky kalkulovány a zveřejňovány nejen ekonomické újmy a škody plynoucí z omezování tržního obhospodařování lesa ve prospěch netržního obhospodařování lesa, ale také náklady na zvelebení netržních, mimoprodukčních funkcí lesa a služeb lesního hospodářství pro veřejnost. Rovněž společenské sociálně-ekonomické hodnoty podstatných funkcí lesa, s kterými podnik LČR, s. p., jeho organizační jednotky a pracovníci zacházejí, by měly být systematicky kalkulovány a prezentovány. Tyto údaje by se měly stát součástí environmentálního (udržitelného) manažerského účetnictví a reportingu.

Důležitým fenoménem je v této souvislosti i charakter a struktura návštěvnosti lesa jako podstatný faktor spojení veřejnosti s LČR, s. p., jeho organizačními jednotkami a pracovníky. I tu by bylo třeba do šetření alespoň v rámci případových studií zahrnout danou problematiku, a to zejména v lokalitách výraznější intenzifikace činností a funkcí lesa. K uvedenému je třeba vypracovat metodiku, případně i zjednodušenou, která by mohla být uplatněna v řídicí, ekonomické a komunikační praxi LČR, s. p., ovšem po předchozím ověření na některých organizačních jednotkách LČR, s. p.

Poznámka:

Příspěvek vznikl s podporou grantu NAZV č. QF 3233 „Vydání společenské efektivnosti existence a využívání funkcí lesa v peněžní formě v České republice“ a Výzkumného projektu LČR, s. p. „Analýza efektivnosti polyfunkčního lesního hospodářství na území lesního závodu Židlochovice“.

LITERATURA

- BLUM, A.: Social and collaborative forestry, s. 1121-1131. In: Burley, F.: Encyclopedia of Forest Science. Amsterdam: Elsevier Academic Press. 2004.
- HRIB, M.: Exkurze zaměstnanců Šumavského národního parku na LZ Židlochovice. Rukopis. 2002, 13 s.
- MERLO, M., CROITORU, L.: Valuing Mediterranean forests. Towards total economic value. Wallingford UK, CABI Publishing. 2005. 406 s.
- ŠIŠÁK, L.: Cena sociálních stránek funkcí lesa a její souměřitelnost s cenou ekonomických stránek funkcí lesa. Lesnictví, 1994, č. 3, s. 85-92.
- ŠIŠÁK, L., ŠACH, F., KUPČÁK, V., ŠVIHLA, V., PULKRAB, K., ČERNOHOUS, V.: Vyjádření společenské efektivnosti existence a využívání funkcí lesa v peněžní formě v České republice“. Projekt NAZV č. QF 3233. Periodická zpráva. Praha: FLE ČZU 2004. 101 s.
- ŠIŠÁK, L., PULKRAB, K., BLUĐOVSKÝ, Z., SLOUP, R., STÝBLO, J., STEHLÍK, F., KAŠPAROVÁ, I., VENTRUBOVÁ, K.: Analýza efektivnosti polyfunkčního lesního hospodářství na území lesního závodu Židlochovice. Výzkumný projekt LČR, s. p. Zpráva o postupu řešení. Dílčí výstup II. Dílčí roční zpráva 2005. Praha: FLE ČZU 2004. 92 s.
- ŠIŠÁK, L., ŠVIHLA, V., ŠACH, F.: Oceňování společenské sociálně-ekonomické významnosti základních funkcí lesa. Praha: Ministerstvo zemědělství 2002. 71 s. ISBN 80- 7084-234-2.

Socio-economic values of forest services – case of the Forest Enterprise Židlochovice

Summary

Monetary valuation of socio-economic importance of forest services for the society is a considerably difficult and complex theoretical and practical issue. It applies not only to non-market forest services (positive externalities of forests and forestry) but also to market services. The values represent a socio-economic and political category. They are understood as degrees of benefits to the given societal subjects. The valuation may be characterized as a process of expressing the degree of the use, i. e. the significance of the services to the given social (societal) subject.

Forest services form a complex social (socio-economic) system. In observing the character of many forest services' systems it is obvious that their structure is not and cannot be stabilized because it is formed considering different objectives and purposes, at different places and times, in different social conditions. Forest services' systems are always purpose-built.

Speaking about great problems of valuation of non-market forest benefits, the question for aims and reasons of such questionable valuation is raised frequently (both by the theoreticians and practitioners) in the Czech Republic (CR). Generally, the monetary expression of non-market forest benefits importance can be used especially for the following activities:

- identification of share of forests' importance for natural and social welfare of the country,
- analyses of the state and development of social demands for forest benefits,
- expression of socio-economic effectiveness of multiple and sustainable forest management,
- decision making about land allocation between forestry and other kinds of land use,
- assessment of value of social losses caused by damaging of forests,
- stimulation of effective and wise use of forests, of all their goods and services,
- improvement of forest planning and of forest running processes in the frame of multifunctional forestry.

Obviously, the forest services are not uniform from the view of their socio-economic impact on the society. They differ in socio-economic essence of their impact and in their role in the society. System of valuation of socio-economic importance of forest services for the society was derived in the Czech Republic (ŠIŠÁK 1994, ŠIŠÁK, ŠVIHLA, ŠACH 2002, ŠIŠÁK et al. 2004), adapted in 2005 (ŠIŠÁK et al. 2005) and applied as a case study to the area of forests administered by the Forest Enterprise Židlochovice, a part of the state enterprise Forests of the Czech Republic.

Methods of socio-economic valuation of forest services are differentiated by their socio-economic content, purpose of use and data availability as follows.

- Market services on the base of market values (incomes):
 - timber production service: by average annual incomes from market sale in current prices (1999 - 2003)
 - hunting and game management service: by average annual incomes from market sale of commodities and hunting services in current prices (1999 - 2003)
- intermediate market services on the base of market impact (saved money)
 - non-market production service: by shadow value (incomes) of forest fruits and mushrooms picking in 1999 - 2003 (current prices)
 - Hydrological services: by the cost-of-prevention approach (costs of technical measures substituting the respective forest services, i. e. reducing maximum runoff in water streams, enhancing minimum runoff in water streams and reducing the content of nitrogen oxides in water reservoirs)
 - soil protection services: by costs-of-compensation approach (costs of measures compensating or removing damage cause by destructed soil protection forest service)
 - air protection forest service - CO₂ sequestration: by average unit price of international trade with CO₂ permits in Europe and annual amount of CO₂ sequestered in timber increment (price based on published data on Greenhouse Gas Market, published in Geneva, 2003 by the International Emission Trading Association IETA).
- Non-market services (social):
 - health-hygienic (recreational, health) forest services: by the expert comparison of their general mean socio-economic importance to the general mean socio-economic importance of timber production forest service with internal differentiation by forest frequentation
 - cultural-educational forest services (nature conservational, educational, scientific and institutional): by the expert comparison of their general mean socio-economic importance to the general mean socio-economic importance of timber production forest service with internal differentiation by individual features

As for the whole forest area of the Forest Enterprise Židlochovice, the total average annual socio-economic value of forest services is calculated on the level of 464 mil. CZK and capitalized value of 23,186 mil. CZK. Timber production service sharing 28.9% of total value is the most important, followed by cultural-educational services (nature protection forest service) sharing 25.5%, by health-hygienic services (recreational service) with 17.7%, by hydric forest service - water quality in water streams and reservoirs sharing 8.6%, and by hunting and game management forest service with 8.0%.

Recenzováno

PODNIKÁNÍ V EVROPSKÉM LESNICTVÍ

V období od září 2002 do září 2006 probíhala práce na projektu COST Action E30 „Ekonomická integrace požadavků městského obyvatelstva a lesní výroby“ za účasti 21 evropských zemí (Bulharsko, Dánsko, Finsko, Francie, Holandsko, Maďarsko, Německo, Irsko, Island, Itálie, Litva, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Srbsko, Švédsko, Švýcarsko a Velká Británie). Hlavním cílem studie bylo řešení problému podnikání v maloplošných lesních podnicích, jejich možností orientace na výrobu dřeva a výrobků ze dřeva ve vztahu k situaci na trhu, a jejich vlivu na zlepšení situace v zaměstnanosti ve venkovských oblastech. Řešení projektu bylo rozděleno do 3 pracovních skupin. Skupina 1 (WG 1) se zabývala hospodařením maloplošných lesních podniků, skupina 2 (WG 2) dřevozpracujícím průmyslem a skupina 3 (WG 3) mimoprodukčními funkcemi lesa a službami.

Současný trend globalizace znamená, že většina obyvatel i v Evropě preferuje život v městských aglomeracích. To však sebou přináší nové a větší nároky na venkovské oblasti a speciálně na lesnické odvětví a zároveň odliv pracovních sil z těchto oblastí. Zda je lesnický sektor dostatečně připraven na budoucí nápor požadavků, je hodnoceno v této studii. Studie je rozvržena do 6 oddílů:

1. vyhodnocuje vztahy, které ovlivňují podnikání v lesnickém sektoru
2. představuje některé teoretické přístupy ve vztahu k regionálnímu dění
3. shrnuje poznatky získané pracovní skupinou WG 1 (všeobecné poznatky)
4. shrnuje poznatky získané pracovní skupinou WG 2 (dřevní produkce a výrobky ze dřeva)
5. shrnuje poznatky získané pracovní skupinou WG 3 (mimoprodukční funkce lesa)
6. zhodnocuje závěry jednotlivých pracovních skupin s přihlédnutím k historické i budoucí roli podnikání v lesnictví

ad 1)

V dnešní Evropě dochází z různých příčin k úpadku zemědělství, dokonce ani v severní Skandinávii nepřekračuje zemědělská a lesnická činnost 10 % hrubého domácího produktu. Jedním z důvodů tohoto jevu je globalizace a rychlý vývoj informačních technologií, pro které je i přes mnohé klady venkova (nižší životní náklady, přítažlivější životní prostředí) výhodnější se soustřeďovat v městských aglomeracích.

Podle povahy lze drobné podnikání v lesnictví rámcově zařadit do tří, popřípadě čtyř zón: jihovýchodní Evropa zahrnující Balkánský poloostrov, sever Rakouska a západ Itálie, kde soukromníci hospodaří na méně než 1 ha lesa; druhá zóna pokrývá zbytek Středozemní oblasti a Iberský poloostrov s osamělými farmami vzdálenými od větších residencí; třetí zóna střední Evropy je charakteristická historickým sepětím zemědělství a lesnictví. Za případnou čtvrtou zónu lze považovat severské země, kde lesy pokrývají velká území a lesnické společnosti obhospodařují desítky hektarů lesa.

Zdá se, že vývoj dřevní produkce se bude ubírat jednak cestou masové výroby výrobků denní spotřeby a jednak cestou výroby kvalitních předmětů jedinečné hodnoty. Také požadavky na ekologické výrobky budou stoupat, stejně jako turistika a rekreační služby, které jsou v Evropě jedním z nejrychleji se rozvíjejícím průmyslům.

Ačkoliv soukromé podnikání nebylo v lesnictví tak vžité jako v jiných odvětvích, lze očekávat, že v budoucnu se formy podnikání v lesnictví budou rozvíjet dvěma směry. Malé podniky se budou buď včleňovat do mezinárodního výrobního řetězce nebo se rozhodnou pro výrobu kvalitních výrobků, o které bude zájem na trhu jejich vlastní země.

ad 2)

Ekonomický vývoj je podmíněn mírou inovací v podniku, přičemž se nesleduje role zúčastněných jednotlivců, ale vzájemné vztahy zainteresovaných jednotek. Lesnický průmysl je však natolik specifický, že je nutno do inovačního procesu zahrnout i jiné instituce, které mají z určitých příčin zájem lesnický podnik a jeho výrobu a vývoj podporovat.

V roce 2002 byl proveden monitoring podnikatelských aktivit (Global Entrepreneurship Monitoring – GEM), který hodnotil podmínky pro podnikání v 34 zemích. Z průzkumu vyplynulo, že jednou z hlavních podmínek pro podnikání je finanční podpora státu, podložená státními programy. Dalšími předpoklady pro podnikání jsou výzkum a vývoj a předávání jejich výsledků do praxe, školení, zajištěná tržní struktura, otevřenost trhu a kulturní a sociální základy pro podnikání.

Průzkum podnikání majitelů lesa v pěti zemích střední Evropy ukázal, že v některých zemích se jak velké, tak malé podniky propojují a koordinují své aktivity (Rakousko), zatímco v jiných, např. v České republice se dvě třetiny podniků o spolupráci s druhými partnery nezajímají. Ve střední Evropě byla v průměru jedna třetina projektů realizována bez vnější podpory institucí nebo státu, pouze několik projektů bylo finančně podporováno institucemi. Ve většině zemí střední Evropy, zejména v České republice a Maďarsku, jsou majitelé lesů vstřícní k zavádění inovací, zvláště nových výrobků a služeb.

ad 3)

Vzhledem k tomu, že průzkum odhalil rozdílné přístupy k soukromému vlastnictví lesů, zabývala se první pracovní skupina pouze všeobecně postavením majitelů lesů malých rozloh v rámci lesního hospodářství, analyzovala problémy a omezení plynoucí z rozsahu majetku a formulovala doporučení pro lepší místní integraci těchto drobných podniků. Vývoj maloplošných lesních podniků je podmíněn zvyšujícími se požadavky na výrobky ze dřeva. Také zvyšující se cena ropy a ropných výrobků obrací stále více pozornost na biotechnologie.

Legislativa jednotlivých států je ve vztahu k majitelům malých podniků různá a lze ji typizovat podle oblastí – skandinávská, střední Evropa, východní Evropa, evropské oblasti Severního moře a Středozemní.

Ne vždy je přístup majitelů k lesu pouze ekonomický, hrají zde svou roli též citové faktory. Někteří vlastníci les považují za zdroj doplňující jejich příjmy nebo les využívají pouze pro svou vlastní potřebu (dřevo na palivo, honitba), jiní jej považují za nedotknutelné dědictví, aniž se o něj starají.

Jiný přístup k lesům mají lesníci sdružující se do asociací. Velkou tradici mají lesnické spolky ve skandinávských zemích, Rakousku a Německu, v postkomunistických zemích se lesnické spolky začínají postupně zakládat.

ad 4)

Druhá pracovní skupina se zabývala možnostmi a úkoly malých podniků. Vzhledem k tomu, že malé podniky se snaží o minimalizaci výrobních nákladů, soustřeďují svou pozornost na místní zdroje, na potřeby neuspokojené velkopřemyslem, zavádějí řemeslnou výrobu a snaží se přizpůsobovat místním požadavkům. V dnešní době i malé podniky využívají jak moderní technická zařízení, tak manažerské znalosti.

Restrukturalizace trhu ve prospěch malých podniků je závislá na řemeslné tradici, organizaci průmyslu a tržní orientaci. Většinu malých podniků v evropském lesnictví představují pily, a to ty, které produkují méně než 10 000 m³ dřeva ročně. Uspokojují místní trh, ale jsou i součástí tržní sítě. Existují však i malé podniky, např. v Dánsku, kde byla úspěšně zavedena výroba drobných bytových doplňků.

Existují dva typy spolupráce, které mají v různých zemích různou podobu. Horizontální spolupráce zahrnuje podnikatele na stejné výrobní úrovni a vertikální spolupráce se vytváří mezi dodavatelem a zákazníkem. Vertikální i horizontální propojení podniků zajišťuje přístup k potřebným tržním informacím a posléze na mezinárodní pole. Klíčem k úspěchu malopodnikání je zavedení řemeslné výroby nebo jiné činnosti vycházejících z místních podmínek, které v systému mezinárodních organizací s tržní orientací produkují takové komodity, které se na trhu prosadí. Důležitým bodem je zviditelnění podniku v tržním systému, zavádění technických inovací a sdružování drobných podnikatelů. Také veřejnost a její zájem na výstupech lesního hospodářství jsou iniciátorem rozvoje drobného podnikání.

Velkým zájemcem o trh se dřevem je stavebnictví – v současnosti se neobyčejně rozrostla výstavba dřevěných domů a rezidencí, včetně renovace starých budov. Vyrůstá poptávka po dřevu velkými dřevařskými podniky, takže i drobní podnikatelé se stávají potřebnými.

Energetika je další stimulem rozvoje malého podnikání v lesnictví. Vzhledem k současné hrozbě globálních změn a vysokých cen ropy obrací se pozornost na výrobu biopaliv z jiných surovin, tedy i z dřevních produktů. Štěpky a dřevní pelety, donedávna odpad na pilách, se stávají předmětem obchodu jako výchozí materiál pro výrobu tepla nebo elektřiny. Potřeba tepláren, elektráren i jiných energetických zařízení nepřetržitého přísunu dřevního odpadu by měla zajišťovat stále odbytiště pro podnikatele.

Jelikož je hlavním cílem evropské politiky zvýšit podíl biopaliv v energetice a snížit závislost na naftě, plánuje se vznik velkých biorafinérií a vývoj nových metod, např. plynofikace dřeva, které budou využívat dřevní biomasu za tímto účelem pěstovanou. V tomto procesu se drobní podnikatelé mohou stát důležitým článkem jako zásobitelé pelet, dřevních štěpek a jiným materiálem. V oblastech zemí východní Evropy je zatím tato cesta pro malé podnikatele omezoována nedostatečným technickým vybavením, nízkou finanční podporou a konkurencí nízkými cenami klasické energie.

ad 5)

Pracovní skupina 3 analyzovala mimoprodukční služby na základě případové studie ze 16 evropských zemí z různých hledisek. Studie ukázala: a) pokles cen průmyslové kulatiny v posledních letech, který bude v příštích letech pokračovat; b) vzrůst poptávky po ekologických výrobcích a c) politický směr zaměřený na rozvoj venkova.

Hranice mezi výrobkem (lesní plody, řemeslné výrobky) a službou (rekreace) nejsou zcela jasně vymezené. Jejich pojetí je v různých zemích odlišné a závisí na požadavcích potravinářského průmyslu,

tradicích země, stylu rekreace apod. Také legislativa jednotlivých zemí ovlivňuje stanovení tržní hodnoty mimoprodukčních funkcí lesa různým způsobem. Proto je těžké vyvodit z této studie jakékoliv zobecnění. Např. v některých balkánských zemích hraje velkou roli sběr hub a kaštanů, v jiných se dostává do popředí turistika a rekreace, zatímco dřevní produkce a pasení dobytka ustupují do pozadí.

Rámcově ze studie vyplývá nutnost změny přístupu lesního hospodáře k veřejnosti, nutnost výzkumu trhu, nutnost institucionálně podporovat drobné lesní podniky a získávat přesné informace o potřebách a požadavcích veřejnosti. Větší diferenciaci služeb i výrobků a spolupráce mezi lesními podniky jak velkými, tak malými i s veřejností, a dobrá organizace místního trhu je základem úspěšného rozvoje. Je třeba si také uvědomit, že v budoucnosti bude vzrůstat počet zájemců o služby lesníků nebo majitelů lesa v důsledku stále vzrůstajícího počtu městského obyvatelstva, které je hlavním iniciátorem nové vlny zájmu o přírodní hodnoty.

ad 6)

Poslední kapitola předkládá návrhy řešení problémů, které sebou nese podnikání majitelů maloplošných lesů, včetně zpracování dřeva a zlepšování zaměstnanosti a příjmů v zemědělských oblastech. Ve všech evropských zemích ubývá počet aktivních provozoven, zvětšuje se rozdíl ve způsobu hospodaření v zemědělství a lesnictví a v neposlední řadě se také snižuje průměrný věk venkovského obyvatelstva. Tyto sociální proměny, ke kterým v některých zemích přistupují i privatizační a restituční procesy, přispívají k odlivu pracovních sil z venkova. Např. v Itálii je 1,1 mil. až 1,6 mil. lesní půdy opuštěno, v Německu je to 130 000 ha. Pro lesníky se díky těmto společenským změnám lesy stávají zbožím, popř. symbolickým kapitálem, a nejsou považovány za zdroj zisků.

Jedním z důležitých faktorů pro majitelé maloplošných lesů je možnost participovat na dřevařském trhu, což je však omezeno rozlohou lesa (les o rozloze 5 ha představuje zanedbatelné možnosti zisku). Pokud jsou však tito majitelé lesů sdruženi v nějaké asociaci, mohou uvažovat o multifunkčním využívání svého majetku. Evropské lesnictví je dosud tradičně orientováno na produkci dřeva, ale požadavky na mimoprodukční funkce lesa jako agroturistika a poptávka po originálních výrobcích ze dřeva získávají stále výraznější místo na trhu.

Projekt COST Action E30 se zaměřil na dvě hlediska podpory malých podniků, inovací a marketingu. Ze studie vyplynulo, že zájem o inovace většinou vychází od jednotlivých podnikatelů, nikoliv od institucí. Druhé hledisko – vývoj a koordinace tržního mechanismu – je velmi důležité. Lesnictví, rekreace a turistika by se měly navzájem propojit a využít současný směr přírodě blízkého ekonomického a ekologického vývoje.

Moderní teorie inovace dokládá, že inovační procesy jsou závislé nejenom na institucích a zainteresovaných osobách, ale i na schopnostech interakcí jednotlivých složek. Bohužel v lesnickém sektoru je všeobecně institucionální podpora malá, což je pravděpodobně důsledkem velké variability produktů a služeb. Obtížné je plánování a finanční oceňování mimoprodukčních funkcí lesa, pro strategii marketingu je nutno plánovat každou položku zvlášť. Tržní hodnotu některých výrobků – lesní plodiny, vánoční stromky, med – lze snadno určit na základě stávajících norem nebo certifikačního systému. Oproti tomu možnost volného přístupu do lesa a k jeho pozitivům nelze finančně jednoznačně podchytit, což může poškozovat malé podnikatele lesa a odrazovat je. Také turistický průmysl je velkým konkurentem pro agroturistiku, protože předkládá zákazníkům podobné možnosti

rekreace. Přesto bude zde prostor rozvíjet mimoprodukční funkce lesa v rámci ekoturistiky, nezastupitelnou roli mají lesy při sekvestraci uhlíku, mohou se organizovat lovecké a jiné atraktivní akce. Klíčem k realizaci těchto možností jsou jasně definovaná pravidla pro komerční aktivity v lese.

Orientace na mimoprodukční funkce lesa neznamena pokles těžby dřeva, ale je zřejmé, že v budoucnosti se budou obě funkce vyrovnávat. Je také nepravděpodobné, že by multifunkční prospěch lesa byl pouze výsledkem činnosti nějakých institucí a zákonů. Tato studie se proto stala podkladem pro diskusi o podnikání v lesích. Je třeba nadále sledovat, jaké jsou dopady různých ekonomických, popř. politických systémů a opatření na lesnictví. Základní otázkou zůstává, zda je budoucí vývoj lesnictví jenom v dřevní produkci nebo zda se lesy stanou multifunkčním zdrojem, tedy i zdrojem služeb s lepšími možnostmi pro malopodnikání.

Silva Carelica, 2007, č. 52, 119 s.

Kp