
ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of forestry research

SWAZEK 50

ČÍSLO 1/2005

Vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, ISSN 0322-9688

Vedoucí redakce: Ing. J. Hlaváčková. Předseda ediční rady RNDr. B. Lomský, CSc. Výkonná redaktorka Mgr. E. Krupičková.

Vychází čtvrtletně. Adresa redakce: VÚLHM Strnady, 156 04 Praha 5 - Zbraslav, tel. 257 892 222, 257 923 140,

fax 257 921 444, e-mail: krupickova@vulhm., http://www.vulhm.cz

OBSAH – CONTENT

MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého – Nisa (1958)

Norway spruce thinning experiment – Nisa (1958) 1

MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého – Mostek (1958)

Norway spruce thinning experiment – Mostek (1958) 7

MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958

Long-term Norway spruce thinning experiments – Evaluation of results of the 1st series founded in 1958 13

ANTONÍN JURÁSEK – JARMILA MARTINCOVÁ

Specifika pěstování sadebního materiálu smrku ztepilého původem z horských poloh

Peculiarities of cultivating Norway spruce planting stock (*Picea abies* (L.) KARSTEN) originated from mountain localities 18

JIŘÍ ŠINDELÁŘ - JOSEF FRÝDL - PETR NOVOTNÝ

Výsledky hodnocení nejstarší provenienční plochy VÚLHM Jíloviště-Strnady s jedlí bělokorou založené

v roce 1961 na lokalitě Jíloviště, Baně (PLO 10)

Results of evaluation of the oldest provenance plot of the FGMRI Jíloviště-Strnady with silver fir established

in 1961 on the locality Jíloviště, Baně 24

MIROSLAV SVOBODA

Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezna

Deadwood amount and structure and its importance for forest regeneration in spruce mountain forest in area Trojmezna reserve 33

VILÉM PODRÁZSKÝ - JIŘÍ REMEŠ

Retenční schopnost svrchní vrstvy půd lesních porostů s různým druhovým složením

Retention potential of the upper soil layer in forest stands with different species composition 46

MILAN BÍBA

Poznatky z monitoringu jakosti drobných vodních zdrojů v zalesněných povodích

Experiences with qualitative monitoring of small water resources in forested catchments 49

VLADIMÍR ŠVIHLA - FRANTIŠEK ŠACH - VLADIMÍR ČERNOHOUS

Příspěvek k řešení problému vztlínání podzemní vody na povodí U Dvou louček v Orlických horách

Contribution to solving problem of capillary rise of groundwater on the catchment U Dvou louček in the Orlické hory Mts. 53

ONDŘEJ IVANEK - JARMILA MARTINCOVÁ

Klonové výsadby smrku ztepilého – izoenzymové analýzy vybraných klonů I

Clonal plantations of Norway spruce – isozyme analyses of selected clones I 58

JAROSLAV SIMON

Terénní posuzování věku porostu

Field estimation of stand age 61

JARMILA NÁROVCOVÁ - VÁCLAV NÁROVEC

Aktuálně o testování obalů krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin

Report on current testing of containers for growing containerized planting stock of forest trees 63

LESNICKÉ AKTUALITY – CURRENT FORESTRY

• Lesní hospodářství v České republice, Maďarsku, Polsku a Ukrajině

Forest management in the Czech Republic, Hungary, Poland and the Ukraine 65

• Přeměna smrkových porostů – metody a důsledky

Conversion of spruce stands – methods and consequences 65

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO – NISA (1958)

Norway spruce thinning experiment – Nisa (1958)

Abstract

Experimental series at Nisa was founded in forest region 21a – the Jizerské hory Mts. in 1958 in 35-year-old Norway spruce stand as the part of the first 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 plot 1k is control plot without designed thinning; comparative plot 2ú is the stand with thinning by positive selection from above and comparative plot 3p is the stand 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 40-year period of observation.

Klíčová slova: smrky ztepilé, *Picea abies*, pěstování, porostní výchova
Key words: Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

Úvod

Experimentální řada Nisa byla založena v lesní oblasti 21a – Jizerské hory v roce 1958 v 35letém smrkovém porostu na LHC Nisa (porost 547 B8 podle LHP z roku 1993). Zeměpisné souřadnice experimentální řady jsou 15°15'49" v. d., 50°47'09" s. š. Porost se nachází na 20% severním svahu v nadmořské výšce 820 m. Půdní typ je luvizem kambická, LT 6K3 - kyselá smrková bučina borůvková (*Piceeto-Fagetum acidophilum* – *Vaccinium myrtillus*). V bylinném patře dominují druhy acidofilních stanovišť (*Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus*). Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 1 200 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 4 °C.

Experiment byl založen podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací a metod použitých při hodnocení výsledků je popsán v předchozím příspěvku: SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého, cíle a metodika. Experimentální řadu tvoří tři dílčí srovnávací plochy, každá o velikosti 50 x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1). Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Na této ploše se odstraňují pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plocha 2ú slouží ke sledování vlivu úrovnových výchovných zásahů s pozitivním výběrem a na ploše 3p se uskutečňuje výchovný program s negativním výběrem v podúrovni. Při poslední revizi v roce 1998 byl na srovnávacích plochách 2ú a 3k vyznačen těžební zásah s cílem uvolnit zápoj a následně sledovat vývoj ponechaných stromů a výskyt přirozené obnovy.

Průběh experimentu

Pro experimentální řadu Nisa se nedochovaly prvotní záznamy provedených měření v letech 1958 – 1973 a proto bylo toto období zrekonstruováno na základě průběžného hodnocení experimentu Ing. Janem Pařezem v 60. a 70. letech minulého století.

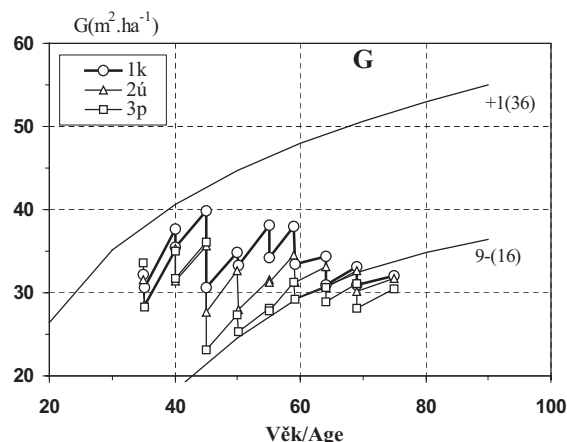
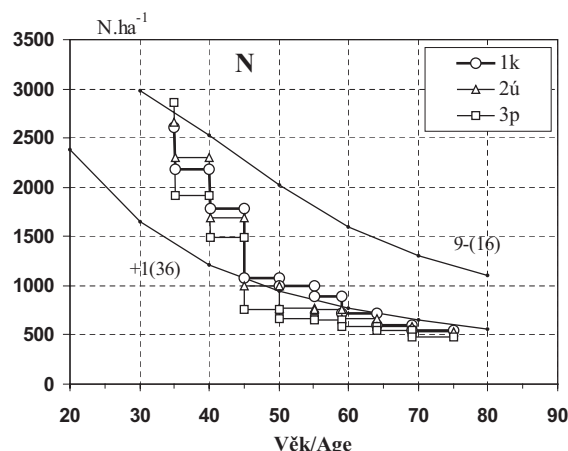
V době založení experimentální řady Nisa v roce 1958 dosáhl věk sledovaného porostu 35 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě 2 604 až 2 860 jedinců na 1 hektar. Vzhledem ke značné tloušťkové diferenciaci (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 3 do 25 cm) mohlo jít o porost z přirozené obnovy, nebo o uměle obnovenou smrčinu doplněnou náletem. Exaktní údaje o způsobu založení se nedochovaly.

Z porovnání základních sledovaných charakteristik (tab. 1, obr. 2) je zřejmé, že výchozí stav porostů na dílčích srovnávacích plochách byl před prvními zásahy srovnatelný. Zejména dílčí srovnávací plochy 1k a 2ú byly téměř identické. Střední výčetní tloušťka d zde dosahovala 12,5 a 12,3 cm a lišila se pouze o 2 mm. V sestavách průběžného hodnocení Ing. Pařeze je rovněž uvedena horní porostní tloušťka, chápána jako výčetní tloušťka 100 nejsilnějších stromů na 1 ha (d_{100}), která na těchto dvou srovnávacích plochách dosahovala shodně 21,2 cm a na srovnávací ploše 3p 20,7 cm. Horní porostní výška (zde rovněž h_{100}) se pohybovala od 14,3 m na srovnávací ploše 2ú do 14,7 m na srovnávací ploše 3p. Porost na srovnávací ploše 3p se od předcházejících dvou porostů lišil především vyšším počtem stromů, kterých zde bylo v přepočtu



Obr. 1.

Umístění experimentální řady Nisa (Geobáze® 1997 – 2000) a výřez z typologické mapy LHC Nisa, LHP (1993)
 Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Nisa on Forest Management plan



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N a výčetní kruhové základny G na srovnávacích plochách experimentální řady Nisa ve věku 35 – 75 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N) and basal area (G) on comparative plots of experimental series Nisa in the age 35 – 75 years comparing with Growth tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

na 1 hektar 2 860, tj. o ca 200 až 250 více než v porostech 1k a 2ú. Střední výčetní tloušťka 12,5 cm však byla shodná se střední výčetní tloušťkou na kontrolní ploše 1k a výška se oproti kontrole lišila pouze o 0,4 m. Rozdíly ve střední porostní výšce (11,0 cm, 10,8 cm a 11,4 cm v porostech 1k, 2ú a 3p) byly rovněž akceptovány.

Počet stromů a výčetní kruhová základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 35 let, bylo v porostu srovnávací plochy 2ú pozitivním výběrem v úrovni odstraněno 13 % počtu stromů (N) a 9 % výčetní kruhové základny (G) a v porostu srovnávací plochy 3p negativním výběrem v podúrovni 33 % N a 16 % G. Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3. Zásahy se opakovaly až do roku 1973 v pětiletých periodách a bylo při nich odebráno pozitivním výběrem v úrovni 27, 41 a 24 % N (11, 21 a 14 % G) na srovnávací ploše 2ú a negativním výběrem v podúrovni 23, 49 a 11 % N (9, 36 a 7 % G) na srovnávací ploše 3p.

Po čtyřech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 20 let po zahájení experimentu (rok 1978, věk 55 let), zůstalo:

- na kontrolní ploše 1k celkem 996 stromů (mortalita 1 608 stromů),
- na srovnávací ploše 2ú celkem 768 stromů (při výchově odstraněno 1 888 stromů),
- na srovnávací ploše 3p celkem 668 stromů (při výchově odstraněno 2 175 jedinců).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve stejném věku (55 let):

- na kontrolní ploše 1k – 38,2 m² (nárůst o 6,1 m² ve věku 35 – 55 let),
- na srovnávací ploše 2ú – 31,5 m² (pokles o 0,1 m² ve věku 35 – 55 let),
- na srovnávací ploše 3p – 30,3 m² (pokles o 5,5 m² ve věku 35 – 55 let).

Po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích představoval periodický přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 35 – 54 let) na plochách 2ú a 3p – 18,8 a 18,2 m² a byl tedy o více než 12 m² větší než na ploše kontrolní.

Od posledního výchovného zásahu v roce 1973 se všechny tři porosty výzkumné řady vyvíjely bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Počet stromů se do poslední revize v roce 1998 (věk 75 let) samovolně snížil:

- na kontrolní ploše 1k na 552 stromů (mortalita 2 052 jedinců),
- na srovnávací ploše 2ú na 536 stromů (mortalita 232 jedinců),
- na srovnávací ploše 3p na 480 stromů (mortalita 188 jedinců).

Výčetní kruhová základna G byla 40 let po zahájení experimentu ve věku porostu 75 let na všech třech srovnávacích plochách 1k a 2ú a 3p srovnatelná (32,1; 31,7; 30,5 m²). Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) bylo na srovnávacích plochách 1k, 2ú a 3p ve sledovaném období vyprodukováno 28,3; 26,9; 27,6 m² G. Na kontrolní ploše 1k však byla celá vyprodukovaná výčetní kruhová základna tvořena soušemi a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 2ú a 3p zlomy a souše představovaly 7,7 a 7,1 m², tedy asi třetinu z vyprodukované výčetní kruhové základny G. Po započtení základny G stromů vytěžených při zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byla vyprodukovaná výčetní kruhová základna za období sledování experimentu (věk 35 – 75 let):

- na kontrolní ploše 1k – 0 m²,
- na srovnávací ploše 2ú – 19,1 m²,
- na srovnávací ploše 3p – 20,5 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu experimentálních porostů byl sledován od roku 1958 do roku 1973, tj. v období, kdy byly prováděny výchovné zásahy, v pětiletých intervalech vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3) 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). Z obr. 3 je zřejmé, že před zahájením experimentu v roce 1958 byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách ve spodní a horní části spektra téměř identická. Poněkud vyšší zastoupení jedinců v tloušťkových stupních 8 – 10 cm (o ca 15 %) na srovnávacích plochách 2ú a 3p bylo upraveno při prvních výchovných zásazích ve věku 35 let.

Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter pozitivního výběru v úrovni na srovnávací ploše 2ú byl dodržen hlavně při prvním výchovném zásahu. Později bylo při zásazích nutné z porostu odstraňovat také četné jednotlivé zlomy a vývraty a tak se umístění zásahů ve struktuře porostů 2ú a 3p podobalo. Posun výchovných zásahů do vyšší tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný na obou srovnávacích plochách pouze ve věku 35 let a v porostu plochy 3p také u ostatních zásahů ve věku 40, 45 a 50 let.

Při poslední revizi ve věku 75 let byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 14 do 47 cm (obr. 4). Nejnížší

Nisa			1958			1963			1968			1973			1978	1988	P.	NT
			35 let/years			40 let/years			45 let/years			50 let/years			55 let/years	75 let/years	35 - 75 let/years	35 - 75 let/years
1k	2ú	3p	Sdruž. porost	T	T%	Hlav. porost	Sdruž. porost	T	T%	Hlav. porost	Sdruž. porost	T	T%	Hlav. porost	Sdruž. porost	Sdruž. porost	P.	NT
			2604	416	16	2188	2188	408	19	1780	1780	708	40	1072	1072	552	28,3	2052
			2656	348	13	2308	2308	620	27	1688	1688	684	41	1004	1004	536	26,9	232
			2860	940	33	1920	1920	432	23	1488	1488	736	49	752	752	480	27,6	188
1k			32,1	1,5	5	30,6	37,6	2,2	6	35,5	39,9	9,3	23	30,6	34,8	32,1	28,3	0,0
2ú			31,6	2,9	9	28,6	35,3	3,8	11	31,4	35,6	7,6	21	27,7	32,7	31,7	26,9	19,2
3p			33,7	5,4	16	28,3	35,1	3,3	9	31,8	36,2	13,0	36	23,2	27,3	30,5	27,6	7,1
1k			12,5	6,8	*	13,3	14,8	8,3	*	15,9	16,9	12,9	*	19,0	20,3	27,2	8,1	*
2ú			12,3	10,2	*	12,6	14,0	8,9	*	15,4	16,3	11,9	*	18,7	20,4	27,5	8,4	*
3p			12,5	8,5	*	13,7	15,3	9,9	*	16,5	17,6	15,0	*	19,9	21,5	28,4	9,6	*
1k			11,0	6,6	*	11,4	13,1	8,8	*	13,7	15,2	12,7	*	16,2	17,3	20,3	7,1	*
2ú			10,8	9,5	*	11,0	12,6	8,9	*	13,4	14,9	11,9	*	16,1	17,2	20,8	7,3	*
3p			11,4	8,6	*	12,3	13,4	9,9	*	14	15,1	13,8	*	16,0	16,8	20,2	6,2	*
1k			88	97	*	86	89	106	*	86	90	98	*	85	85	74	-14	*
2ú			88	93	*	87	90	100	*	87	91	100	*	86	84	76	-12	*
3p			91	101	*	90	88	100	*	85	86	92	*	80	78	71	-20	*
1k			21,2	*	*	*	24,2	*	*	*	26,3	*	*	*	28,9	35,7	14,5	*
2ú			21,2	*	*	*	24,2	*	*	*	26	*	*	*	28,6	34,6	13,4	*
3p			20,7	*	*	*	23,3	*	*	*	25,5	*	*	*	27,5	35,6	14,9	*
1k			14,6	*	*	*	17	*	*	*	19,1	*	*	*	20,2	22,6	8,0	*
2ú			14,3	*	*	*	17	*	*	*	18,9	*	*	*	20	22,4	8,1	*
3p			14,7	*	*	*	16,4	*	*	*	17,9	*	*	*	18,8	22,0	7,3	*
1k			69	*	*	*	70	*	*	*	73	*	*	*	70	63	*	*
2ú			67	*	*	*	70	*	*	*	73	*	*	*	70	65	*	*
3p			71	*	*	*	70	*	*	*	70	*	*	*	68	61	*	*

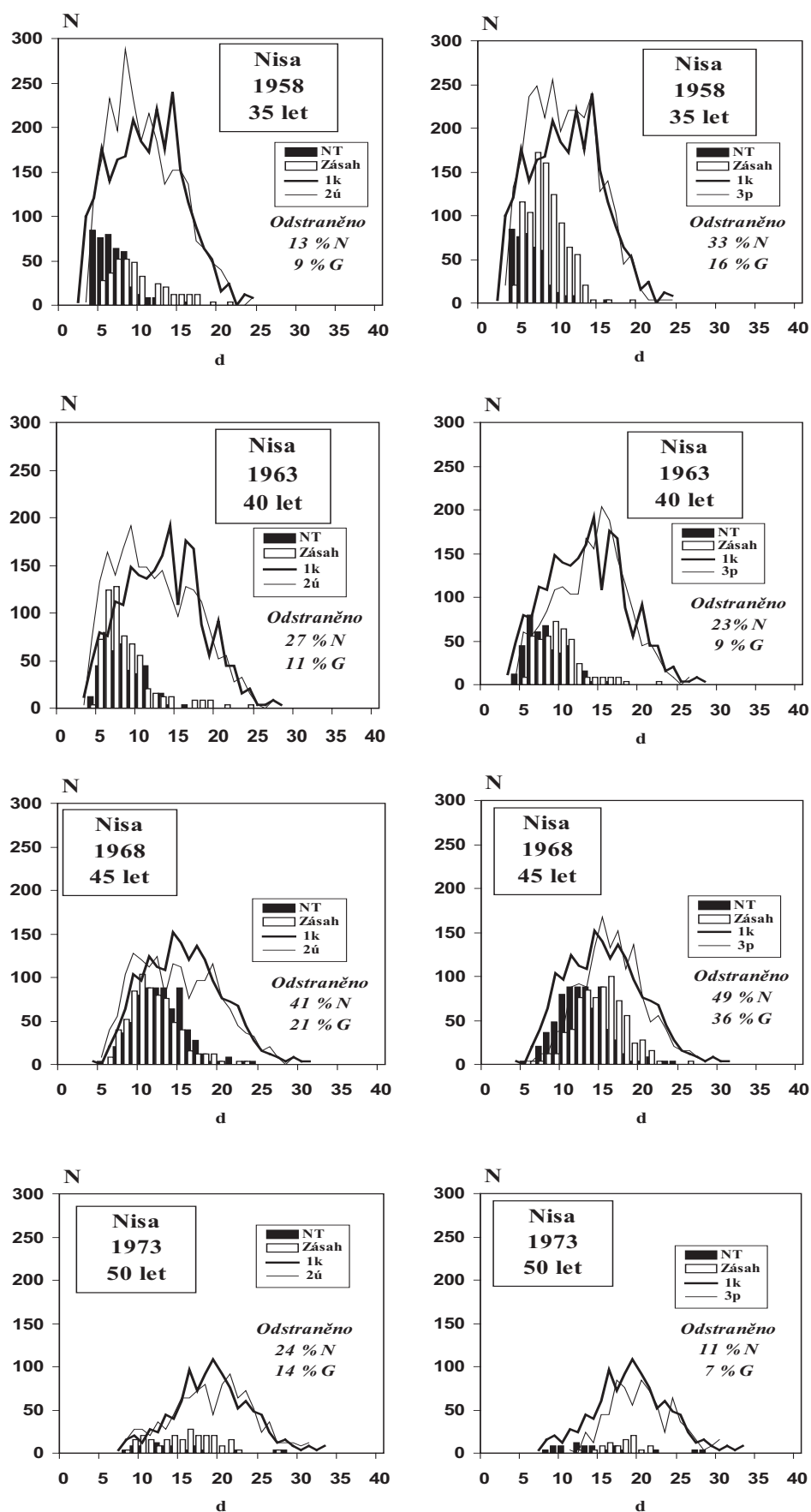
Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah, (případně těžba souší a zlomů), Sdružený porost (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě, Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), 1k – kontrolní porost bez výchovy, 2ú – srovnávací plocha s pozitivním výběrem v úrovni, 3p – srovnávací plocha s negativním výběrem v podúrovni, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h₁₀₀/d₁₀₀ – střední kvocient, d₁₀₀ – průměrná výčetní tloušťka 100 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h₁₀₀ – průměrná výška 100 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h₁₀₀/d₁₀₀ – střední kvocient 100 nejsilnějších stromů na 1 hektar

Note: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, 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, 2ú – comparative plot with thinning from above, 3p – comparative plot with 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, d₁₀₀ – diameter of 100 thickest trees, h₁₀₀/d₁₀₀ – quotient of slenderness of 100 thickest trees

Tab. 1.

Základní údaje o vývoji experimentu Nisa

Basic data on Nisa experimental series



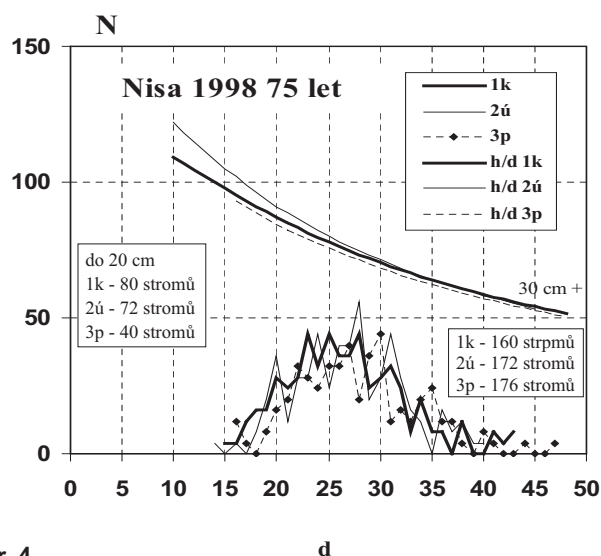
Obr. 3.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Nisa ve věku 35 – 50 let (NT – nahodilá těžba, N – počet stromů na 1 ha, d – tloušťka v cm)

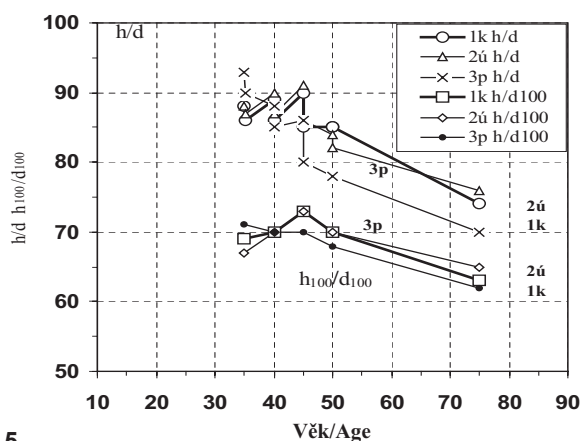
Diameter structure and experimental thinning comparing with mortality on control plot 1k without thinning on Nisa experimental series in the age of 35 – 50 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, odstraněno - removed)

tloušťkové třídy 14 – 25 cm s relativně nepříznivým štihlостním kvocientem (85 – 91) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 252. Na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni klesl počet stromů s výčetním průměrem do 25 cm o 17 % a na srovnávací ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni o 30 %. Naopak počet stromů s výčetní tloušťkou 30 cm a více s relativně příznivým štihlостním kvocientem (65 – 50) vzrostl na plochách s výchovou ve srovnání s kontrolou o 8 % na srovnávací ploše 2ú a o 10 % na srovnávací ploše 3p. Počet nejsilnějších stromů s výčetní tloušťkou nad 40 cm se na kontrole 1k a ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni ve věku 75 let nelišil a dosahoval shodně 20 jedinců na 1 hektar, zatímco na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni dosahovaly těchto parametrů pouze 4 stromy.

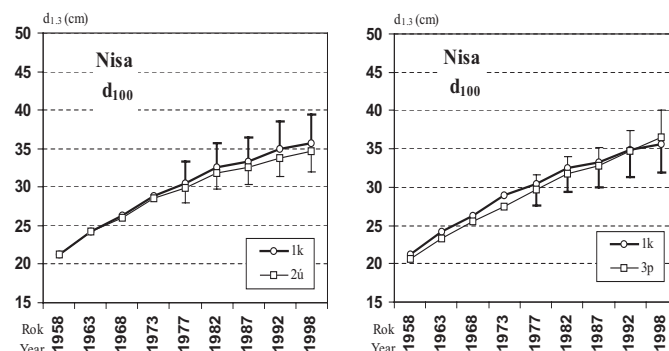
Slabý efekt výchovných zásahů byl potvrzen analýzou tloušťkových struktur ve věku 75 let (po 40 letech sledování), kdy rozdíly mezi jednotlivými variantami byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné.



Obr. 4. Tloušťková struktura a štihlостní kvocient podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Nisa při poslední revizi ve věku 75 let (N – počet stromů na 1 ha, d – tloušťka v cm)
Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Nisa (last revision) in the age of 75 years (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm)



Obr. 5. Vývoj štihlостního kvocientu středního kmene a horního stromového patra na experimentální řadě Nisa ve věku 35 – 75 let
Development of h/d ratio of mean stem and upper tree story (100 thickest trees per hectare) on experimental series Nisa in the age of 35 – 75 years



Obr. 6. Vývoj výčetní tloušťky d_{100} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (100 nejsilnějších jedinců na hektar) na výzkumné řadě Nisa (porovnání variant 1k a 2ú vlevo a 1k a 3p vpravo) v období 1958 – 1998 (věk 35 – 75 let). Signifikantnost rozdílů je uvedena na hladině významnosti 0,95 (+) a 0,99 (++)
Development of diameter d_{100} (with standard deviations) of dominant trees (100 thickest individuals per hectare) on experimental series Nisa (comparison between variants 1k and 2ú – left and 1k and 3p – right) in the period 1958 – 1998 (age 35 – 75 years). Significant differences on confidence level 0.95 (+) and 0.99 (++) are showed.

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů byla posuzována štihlостním kvocientem středního kmene a štihlостním kvocientem horního stromového patra. Vzhledem k tomu, že se u této výzkumné řady nedochovaly prvotní záznamy provedených měření v letech 1958 – 1973, byly pro hodnocení horního stromového patra použity údaje z průběžného hodnocení experimentu, ve kterém je horní stromové patro charakterizováno jako 100 nejsilnějších stromů v porostu na 1 hektar.

Před zahájením experimentu v roce 1958 byl štihlостní kvocient středního kmene na všech třech srovnávacích plochách téměř stejný, pohyboval se od 88 na ploše 1k do 91 na ploše 3p (tab. 1, obr. 5) a nacházel se ještě ve fázi vzestupu, která kulminovala při druhé a třetí revizi ve věku 40 a 45 let. Další vývoj štihlостního kvocientu byl na kontrolní ploše 1k a srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni téměř identický s klesající tendencí. Při poslední revizi ve věku 75 let dosáhl na plochách 1k a 2ú hodnot 74 a 76. Větší pokles kvocientu na kontrole byl způsoben zvýšenou mortalitou (především souše) zaznamenanou v období mezi revizemi ve věku 55 a 75 let, kdy bylo z kontrolního porostu odstraněno 444 stromů (45 %) s velmi nepříznivými statickými vlastnostmi. Mortalita na srovnávací ploše 2ú představovala ve stejném období pouze 232 stromů.

Vývoj štihlостního kvocientu středního kmene byl na srovnávací ploše 3p odlišný. Velmi silné podúrovňové zásahy ve věku 35, 40, a 45 let, při kterých byly odstraňovány většinou přeštitlené stromy středních a nižších stromových tříd, způsobily skokový pokles kvocientu početními posuny, ale také jeho pomalejší nárůst do věku 45 let a později i rychlejší pokles v důsledku akcelerace tloušťkového přírůstu stromů jako reakce na jejich uvolnění. Při poslední revizi ve věku 75 let dosáhl štihlостní kvocient středního kmene na ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni příznivé hodnoty 71.

Při hodnocení horního stromového patra je do výpočtu zahrnut vždy stejný počet (na této výzkumné řadě 100 nejsilnějších jedinců na hektar) stromů na srovnávací ploše a tak nedochází ke zkreslení způsobeném početními posuny. Výchozí hodnoty štihlостního kvocientu horního stromového patra (h_{100}/d_{100}) se pohybovaly od 67 na srovnávací ploše 2ú do 71 na srovnávací ploše 3p. Kulminace nárůstu hodnot byla

zaznamenána na plochách 1k a 2ú podobně jako u středního kmene ve věku 45 let při třetí revizi (na hodnotu 73) s následujícím poklesem na konečné (věk 75 let) hodnoty 63 a 65 (rozdíly nebyly statisticky významné).

Od počátku sledování experimentu byla zaznamenána klesající tendence v hodnotách h_{100}/d_{100} na variantě 3p (z počáteční hodnoty 71 na hodnotu 61 ve srovnání s kontrolní variantou průkazně rozdílnou ve věku 75 let). Tento trend nebyl potvrzen analýzou tloušťky dominantních stromů d_{100} (obr. 6). Rozdíly v hodnotách d_{100} na kontrolní variantě 1k a na variantách s výchovou 2ú a 3p byly statisticky nevýznamné.

Závěry z experimentu Nisa

V období sledování (věk 35 – 75 let) byla na experimentální řadě Nisa největší vyprodukovaná výčetní kruhová základna na kontrolní ploše 1k bez zásahu. Za 40 let zde základna vzrostla o 28,3 m², z toho však celý přírůstek tvořily souše a zlomy odstraňované průběžně po celou dobu sledování. Na plochách 2ú a 3p s výchovnými zásahy bylo ve stejném období vytvořeno 26,9 a 27,6 m² G a souše a zlomy zde tvořily pouze 7,7 a 7,1 m². Celkový periodický přírůstek výčetní kruhové základny byl na vychovávaných variantách 2ú a 3p o 1,4 a 0,7 m² nižší než na kontrolní variantě. Po odečtení nahodilé těžby se však tento poměr změnil ve prospěch variant s výchovou. Zatímco na kontrolní variantě byl po odečtení nahodilé těžby zaznamenán nulový přírůstek na výčetní kruhové základně, na variantách s výchovou 2ú a 3p činil 19,2 a 20,5 m².

Vliv úrovnových a podúrovnových výchovných zásahů vedl po 40 letech sledování ke snížení zastoupení nejnižších tloušťkových tříd ve srovnání s kontrolou. Na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni klesl počet stromů s výčetním průměrem do 25 cm o 17 % a na srovnávací ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni o 30 %. Počet stromů v nejvyšších tloušťkových třídách (nad 30 cm) na plochách s výchovou ve srovnání s kontrolou vzrostl o 8 % na variantě 2ú a o 10 % na variantě 3p. Slabý efekt výchovných zásahů byl potvrzen analýzou tloušťkových struktur ve věku 75 let (po 40 letech sledování), kdy rozdíly mezi jednotlivými variantami byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné.

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štihlостním kvocientem byla výchovnými zásahy ovlivněna pouze na variantě 3p s negativním výběrem v podúrovni. Štihlостní kvocient středního kmene klesal na této variantě především početními posuny po odstranění nejslabších a nejméně stabilních jedinců a pomaleji narůstal v období mezi výchovnými zásahy. Ve věku 75 let poklesl na hodnotu 71. Na variantách 2ú a 1k byl štihlостní kvocient středního kmene téměř shodný, kulminoval ve věku 45 let hodnotami ca 90 a poklesl ve věku 75 let na hodnotu ca 75.

Pro statickou stabilitu horního stromového patra posuzovanou štihlостním kvocientem h_{100}/d_{100} (100 nejsilnějších jedinců na hektar) byl zjištěn podobný trend na kontrolní variantě 1k a na variantě s úrovnovými zásahy 2ú. Štihlостní kvocient h_{100}/d_{100} kulminoval na obou variantách ve věku 45 let (hodnota 73) s následným poklesem na konečné hodnoty (věk 75 let) 63 a 65 (rozdíly statisticky nevýznamné). Na variantě 3p s podúrovnovými zásahy je vývoj hodnot štihlостního kvocientu h_{100}/d_{100} charakterizován klesajícím trendem po celou dobu sledování z počáteční hodnoty 71 na konečnou hodnotu 61 (průkazně odlišnou od zbylých variant).

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.
- 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 les. výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149 - 152

Recenzováno

Poděkování: Práce vznikla v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR MZe - 0002070201.

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO – MOSTEK (1958)

Norway spruce thinning experiment – Mostek (1958)

Abstract

Experimental series at Mostek was founded in forest region 23 – the Podkrkonoší Piedmont in 1958 in 38-year-old Norway spruce stand as the part of the first 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 plot 1k is control plot without designed thinning; comparative plot 3p is the stand with thinning by negative selection from below and comparative plot 5p is the stand with heavy 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 40-year period of observation.

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

Úvod

Experimentální řada Mostek byla založena v lesní oblasti 23 – Podkrkonoší v roce 1958 v 38letém smrkovém porostu na LHC Hostinné (porost 627 C1 podle LHP z roku 1993). Zeměpisné souřadnice experimentální řady jsou 15°40'27"s. š., 50°29'15"v. d. Porost se nachází na mírném (3 – 4%) západním svahu v nadmořské výšce 530 m. Při typologickém a pedologickém průzkumu byl porost zařazen částečně do: půdní typ luvizem rankerová, lesní typ 4K1 - kyselá bučina metlicová (*Fagetum acidophilum* – *Avenella flexuosa*) a částečně do: půdní typ pseudoglej luvický, lesní typ 4P3 kyselá dubová jedlina metlicová – (*Querceto-Abietum variohumidum acidophilum* - *Avenella flexuosa*). Hospodářský soubor 57 – Smrkové hospodářství oglejených stanovišť. Průměrný roční úhm srážek za období 1961 – 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 700 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 7,1 °C.

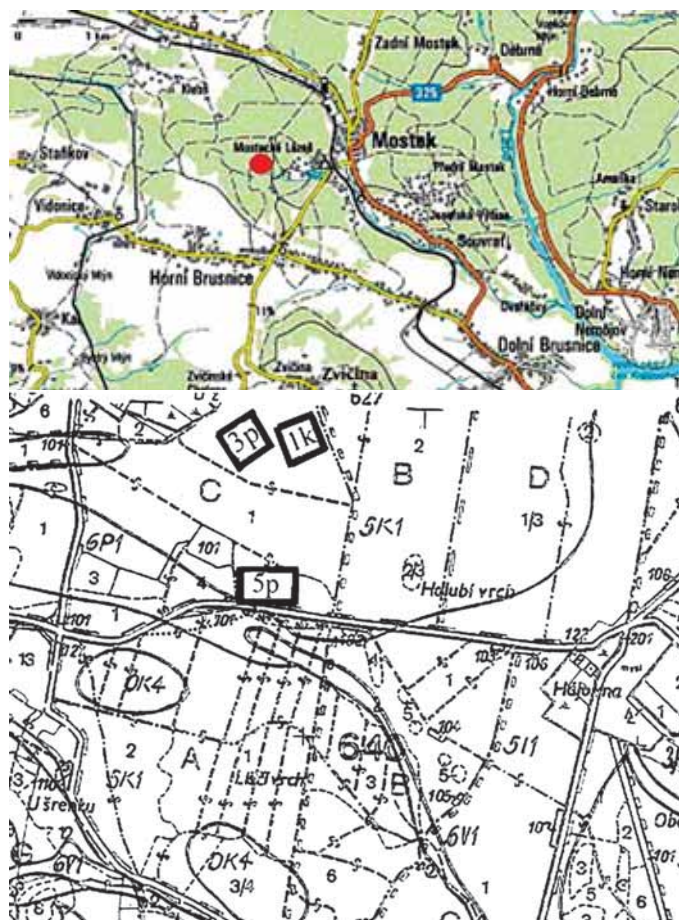
Experiment byl založen podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací a metod použitých při hodnocení výsledků je popsán v předchozím příspěvku: SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého, cíle a metodika. Experimentální řadu Mostek tvoří tři dílčí srovnávací plochy, každá o velikosti 50 x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1). Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Na této ploše se odstraňují pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plochy 3p a 5p slouží ke sledování vlivu podúrovňových zásahů s negativním výběrem (plocha 3p slabší zásahy, plocha 5p zásahy silnější). Při poslední revizi v roce 1999 byl na srovnávacích plochách 3p a 5p vyznačen těžební zásah s cílem uvolnit zápoj a následně sledovat vývoj ponechaných stromů a výskyt přirozené obnovy.

Průběh experimentu

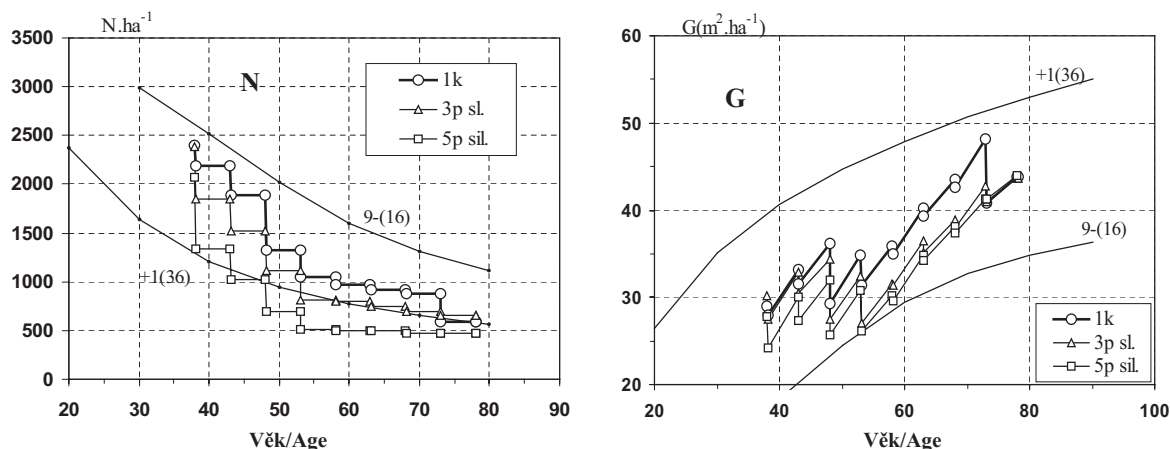
V době založení experimentální řady Mostek v roce 1958 dosáhl věk sledovaného porostu 38 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě 2 072 až 2 404 jedinců na 1 hektar. Vzhledem ke značné tloušťkové diferenciaci (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 3 do 25 cm) mohlo jít o porost z přirozené obnovy, nebo o uměle obnovenou smrčinu doplněnou náletem. Exaktní údaje o způsobu založení se nedochovaly.

Z porovnání základních sledovaných charakteristik (tab. 1, obr. 2) je zřejmé, že výchozí stav porostů na dílčích srovnávacích plochách byl před prvními zásahy srovnatelný. Zejména dílčí srovnávací plochy 1k a 3p byly téměř identické. Střední výčetní tloušťka d zde dosahovala 12,4 a 12,7 cm a lišila se tedy pouze o 3 – 4 mm podobně jako výčetní

tloušťka 200 nejsilnějších stromů na 1 ha (d_{200}), která dosahovala 19,0 a 18,6 cm. Porost na srovnávací ploše 5p se od předcházejících dvou porostů lišil menším počtem stromů, zejména ve středních tloušťkových stupních. Celkový počet stromů na 1 hektar zde dosahoval 2 072, tj. ca o 330 méně než v porostech 1k a 3p. Střední výčetní tloušťka 13,1 cm však nebyla shledána statisticky významnou a rozdíly ve střední porostní výšce (12,8 m, 13,5 m a 13,6 m v porostech 1k, 3p a 5p) byly rovněž akceptovány.



Obr. 1. Umístění experimentální řady Mostek (Geobáze® 1997 – 2000) a výřez z typologické mapy LHC Hostinné, LHP (1993) Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Mostek on Forest Management plan



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N a výčetní kruhové základny G na srovnávacích plochách experimentální řady Mostek ve věku 38 – 78 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N) and basal area (G) on comparative plots of experimental series Mostek in the age 38 – 78 years comparing with Growth tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Počet stromů a výčetní kruhová základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 38 let, bylo negativním výběrem odstraněno 23 % počtu stromů (N) a 9 % výčetní kruhové základny (G) v porostu srovnávací plochy 3p a 35 % N a 13 % G v porostu srovnávací plochy 5p. Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3. Zásahy s negativním výběrem v podúrovni se opakovaly až do roku 1973 v pětiletých periodách a bylo při nich odebráno 18, 27 a 27 % N (7, 20 a 17 % G) na srovnávací ploše 3p a 24, 31 a 27 % N (9, 20 a 15 % G) na srovnávací ploše 5p.

Po čtyřech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. dvacet let po zahájení experimentu (rok 1978, věk 58 let), zůstalo:

- na kontrolní ploše 1k celkem 1 052 stromů (mortalita 1 352 stromů),
- na srovnávací ploše 3p celkem 808 stromů (odstraněno 1 580 stromů),
- na srovnávací ploše 5p celkem 512 stromů (odstraněno 1 560 jedinců).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve stejném věku:

- na kontrolní ploše 1k – 35,8 m² (nárůst o 7,9 m²),
- na srovnávací ploše 3p – 31,5 m² (nárůst o 4,1 m²),
- na srovnávací ploše 5p – 30,3 m² (nárůst o 6,1 m²).

Po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích představoval využitelný přírůst na výčetní kruhové základně G za období 38 – 58 let na plochách 3p a 5p – 18,7 a 19,6 m² a byl tedy o více než 10 m² větší než využitelný přírůst G na ploše kontrolní, kde bylo 11,8 m² z periodického přírůstu tvořeno soušemi a zlomy (tj. většinou neprodejným odpadem).

Od posledního výchovného zásahu v roce 1973 se všechny tři porosty série vyvíjely bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Počet stromů se do poslední revize v roce 1998 (věk 78 let) samovolně snížil:

- na kontrolní ploše 1k na 592 stromů (mortalita 1 812 jedinců),
- na srovnávací ploše 3p na 656 stromů (mortalita 152 jedinců),
- na srovnávací ploše 5p na 468 stromů (mortalita 44 jedinců).

Výčetní kruhová základna G dosahovala čtyřicet let po zahájení experimentu, ve věku porostu 78 let, na všech třech srovnávacích plochách téměř 44 m² (tab. 1, obr. 2). Za období sledování (věk 38 – 78 let) se zvýšila:

- na kontrolní ploše 1k o 14,7 m²,
- na srovnávací ploše 3p o 13,4 m²,
- na srovnávací ploše 5p o 16,1 m².

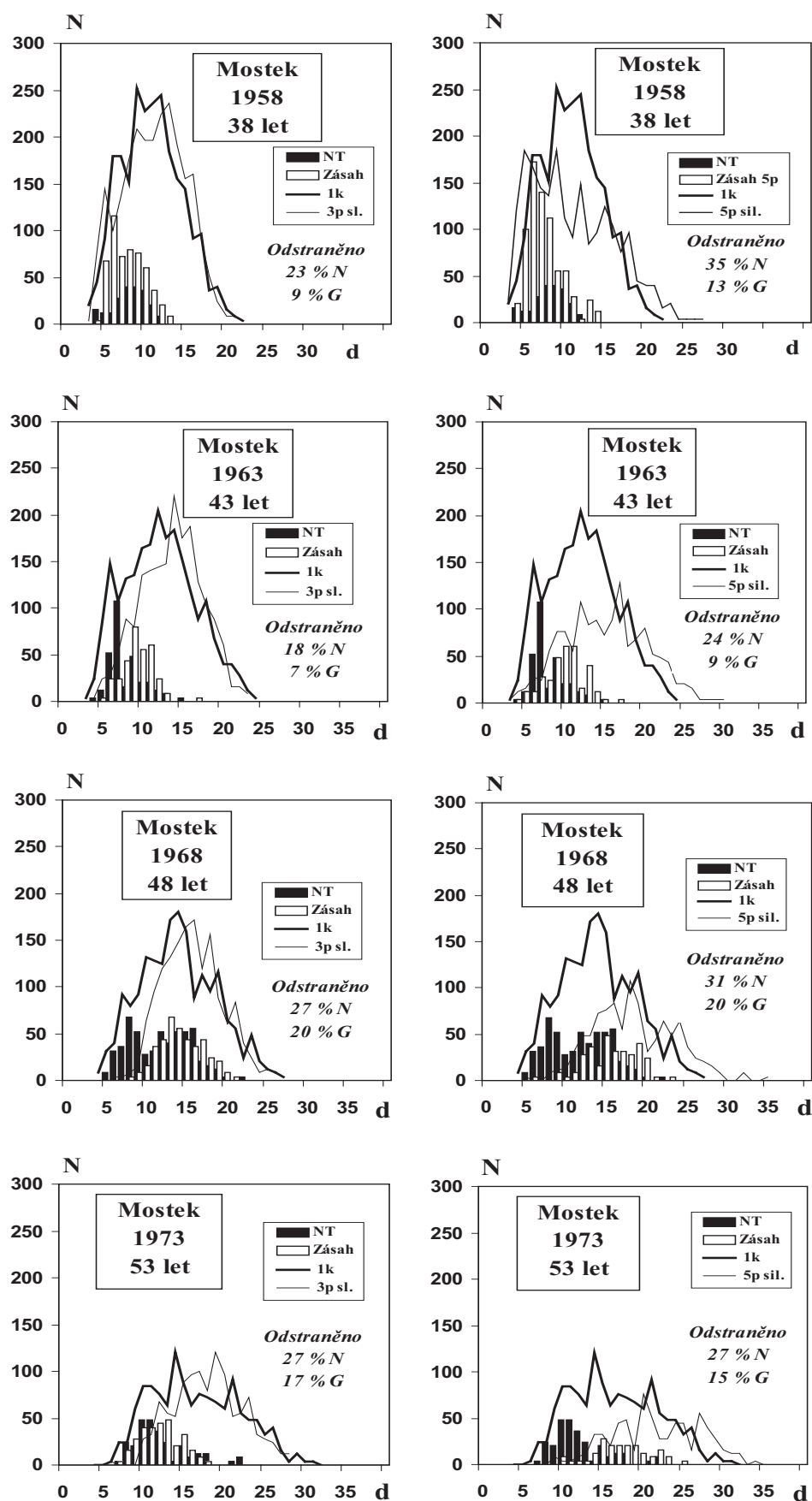
Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) bylo na srovnávacích plochách s výchovou vyprodukováno ca 35 m² G, zatímco na kontrolní ploše 1k bez výchovy téměř 38 m² G, z toho však více než 23 m² tvořily souše a jednotlivé zlomy, které na srovnávacích plochách 3p a 5p představovaly pouze 4,2 a 2,1 m² z celkové vyprodukované výčetní kruhové základny G. Po započtení základny G při zásazích vytěžených stromů (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byla vyprodukovaná výčetní kruhová základna za období sledování experimentu (věk 38 – 78 let):

- na kontrolní ploše 1k 14,7 m²,
- na srovnávací ploše 3p 30,8 m²,
- na srovnávací ploše 5p 33,2 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu experimentálních porostů byl sledován od roku 1958 do roku 1973, tj. v období, kdy byly prováděny výchovné zásahy, v pětiletých intervalech vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3) 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). Z obr. 3 je zřejmé, že před zahájením experimentu v roce 1958 byla tloušťková struktura na kontrolní ploše a srovnávací ploše 3p téměř identická, na srovnávací ploše 5p však byly méně zastoupeny stromy středních rozměrů v tloušťkových stupních 9 až 15 cm (méně o ca 40 %) a o více než 74 % zde byly zastoupeny stromy v třídách 18 – 28 cm. Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že oproti přirozené mortalitě byly záměrně těženy stromy ve vyšších tloušťkových stupních.

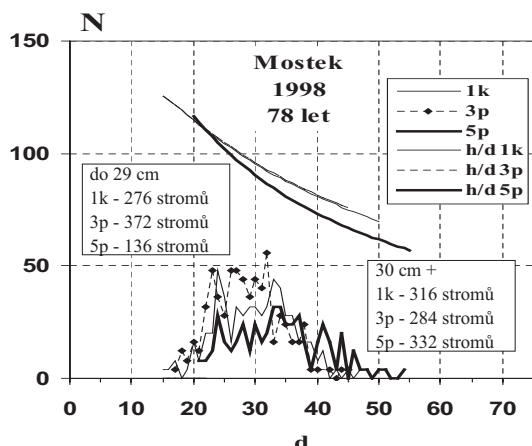
Při poslední revizi ve věku 78 let byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 15 do 54 cm (obr. 4). Nejnižší tloušťkové třídy 15 – 39 cm byly na plochách 1k a 3p obsazeny 276 a 372 stromy, zatímco na srovnávací ploše 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy bylo v těchto třídách pouze 136 stromů. Počet stromů s výčetní tloušťkou 30 cm a více byl na všech třech srovnávacích plochách 1k, 3p, 5p téměř stejný – 316, 284, 332. Rozdíly se však projevily až v počtu stromů o tloušťce 40 cm a více, kterých bylo na kontrole a na srovnávací ploše 3p s mírnými podúrovňovými zásahy 36 a 16, zatímco na srovnávací ploše 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy celkem 112 (více



Obr. 3.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Mostek ve věku 38 – 53 let (NT – nahodilá těžba, N – počet stromů na 1 ha, d – tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning comparing with mortality on control plot 1k without thinning on Mostek experimental series in the age of 38 – 53 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, odstraněno - removed)



Obr. 4.

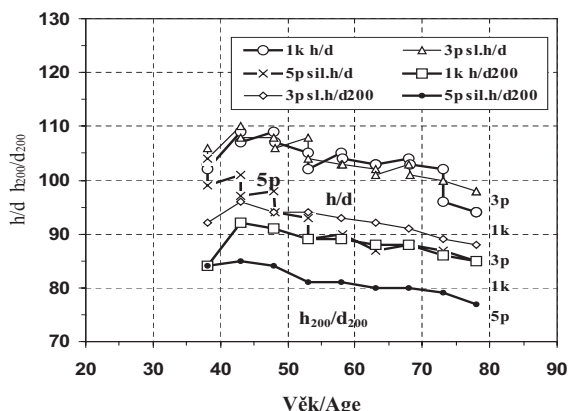
Tloušťková struktura a štihllostní kvocient podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Mostek při poslední revizi ve věku 78 let (N – počet stromů na 1 ha, d – tloušťka v cm)

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Mostek (last revision) in the age of 78 years (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm)

jak třikrát vyšší údaj ve srovnání s kontrolní variantou). Očekávaný efekt úmyslných zásahů na změny tloušťkové struktury (ve srovnání s kontrolní variantou) nebyl při poslední revizi ve věku 78 let statisticky potvrzen ani u jedné varianty s výchovou (3p a 5p).

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů byla posuzována štihllostním kvocientem středního kmene a štihllostním kvocientem horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů v porostu na 1 hektar). Před zahájením experimentu v roce 1958 byl štihllostní kvocient středního kmene na všech třech srovnávacích plochách téměř stejný, pohyboval se od 103 na ploše 1k do 106 na ploše 3p (tab. 1, obr. 5) a nacházel se ještě ve fázi vzestupu, která kulminovala při druhé a třetí revizi ve věku 43 a 48 let. Další vývoj štihllostního kvocientu byl na kontrolní ploše 1k a srovnávací ploše 3p se slabšími podúrovňovými zásahy téměř identický s klesající tendencí. Při poslední revizi ve věku 78 let dosáhl na plochách 1k a 3p hodnot 94 a 98. Větší pokles kvocientu na kontrole byl způsoben zvýšenou



Obr. 5.

Vývoj štihllostního kvocientu středního kmene a horního stromového patra na experimentální řadě Mostek ve věku 38 – 78 let

Development of h/d ratio of mean stem and upper tree story (200 thickest trees per hectare) on experimental series Mostek in the age of 38 – 78 years

mortalitou (především souše) zaznamenanou v období mezi revizemi ve věku 68 až 78 let, kdy bylo z kontrolního porostu odstraněno 32 % stromů s velmi nepříznivými statickými vlastnostmi.

Vývoj štihllostního kvocientu středního kmene byl na srovnávací ploše 5p odlišný. Velmi silné podúrovňové zásahy ve věku 38, 43, 48 a 53 let, při kterých byly odstraňovány většinou přestihlené stromy středních a nižších stromových tříd, způsobily skokový pokles kvocientu početními posuny, ale také jeho pomalejší nárůst a později i rychlejší pokles v důsledku akcelerace tloušťkového přírůstu stromů jako reakce na jejich uvolnění. Zpočátku téměř stejná střední výčetní tloušťka byla na variantě 5p ve srovnání s kontrolou ve věku 43 let již o 3 cm, ve věku 48 let o 4,5 cm, ve věku 53 let o 5,3 cm a ve věku 58 let již o 6,6 cm větší. Při poslední revizi dosáhl štihllostní kvocient na této srovnávací ploše velmi příznivé hodnoty 85.

Při hodnocení horního stromového patra je do výpočtu zahrnuto v přepočtu na 1 hektar vždy 200 nejsilnějších jedinců na srovnávací ploše a tak nedochází k početním posunům. Výchozí hodnoty štihllostního kvocientu horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) byly na variantách 1k a 5p stejné (84) a na variantě 3p dosahoval kvocient hodnoty 92. Kulminace nárůstu hodnot byla zaznamenána již při druhém měření ve věku 43 let. V dalším období měl štihllostní kvocient klesající tendenci trvající až do poslední revize ve věku 78 let, kdy dosáhl na plochách 1k a 3p hodnot 85 a 88 a na ploše 5p hodnoty 77. Pozitivní efekt výchovy na statickou stabilitu dominantních stromů tak byl statisticky doložen pouze na variantě 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy. Vývoj štihllostního koeficientu h_{200}/d_{200} je přirozeně v kontextu s vývojem výčetní tloušťky dominantních stromů (d_{200}). Hodnoty d_{200} byly po celé sledované období průkazně vyšší na variantě 5p a průkazně nižší na variantě 3p ve srovnání s kontrolní variantou 1k (obr. 6). Pozitivní efekt výchovy na statickou stabilitu horního stromového patra tak spočívá především v nižším výškovém a vyšším tloušťkovém přírůstu po uplatnění velmi silného podúrovňového zásahu na variantě 5p ve srovnání s kontrolním porostem bez výchovy (1k).

Závěry z experimentu Mostek

V období sledování (věk 38 – 78 let) byla na experimentální řadě Mostek největší vyprodukovaná výčetní kruhová základna na kontrolní ploše 1k bez zásahu. Za čtyřicet let zde základna vzrostla o 38 m², z toho však 23 m² tvořily souše a zlomy. Na plochách 3p a 5p s podúrovňovými výchovnými zásahy s negativním výběrem bylo ve stejném období vytvořeno ca 35 m² G a souše zde tvořily pouze ca 4 a 2 m².

Vliv podúrovňových výchovných zásahů na strukturu sledovaných porostů byl patrný pouze u varianty 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy a to na větší četnosti stromů silnějších dimenzí. Počet stromů o tloušťce 40 cm a více byl na kontrole a na srovnávací ploše 3p s mírnými podúrovňovými zásahy 36 a 16, zatímco na srovnávací ploše 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy celkem 112 (více jak třikrát vyšší údaj ve srovnání s kontrolní variantou). Rozdíly mezi sledovanými variantami v tloušťkové struktuře však nebyly statisticky průkazné.

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štihllostním kvocientem byla výchovnými zásahy ovlivněna pouze na srovnávací variantě 5p s velmi silnými podúrovňovými zásahy s negativním výběrem. Štihllostní kvocient středního kmene klesal jednak početními posuny po odstranění nejslabších a nejméně stabilních jedinců na všech srovnávacích plochách a na nejvíce proředěné ploše 5p také v důsledku akcelerace tloušťkového přírůstu ponechaných stromů jako reakce na jejich uvolnění.

Velmi silné podúrovňové zásahy s negativním výběrem prováděné ve věku 38 až 53 let na variantě 5p výrazně ovlivnily také statickou stabilitu horního stromového patra. Vzestup štihllostního kvocientu 200 nejsilnějších

Mostek			1958			1963			1968			1973			1978	1998	P. 38 - 78 let/years	P. - NT let/years
			38 let/years			43 let/years			48 let/years			53 let/years			58 let/years	78 let/years		
1 k	3p sl.	5p sil.	Sdruž. porost	T	T _%	Hlav. porost	Sdruž. porost	T	T _%	Sdruž. porost	T	T _%	Hlav. porost	Sdruž. porost	58 let/years	78 let/years	*	1812
			2404	212	9	2192	2192	304	14	1888	1888	564	30	1324	1324	592		
			2388	540	23	1848	1848	328	18	1520	1520	412	27	1108	1108	656		
			2072	736	35	1336	1336	320	24	1016	1016	316	31	700	700	468		
			29,1	1,2	4	27,9	33,2	1,6	5	31,6	36,2	6,8	19	29,3	34,8	43,8		
G (m ² .ha ⁻¹)	1 k	3p sl.	30,2	2,7	9	27,4	32,9	2,4	7	30,6	34,4	6,8	20	27,6	32,4	43,6	35,0	30,8
			27,9	3,6	13	24,2	30,0	2,6	9	27,4	32,0	6,3	20	25,7	30,8	44,0	35,3	33,2
			12,4	8,4	*	12,7	13,9	8,3	*	14,6	15,6	12,4	*	16,8	18,3	20,8	10,4	*
d (cm)	1 k	3p sl.	12,7	8,0	*	13,8	15,1	9,6	*	16,0	17,0	14,6	*	17,8	19,3	22,3	11,0	*
			13,1	7,9	*	15,2	16,9	10,2	*	18,5	20,0	16,0	*	21,6	23,7	27,4	13,9	*
			12,8	9,9	*	13,0	15,1	10,1	*	15,6	17,1	14,9	*	17,9	19,3	21,8	11,8	*
h (m)	1 k	3p sl.	13,5	9,5	*	14,3	16,6	12,0	*	17,3	18,3	16,7	*	18,8	20,8	23,0	11,8	*
			13,6	9,3	*	15,0	17,1	12,1	*	18,0	19,6	17,2	*	20,4	22,1	24,6	11,9	*
			103	118	*	102	109	122	*	107	109	120	*	107	105	105	94	*
h/d	1 k	3p sl.	106	118	*	104	110	126	*	108	108	115	*	106	108	103	98	*
			104	118	*	99	101	119	*	97	98	108	*	94	93	90	85	*
			19,0	*	*	21,2	*	*	*	23,2	*	*	*	26,1	*	28,2	17,9	*
d ₂₀₀ (cm)	1 k	3p sl.	18,6	*	*	20,8	*	*	*	22,6	*	*	*	25,2	*	27,2	16,4	*
			21,9	*	*	24,3	*	*	*	26,8	*	*	*	29,9	*	32,0	18,7	*
			16,0	*	*	19,5	*	*	*	21,0	*	*	*	23,1	*	25,1	15,3	*
h ₂₀₀ (m)	1 k	3p sl.	17,1	*	*	20,0	*	*	*	21,3	*	*	*	23,6	*	25,4	13,8	*
			18,3	*	*	20,6	*	*	*	22,6	*	*	*	24,2	*	26,0	13,1	*
			84	*	*	92	*	*	*	91	*	*	*	89	*	85	*	*
h ₂₀₀ /d ₂₀₀	1 k	3p sl.	92	*	*	96	*	*	*	94	*	*	*	94	*	93	*	*
			84	*	*	85	*	*	*	84	*	*	*	81	*	77	*	*

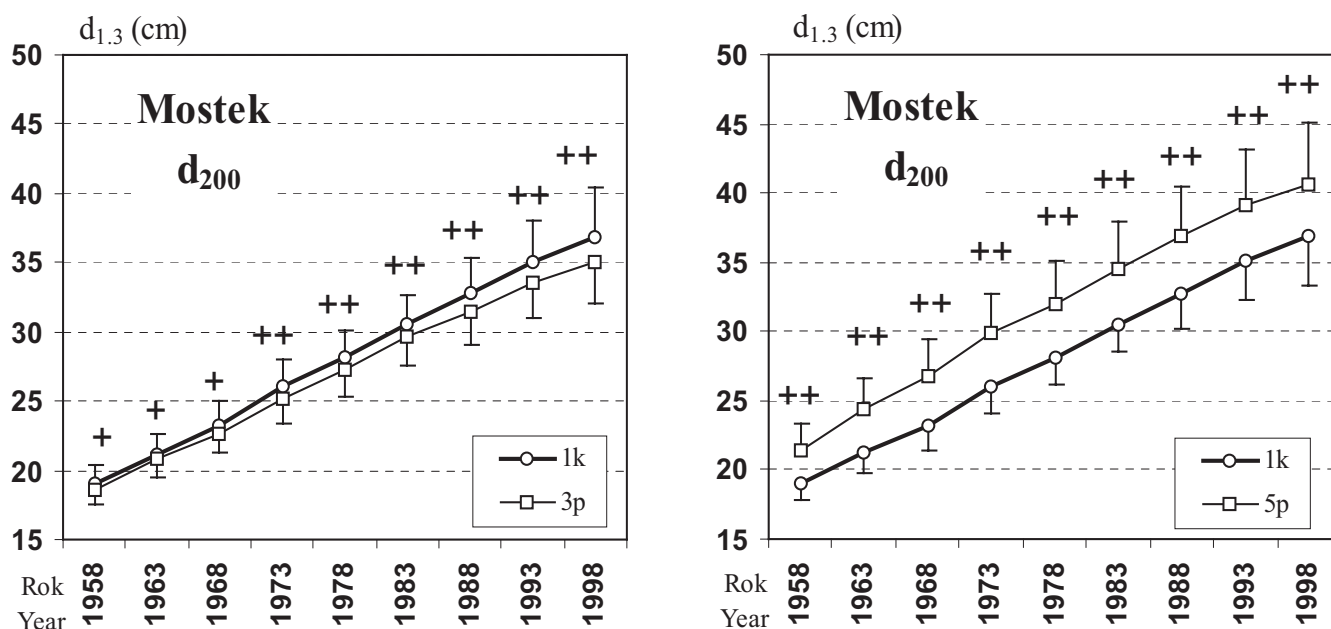
Pozn.: P – přírůstek, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah, (případně těžba souší a zlomů), Sdružený porost – (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), 1k – kontrolní porost bez výchovy, 3p – srovnávací plocha s negativním výběrem v podúrovni (slabší zásah), 5p – srovnávací plocha s negativním výběrem v podúrovni (silný zásah), 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

Note: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, 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 heavy thinning from below, 5p – comparative plot with 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 – height of 200 thickest trees, h₂₀₀/d₂₀₀ – quotient of slenderness of 200 thickest trees

Tab. 1.

Základní údaje o vývoji experimentu Mostek

Basic data on Mostek experimental series

**Obr. 6.**

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Mostek (porovnání variant 1k a 3p vlevo a 1k a 5p vpravo) v období 1958 – 1998 (věk 37 – 77 let). Signifikantnost rozdílů je uvedena na hladině významnosti 0,95 (+) a 0,99 (++)

Development of diameter d_{200} (with standard deviations) of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) on experimental series Mostek (comparison between variants 1k and 3p – left and 1k and 5p – right) in the period 1958 – 1998 (age 37 – 77 years). Significant differences on confidence level 0.95 (+) and 0.99 (++) are showed.

jedinců na 1 hektar se po prvním zásahu zpomalil a do poslední revize (věk 78 let) poklesl na hodnotu 77 (na plochách 1k a 3p kvocient 85 a 88). Pozitivní efekt výchovy na statickou stabilitu horního stromového patra spočíval především v nižším výškovém a prokazatelně vyšším tloušťkovém přírůstu po uplatnění velmi silného podúrovňového zásahu na variantě 5p ve srovnání s kontrolním porostem bez výchovy (1k).

Poděkování: Práce vznikla v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR MZe - 0002070201.

Literatura

- ČERNÝ, M., PAREŽ, 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.
- PAREŽ, 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 les. výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149 - 152

Recenzováno

ZHODNOCENÍ POZNATKŮ Z 1. SÉRIE ZALOŽENÉ V ROCE 1958

Long-term Norway spruce thinning experiments – Evaluation of results of the 1st series founded in 1958

Abstract

From the 1st group of experimental series (established 1958), only five series persisted to present time – Mostek, Rumburk, Nisa, Vimperk I and Vimperk II. 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 1st group of series was aimed at common phenomena observed on particular series after 40 years of investigation. Positive selection from above resulted (contrary to the expectations) in decreased abundance of trees in lower diameter classes comparing to control plots. Abundance of thick trees increased on all comparative plots with thinning and static stability (characterised by h/d ratio) was influenced by thinning mostly positively.

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

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

Úvod

Experimentální základna pro výzkum výchovy lesních porostů byla na našem území před rokem 1955 nedostatečná a málo způsobilá k získávání reprezentativních výsledků. Proto byl Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) Jíloviště-Strnady v poválečných letech pověřen úkolem vytvořit experimentální základnu pro řešení problematiky porostní výchovy hlavních hospodářských dřevin – smrku ztepilého (*Picea abies* [L.] KARST.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Ve smrkových porostech bylo v rámci zadání založeno v letech 1956 až 1973 celkem 46 experimentálních řad. 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 kalamitám a na stav porostního mikroklimatu. Metodika sledování a zakládání experimentů byla vypracována ve VÚLHM v letech 1956 až 1957 (PAŘEZ 1958).

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. Předkládaná práce je orientována na zhodnocení a analýzu poznatků z 1. série (výzkumné řady: Rumburk, Mostek, Vimperk I, Vimperk II a Nisa – obr. 1), založené v mladých smrkových porostech v roce 1958 (viz Zprávy les. výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 153 - 167 a příspěvky v tomto čísle).

Hlavním cílem experimentů 1. série 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 kalamitám a na stav porostního mikroklimatu.

Metodika

Pro studium vlivu výchovných zásahů na smrkové porosty byla zvolena metoda srovnávacích ploch. Každý experiment se skládá z dílčích srovnávacích ploch s různými výchovnými režimy. Jedna dílčí plocha byla vždy ponechána bez zásahu (kontrolní) a na ostatních začaly být uplatňovány výchovné režimy (podúrovňové zásahy s negativním výběrem a zásahy úrovňové s výběrem pozitivním). Charakteristiky experimentálních porostů byly zjišťovány v pětiletých periodách (podrobněji viz úvodní příspěvek: SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého, cíle a metodika).

Zhodnocení poznatků získaných z experimentů 1. série je založeno především na údajích o počtu stromů (N), výčetní kruhové základně (G), průměrné tloušťce (d) a výšce (h), tloušťkové struktuře a hodnotách stíhlostních kvocientů (h/d) sledovaných porostů. V další fázi byly vyhodnoceny charakteristiky horního stromového patra (200 nejsilnějších jedinců na jeden hektar): tloušťka (d_{200}) a stíhlostní kvocient (h/d_{200}).

V původní metodice experimentů se nepředpokládalo vzájemné porovnávání individuálních sérií. Zejména rozdílná počáteční hustota porostů jednotlivých řad zabraňuje aplikaci metod klasického porovnávání dílčích variant výchovy. Vyhodnocení první série experimentů založené v roce 1958 je proto zaměřeno na společné jevy zjištěné na jednotlivých výzkumných řadách po 40 letech sledování.

Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru UNISTAT® (verze 5.1) s využitím procedur ANOVA a Mnohonásobné porovnávání (Student-Newman-Keuls a Scheffé). Datové soubory s údaji o výčetní tloušťce (d , d_{200}) byly testovány jednak pomocí parametrických testů (t -test) a jednak pomocí více-výběrových neparametrických testů



Obr. 1.
Umístění experimentů s výchovou smrkových porostů - 1. série založená 1958
Position of Norway spruce thinning experiments – 1st series founded in 1958

(Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu – metody: t-rozdělení, srovnání s kontrolní skupinou - Dunnett, Dunn). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí testů dobré shody (χ^2). Pro všechny provedené analýzy byla použita hladina významnosti 0,95 (GROFÍK, FLEK 1990, MELOUN, MILITKÝ 1998).

Výsledky

Jak již bylo zmíněno, rozdílná počáteční hustota porostů na jednotlivých řadách zabraňuje aplikaci metod klasického porovnávání dílčích variant výchovy. Původní hustota experimentálních porostů se pohybovala od 2 016 jedinců (kontrolní plocha jedné řady Rumburk) do 4 828 jedinců na 1 hektar (kontrolní plocha jedné řady Vimperk II). Z analýzy vývoje počtu stromů na kontrolních plochách (porosty bez úmyslných zásahů) jednotlivých výzkumných řad (obr. 2) vyplývá, že u experimentů Vimperk I a Vimperk II byla počáteční hustota porostů o 100 % vyšší než na zbývajících třech řadách. Podobné rozdíly byly zaznamenány v hodnotách výčetní kruhové základny (od 29,1 m² na řadě Mostek do 47,4 m² na řadě Vimperk II). Sledovanou 1. sérii tak můžeme rozdělit do dvou skupin:

- Rumburk, Mostek, Nisa – výzkumné řady s relativně nízkou počáteční hustotou porostů od 2 016 do 2 604 jedinců na hektar,
- Vimperk I, Vimperk II – výzkumné řady s relativně vysokou počáteční hustotou porostů od 4 632 do 4 828 jedinců na hektar.

Uvedené rozdíly mezi výzkumnými řadami jsou těž patrné z porovnání počáteční tloušťkové struktury porostů na jednotlivých dílčích plochách (obr. 3). Z uvedených důvodů je následující analýza zaměřena především na společné jevy zjištěné na jednotlivých výzkumných řadách první série.

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. 1).

V porostech s pozitivním výběrem v úrovni (dílečky plochy 2 – řady Rumburk, Nisa a Vimperk II) byl zjištěn ve dvou případech vyšší a v jednom případě nižší celkový periodický přírůst výčetní kruhové

základny (včetně nahodilé těžby) ve srovnání s kontrolními plochami bez výchovy. Vyšší přírůst výčetní kruhové základny byl zaznamenán na řadě Rumburk (+ 5,6 m², tj. + 20 %) a Vimperk II (+ 2,8 m², tj. + 7 %) a nižší přírůst na řadě Nisa (-1,4 m², tj. -5 %).

V porostech s negativním výběrem v podúrovni (dílečky plochy 3 a 5 – řady Mostek, Nisa, Vimperk I a Vimperk II) byla situace poněkud odlišná. Ve srovnání s kontrolními plochami byl vyšší celkový periodický přírůst výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby) zjištěn v jednom případě a nižší ve třech případech. Vyšší přírůst výčetní kruhové základny byl zaznamenán pouze na výzkumné řadě Vimperk II (+ 3,0 m², tj. + 8 %), zatímco nižší přírůst vykazovaly takto vychovávané porosty na řadách Mostek (-2,6 až -2,9 m², tj. -8 % na obou dílčích plochách 3 a 5), Nisa (-0,7 m², tj. -2,5 %) a Vimperk I (+ 9,6 m², tj. -17 %).

Efekt výchovných zásahů se projevil především ve snížení objemu výčetní kruhové základny odstraňované při nahodilých těžbách (souše, zlomy a vývraty). Za celou dobu sledování bylo na všech plochách s výchovou (bez rozlišení) odstraněno při nahodilých těžbách od 6 % (plocha 5, řada Mostek) do 29 % (plocha 2, řada Nisa) periodického přírůstu výčetní kruhové základny. Na kontrolních plochách bez výchovy činil podíl nahodilé těžby 60 – 107 % periodického přírůstu výčetní kruhové základny.

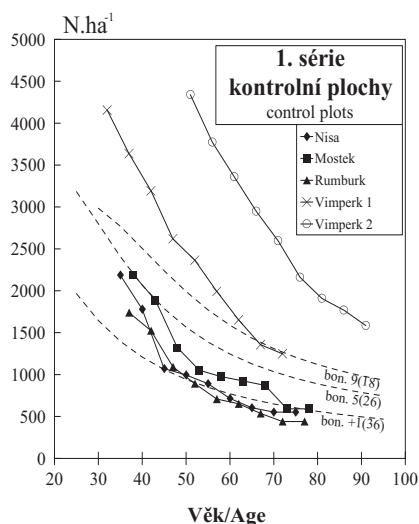
Po odečtení nahodilé těžby (většinou hůře prodejné nebo neprodejné sortimenty) byl přírůst výčetní kruhové základny na vychovávaných variantách řady Vimperk I o 59 % vyšší a na řadách Mostek a Vimperk II více než dvakrát vyšší ve srovnání s variantami bez výchovy. Zvláštním případem jsou výzkumné řady Rumburk a Nisa, které leží v oblastech pod vlivem imisí. V těchto porostech byla zaznamenána použitelná produkce pouze na vychovávaných variantách (plochy 2 a 3), zatímco přírůst výčetní kruhové základny na kontrolních plochách se rovnal výčetní kruhové základně odstraněné při nahodilých těžbách.

Tloušťková struktura porostů

Všeobecně se předpokládá, že uplatňování pozitivního výběru v úrovni podpoří ve smrkových porostech přežití vyššího počtu tenkých podúrovňových stromů, tj. zůstane zachována širší tloušťková struktura porostu. Tento předpoklad nebyl potvrzen ani na jedné z výzkumných řad s touto variantou výchovy (srovnávací plochy 2 – řady Rumburk, Nisa a Vimperk II). Ve srovnání s kontrolními plochami bez výchovy bylo po 40 letech sledování na plochách s pozitivním výběrem zaznamenáno o 10 až 45 % menší zastoupení jedinců nižších stromových tříd (tab. 2). V porostech s negativním výběrem v podúrovni (srovnávací plochy 3 a 5 – řady Mostek, Nisa, Vimperk I a Vimperk II) bylo zjištěné zastoupení přežívajících tenkých stromů přirozeně ještě nižší (ca o 50 – 69 %) ve srovnání s plochami kontrolními.

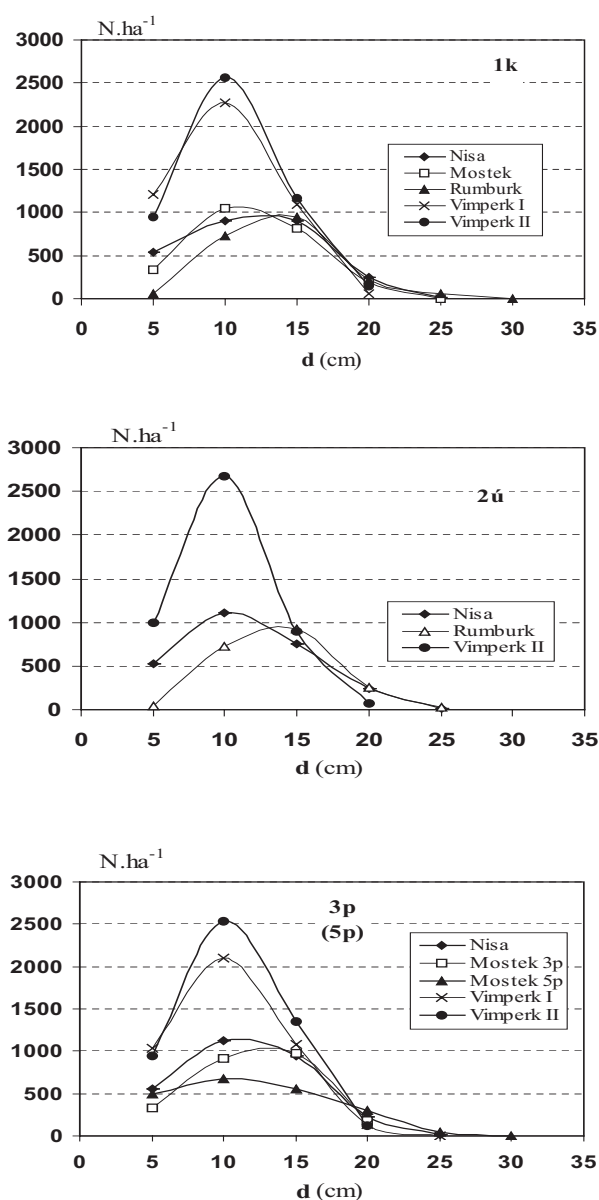
Téměř na všech plochách s výchovnými zásahy (s výjimkou plochy 3 řady Mostek) bylo zaznamenáno po 40 letech sledování vyšší (o 5 až 50 %) zastoupení silnějších stromů (s výčetní tloušťkou 30 cm a více) ve srovnání s plochami bez výchovy. Zvláštním případem je porost s velmi silnými podúrovňovými zásahy (srovnávací plocha 5) na řadě Mostek, kde byl zjištěn o více jak 200 % vyšší počet stromů s výčetní tloušťkou 40 cm a více ve srovnání s plochou kontrolní. Porost na srovnávací ploše 5 však vykazoval určité průkazné rozdíly již na počátku experimentu (viz příspěvek – výzkumná řada Mostek).

Uvedené změny v rozložení tloušťkových struktur po 40 letech sledování byly u variant s pozitivním výběrem v úrovni (plochy 2) statisticky průkazné pouze v jednom případě (řada Vimperk II) ze tří sledovaných. Naproti tomu negativním výběrem v podúrovni (plochy 3) byla tloušťková struktura ve srovnání s kontrolním porostem statisticky významně



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů (N . ha⁻¹) podle věku na kontrolních plochách (bez výchovy) experimentů 1. série založené v roce 1958 ve srovnání s údaji z růstových tabulek (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)
Number of trees (N.ha⁻¹) by age on control plots (without thinning) of experiments of 1st series founded in 1958 comparing with Growth tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)



Obr. 3.

Počáteční tloušťková struktura (1958) na dílčích plochách experimentů 1. série. 1 – kontrolní plochy bez zásahů, 2 – srovnávací plochy s úrovniovými zásahy, 3 (5) – srovnávací plochy s podúrovniovými zásahy

Initial diameter distribution (in 1958) in particular plots of experiments of the 1st series. 1 – control plots without thinning, 2 – comparative plots with thinning from above, 3 (5) – comparative plots with thinning from below

pozměněna ve třech případech (řady Mostek, Vimperk I a Vimperk II) ze čtyř sledovaných. Porost na srovnávací ploše 3 řady Mostek (podúrovniové zásahy) vykazoval jako jediný ze všech sledovaných ve srovnání s kontrolním porostem vyšší počet tenkých stromů (o 35 %) a nižší počet stromů silnějších dimenzí (o 29 %). Pouze u výzkumných řad Vimperk I a Vimperk II došlo uplatňováním podúrovniových zásahů ve srovnání s porosty bez výchovy k průkaznému posunu tloušťkové struktury směrem k silnějším dimenzím. Důvodem je patrně již zmiňovaná výrazně vyšší počáteční hustota porostů těchto výzkumných řad.

Na základě porovnání dvou hlavních sledovaných variant výchovy (úrovniový nebo podúrovniový výběr) lze konstatovat, že zvýšení počtu silných stromů bylo dosaženo pouze u varianty 5p (silné podúrovniové zásahy). U výzkumných řad s oběma variantami výchovy (2ú a 3p) byl větší počet stromů slabších dimenzí zaznamenán na plochách 2ú s úrovniovými zásahy, kde se do podúrovně úmyslně nezasahuje. V této souvislosti však nelze hovořit o výrazné podpoře podúrovniových jedinců uplatňováním pozitivního výběru v úrovni, protože ve všech těchto sledovaných případech byl nejvyšší počet slabších stromů zjištěn na plochách kontrolních 1k (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 ve srovnání s porosty bez výchovy principiálně nižší (o 1 až 10 %) hodnoty h/d středního kmene (tab. 3). Výjimku tvoří pouze plocha 2 s úrovniovými zásahy na řadě Nisa a poněkud problematická plocha 3 s podúrovniovými zásahy na řadě Mostek. V porostech těchto dvou dílčích ploch byla zaznamenána po 40 letech sledování vyšší hodnota (o 3 až 4 %) štíhlostního kvocientu středního kmene ve srovnání s kontrolními variantami.

Podobný trend byl zaznamenán při vyhodnocení štíhlostního kvocientu dominantních stromů (200 nejsilnějších stromů na jeden hektar, tj. stejný počet jedinců na každé dílčí srovnávací ploše). Na většině sledovaných řad (s výjimkou variant 2 řady Nisa a 3 řady Mostek) byl štíhlostní kvocient dominantních jedinců pozitivně ovlivněn výchovnými zásahy. Tento efekt byl potvrzen jako statisticky průkazný na variantě 2 výzkumné řady Vimperk II a na variantě 3 na řadách Vimperk II a Nisa. Z tohoto pohledu bylo nejlepšího výsledku dosaženo na variantě 5 (řada Mostek) s velmi silnými podúrovniovými zásahy, kde byl zjištěn štíhlostní kvocient dominantních stromů o 10 % nižší ve srovnání s kontrolní variantou.

Z porovnání dvou hlavních sledovaných variant výchovy (úrovniový nebo podúrovniový výběr) vyplývá, že nejpříznivějších hodnot štíhlostního kvocientu horního stromového patra bylo dosaženo u varianty 5p (silné podúrovniové zásahy). U výzkumných řad s oběma variantami (2ú a 3p) byl vliv výchovy na statickou stabilitu dominantních stromů nejednoznačný. Na výzkumné sérii Vimperk II lze z tohoto pohledu lépe hodnotit variantu 2ú (pozitivní výběr v úrovni) a na výzkumné řadě Nisa naopak variantu 3p (negativní výběr v podúrovně).

Diskuse a závěr

Podle zvolené metodiky bylo hlavním cílem experimentu 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 již průběžně publikovány ve výzkumných zprávách (PÁŘEZ 1972a, b, 1975, 1979, 1980, 1985). Předkládané zhodnocení, založené především na údajích o počtu stromů (N), výčetní kruhové základně (G), průměrné tloušťce (d) a výšce (h), tloušťkové struktuře a hodnotách štíhlostních kvocientů (h/d) sledovaných porostů, je svého druhu první ucelenou analýzou poznatků 1. série výzkumných řad po 40 letech sledování. Celkové zhodnocení výzkumných řad, zaměřené zejména na analýzu růstu a objemové produkce, bude možno provést až s realizací obnovy experimentálních porostů (získání údajů o objemu a tvaru kmenů). Doposud zjištěné trendy jsou konfrontovány s průběžnými poznatky z dalších sérií výzkumných řad (série 2, 4 a 5), které jsou připravovány k publikaci.

Experiment	Včetně nahodilé těžby ¹ (m ²)				Bez nahodilé těžby ² (m ²)			
	1k	2ú	3p	5p	1k	2ú	3p	5p
Rumburk	28,3	33,9	---	---	*-1,9	28,8	---	---
Mostek	37,9	---	35,0	35,3	14,8	---	30,8	33,2
Vimperk I	56,6	---	47,0	---	22,6	---	36,0	---
Vimperk II	38,0	40,8	41,0	---	11,8	30,8	30,9	---
Nisa	28,3	26,9	27,6	---	*0,0	19,2	20,5	---

¹Including salvage cut, ²Excluding salvage cut,

Pozn.: Srovnávací plochy: 1k – kontrolní plochy bez zásahů, 2ú – srovnávací plochy s úrovniovými zásahy, 3p (5p) – srovnávací plochy s (silnými – 5) podúrovniovými zásahy

* výčetní kruhová základna se snížila nebo nezměnila

Note: Comparative plots: 1k – control plots without thinning, 2ú – comparative plots with thinning from above, 3p (5p) – comparative plots with (heavy – 5p) thinning from below, * basal area was decreased or not changed

Tab. 1.

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 první série v letech 1958 – 1998 (1999)

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 1st series in 1958 – 1998 (1999)

Experiment	Tenké stromy ¹ (<20 cm) (N.ha ⁻¹)				Silné stromy ² (>30 cm) (N.ha ⁻¹)				Rozdíly v porovnání tloušťkových struktur ³		
	1k	2ú	3p	5p	1k	2ú	3p	5p	1k/2ú	1k/3p	1k/5p
Rumburk	72	44	◇	◇	184	264	◇	◇	ns	◇	◇
Mostek	276*	◇	372*	136*	36*	◇	16*	112*	◇	+	ns
Vimperk I	400	◇	124	◇	280	◇	300	◇	◇	+	◇
Vimperk II	752	416	248	◇	120	180	140	◇	+	+	◇
Nisa	80	72	40	◇	160	172	176	◇	ns	ns	◇

¹Thin trees, ²Thick trees, ³Differences in frequencies of diameter distributions

Pozn.: Srovnávací plochy: 1k – kontrolní plochy bez zásahů, 2ú – srovnávací plochy s úrovniovými zásahy, 3p (5p) – srovnávací plochy s (silnými – 5) podúrovniovými zásahy

+ - statisticky průkazné, ns – statisticky neprůkazné

* - na této sérii byly hodnoceny tenké stromy s $d_{1,3} < 29$ cm a silné stromy s $d_{1,3} > 40$ cm

Note: Comparative plots: 1k – control plots without thinning, 2ú – comparative plots with thinning from above, 3p (5p) – comparative plots with (heavy – 5p) thinning from below

+ - statistically significant, ns – no significant

* - thin trees with $d_{1,3} < 29$ cm and thick trees with $d_{1,3} > 40$ cm were observed in this series

Tab. 2.

Počet tenkých ($d_{1,3} < 20$ cm) a silných ($d_{1,3} > 30$ cm) stromů (N . ha⁻¹) na jednotlivých experimentech první série v roce 1998 (1999) – poslední revize

Number of thin ($d_{1,3} < 20$ cm) and thick ($d_{1,3} > 30$ cm) trees (N.ha⁻¹) in particular series of the 1st group of series in 1998 (1999) – last revision

Na základě vyhodnocení výsledků 1. série výzkumných řad s výchovou smrku ztepilého (založené 1958) lze konstatovat:

- Rozdílná počáteční hustota porostů jednotlivých sérií zabraňuje použití metod porovnávání dílčích variant výchovy. Sledované výzkumné řady lze rozdělit do dvou skupin: řady s relativně nízkým počtem stromů (Rumburk, Mostek a Nisa – počáteční hustota 2 016 až 2 604 jedinců na hektar) a řady s relativně vysokým počtem stromů (Vimperk I a Vimperk II – počáteční hustota 4 632 až 4 828 jedinců na hektar).
- Produkce experimentálních porostů, hodnocená podle periodického přírůstu výčetní kruhové základny, byla ovlivněna jednotlivými variantami výchovy rozdílně. Uplatňování pozitivního výběru v úrovni (varianta 2) na výzkumných řadách Rumburk, Nisa a Vimperk II vedlo ve dvou případech k vyššímu a v jednom případě k nižšímu celkovému přírůstu výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby) ve srovnání

s kontrolní variantou bez výchovy. Negativní výběr v podúrovní (varianta 3 nebo 5) prováděný na řadách Mostek, Nisa, Vimperk I a Vimperk II vedl v jednom případě k vyššímu a ve třech případech k nižšímu celkovému přírůstu výčetní kruhové základny (včetně nahodilé těžby) ve srovnání s kontrolní variantou bez výchovy.

Nejvýraznější efekt výchovy tak spočíval ve snížení podílu výčetní kruhové základny odstraněné při nahodilých těžbách (souše, zlomy, vývraty). Zatímco na všech plochách s výchovou (obě varianty – úrovniová a podúrovniová) se pohyboval podíl nahodilé těžby za celou dobu sledování v rozmezí 6 % (varianta 5 na řadě Mostek) až 29 % (varianta 2 na sérii Nisa), na kontrolních plochách představovala nahodilá těžba 60 – 107 % periodického přírůstu výčetní kruhové základny.

Předpoklad rozšíření tloušťkové struktury (větší zastoupení životaschopných tenkých stromů) uplatňováním pozitivního výběru v úrovni nebyl na plochách s touto variantou výchovy potvrzen. Po 40 letech

Experiment	Střední kmen ¹ h/d				Horní stromové patro ² h ₂₀₀ /d ₂₀₀				Rozdíly ³ h ₂₀₀ /d ₂₀₀		
	1k	2ú	3p	5p	1k	2ú	3p	5p	1k/2ú	1k/3p	1k/5p
Rumburk	86	81	◇	◇	73	72	◇	◇	ns	◇	◇
Mostek	94	◇	98	85	85	◇	88	77	◇	+	+
Vimperk I	95	◇	94	◇	82	◇	82	◇	◇	ns	◇
Vimperk II	104	98	98	◇	86	82	84	◇	+	+	◇
Nisa	74	76	71	◇	63	65	61	◇	ns	+	◇

+ - statisticky průkazné, ns – statisticky neprůkazné

+ - statistically significant, ns – no significant

¹Mean stem, ²Dominant trees, ³Differences

Pozn.: Srovnávací plochy: 1k – kontrolní plochy bez zásahů, 2ú – srovnávací plochy s úrovněvními zásahy, 3p (5p) – srovnávací plochy s (silnými – 5) podúrovněvními zásahy

Note: Comparative plots: 1k – control plots without thinning, 2ú – comparative plots with thinning from above, 3p (5p) – comparative plots with (heavy – 5p) thinning from below

Tab. 3.

Hodnoty štíhlostního kvocientu (h/d) středního kmene a horního stromového patra (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na experimentech první série v roce 1998 (1999) – poslední revize

Values of h/d ratio of mean stem and dominant trees (200 thickest trees per hectare) in particular series of the 1st series in 1998(1999) – last revision

sledování bylo zaznamenáno v porostech vychovávaných úrovněvními zásahy o 10 až 45 % méně stromů v nižších tloušťkových třídách ve srovnání s kontrolními plochami. Zastoupení silnějších stromů (s výčetní tloušťkou 30 cm a více) bylo na všech vychovávaných plochách o 5 – 50 % vyšší ve srovnání s plochami bez výchovy. U výzkumných řad s oběma variantami výchovy (2ú a 3p) byl větší počet stromů slabších dimenzí (výčetní průměr do 20 cm) zaznamenán na plochách 2ú s úrovněvními zásahy, kde se do podúrovně úmyslně nezasahuje. V této souvislosti však nelze hovořit o výrazné podpoře podúrovněvných jedinců uplatňováním pozitivního výběru v úrovni, protože ve všech těchto sledovaných případech byl nejvyšší počet slabších stromů zjištěn na plochách kontrolních 1k (bez výchovných zásahů).

Statická stabilita charakterizovaná štíhlostním kvocientem středního kmene a horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů na 1 hektar) byla ovlivněna pozitivně, tj. konečná hodnota štíhlostního kvocientu (středního kmene i horního stromového patra) byla nižší (o 1 – 10 %) na vychovávaných plochách ve srovnání s plochami bez výchovy. Vliv zvolené varianty výchovy (2ú nebo 3p) na statickou stabilitu dominantních stromů byl nejednoznačný (zaznamenány případy ve prospěch úrovněvných i podúrovněvných zásahů).

Poděkování: Práce vznikla v rámci řešení výzkumného záměru Ministerstva zemědělství ČR MZe - 000 2070201.

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.
- GROFÍK, R., FLEAK, P.: Statistické metody v poľnohospodárstve. Bratislava, Príroda 1990. 344 s.
- 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.
- PAŘEZ, J.: Škody sněhem a větrem ve smrkových porostech probírkových pokusných ploch v období 1959 – 1968. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1972. 97 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv výchovných zásahů na kvantitativní a kvalitativní produkci smrkových porostů. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1975. 77 s.
- PAŘEZ, J.: Diferenciace probírek ve smrkových porostech jedlo-bukového až dubo-bukového vegetačního stupně. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1979. 48 s.
- PAŘEZ, J.: Vliv podúrovněvné a úrovněvné probírky na produkci smrkových a borových porostů v ČSR. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1980. 30 s.
- PAŘEZ, J.: Zhodnocení výzkumných ploch ve smrkových a borových porostech. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1985. 102 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého. Cíle a metodika. Zprávy lesn. výzkumu, 48, 2003, č. 4. s. 149 – 152
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – Vimperk I a Vimperk II (1958). Zprávy lesn. výzkumu, 48, 2003, č. 4. s. 153 – 162
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého – Rumburk (1958). Zprávy lesn. výzkumu, 48, 2003, č. 4. s. 163 – 167
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého – Nisa (1958). Zprávy lesn. výzkumu, 50, 2005, č. 1. s. 1 – 6
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Experiment s porostní výchovou smrku ztepilého – Mostek (1958). Zprávy lesn. výzkumu, 50, 2005, č. 1. s. 7 – 12

Recenzováno

SPECIFIKA PĚSTOVÁNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU SMRKU ZTEPILÉHO PŮVODEM Z HORSKÝCH POLOH

Peculiarities of cultivating Norway spruce planting stock (*Picea abies* (L.) KARSTEN) originated from mountain localities

Abstract

Raising of planting stock destined to higher mountain localities demands the specific ways of cultivation in some cases. Spruce originated from high elevation shows considerable growth variability after sowing. Culling of small (slowly growing) seedlings during sorting before transplanting means the risk of undesirable reduction of genetic spectrum by removing plants well adapted to mountain conditions. That was proved in experiments investigating growth of various height grades of spruce plants after outplanting to mountain locality. Assessment of growth and health state of plantations established by transplants grown in nurseries located in various altitudes suggested that growing of plants in acclimation nurseries in high altitude is disadvantageous from biological and economical point of view. Spruce plants for mountain regions can be grown also in lower altitudes and even in greenhouses.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování, sadební materiál

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, breeding, planting stock

Úvod a cíl práce

Zalesňování horských lokalit přináší často značné problémy. Kromě extrémních klimatických podmínek zde velmi často spolupůsobí i imisní zátěž a často i nepříznivý stav půdy. Klimatické podmínky se v horských oblastech vyznačují především krátkým vegetačním obdobím s nižší teplotou. Významným faktorem je dlouho přetrvávající sněhová pokrývka, na svazích pak i posuvy sněhových vrstev v době tání, které mohou způsobit mechanické poškození a výrazné deformace mladých stromků. K dalším nepříznivým vlivům patří tak zvané zimní vysychání nebo fyziologické sucho, tj. vysychání nadzemních částí v době, kdy je půda sice dostatečně vlhká, ale zamrzlá nebo příliš chladná na to, aby kořeny byly schopny aktivně přijímat vodu, zatímco intenzivní sluneční záření zahřívá nadzemní části a vítr dále zesiluje jejich transpiraci. Dalším významným faktorem, který se neprojevuje hned po zalesnění, ale až během dalších let nebo desetiletí, jsou klimatické extrémy, které mohou působit jednorázové hromadné poškození mladých porostů.

Používání sadebního materiálu odpovídající genetické, morfologické i fyziologické kvality, přizpůsobeného pro dané podmínky, je jedním z klíčových předpokladů úspěšného zalesnění. Vzhledem k tomu, že růst semenáčků a sazenic smrku ztepilého pocházejících z horských oblastí vykazuje některé odlišnosti růstu od běžného sadebního materiálu z nižších poloh, je třeba jejich pěstování věnovat zvláštní pozornost a uplatňovat některé specifické zásady výběru, pěstování, třídění a další manipulace.

V následujícím příspěvku byla proto pozornost zaměřena na vliv třídění semenáčků a jejich dopěstování ve školkách v různé nadmořské výšce a na následné odrůstání smrkových kultur v horských podmínkách.

Rozbor problematiky

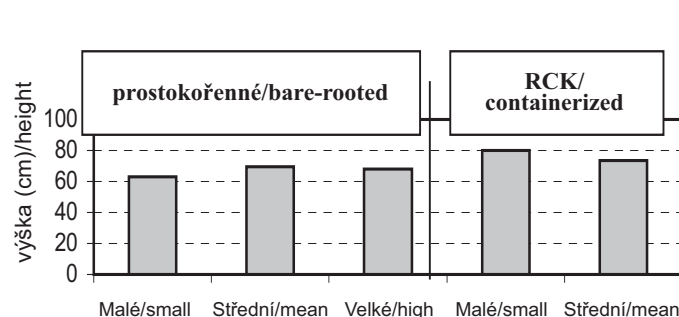
Smrk ztepilý pocházející z vyšších nadmořských výšek je charakterizován adaptací na nepříznivé klimatické podmínky a krátké vegetační období horských lokalit. Podobná adaptace je pozorována i u semenáčků pocházejících ze severních zeměpisných šířek v porovnání s jižnějšími populacemi. K vnějším projevům této adaptace patří především nižší délkový růst (MAUER 1985, POPOV 1990, KOTRLA 1998) a odlišný rytmus růstu (WESTIN et al. 1999, HANNERZ, WESTIN 2000, WESTIN et al. 2000b, MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002). Semenáčky

pocházející ze semenných zdrojů z vyšších poloh se vyznačují časnějším rašením a časnějším ukončením délkového růstu a zakládáním pupenů na podzim (HOLZER et al. 1987, SKROPPA 1994, SCHULTZE 1998, WESTIN et al. 1999). Protože rozdíl v termínu rašení mezi původem z vysokých a nízkých poloh je malý, zatímco potomstva z nízkých poloh končí růst značně později, je období růstu původů z vysokých a severnějších poloh významně kratší než u původů z nižších a jižnějších oblastí. U smrku z nadmořské výšky 545 a 1 800 m n. m. byl rozdíl v začátku rašení 10 dnů a v ukončení růstu 1 měsíc (SCHMIDT-VOGT 1966). Rašení pupenů na jaře je do značné míry ovlivňováno teplotou, zatímco načasování tvorby pupenů smrku ztepilého je v první řadě určováno fotoperiodou (DANUSEVIČIUS, GABRILAVIČIUS 2001). Časná tvorba pupenů je pro vysokohorské populace smrku důležitá zejména proto, že zbývající čas na podzim je využit pro růst primordií jehlic a vyzrávání pupenů (HOLZER et al. 1979). Časně rašící klony mají nižší požadavky na sumu teplot potřebnou pro rašení i pro prodlužování výhonů. Při vyšších teplotách se rozdíly mezi časně a pozděně rašícími klony zmenšují (HOLZER et al. 1979).

Kromě výškového růstu se nadmořská výška semenného zdroje projevuje i v dalších morfologických a fyziologických charakteristikách semenáčků. Semenáčky horských populací měly například menší hmotnost a nižší poměr nadzemních částí ke kořenům (OLEKSYN et al. 1998, MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002) v porovnání s populacemi z nižších poloh. Se stoupající nadmořskou výškou původu se zvyšovala koncentrace dusíku v jehličí, fotosyntetická kapacita a respirace (OLEKSYN et al. 1998). Populace pocházející z vyšších nadmořských výšek měly rovněž vyšší koncentraci chlorofylu a karotenu v jehličí (OLEKSYN et al. 1998). Významnou charakteristikou pro adaptaci k horským nepříznivým podmínkám je odolnost k mrazu a odolnost k zimnímu fyziologickému vysychání. Obecně se uvádí, že populace smrku pocházející z vyšších nadmořských výšek nebo ze severnějších oblastí byly odolnější k mrazu než semenáčky z nižších poloh nebo jižnějšího původu (SIMPSON 1994, JOHNSEN, KOHMANN 1995, HAWKINS, SHEWAN 2000, WESTIN et al. 2000a). Populace z vyšších poloh rovněž projevovaly vyšší odolnost k suchu než populace původem z níže položených oblastí (MODRZYŃSKI, ERIKSSON 2002). Odolnost semenáčků k mrazu však byla ovlivněna i konkrétními podmínkami roku dozrávání semen na stejné lokalitě. Například semenáčky vypěstované ze semen sklizených v chladnějším roce vykazovaly vyšší odolnost

k mrazu než semenáčky ze semen stejného původu ze sklizně v teplejším roce (DAEHLEN et al. 1995). Z uvedeného výčtu je patrné, že nadmořská výška a tím klimatické podmínky lokality semenného zdroje výrazným způsobem ovlivňují intenzitu a rytmus růstu sadebního materiálu smrku ztepilého a adaptaci mladých rostlin k nepříznivým horským podmínkám. Závažnost genetického přizpůsobení sadebního materiálu k horským podmínkám je zohledněna i ve vyhlášce MZe č. 82/1996, která na rozdíl od nižších vegetačních stupňů nepovoluje přenos z nižších poloh do 8. a 9. lvs.

Růstové rozdíly mezi populacemi smrku pocházejícími z různé nadmořské výšky a pěstovanými ve stejném prostředí jsou nejvýraznější v prvních letech života semenáčků (HOLZER 1984, QUAMARUDIN et al. 1995). MAUER (1985) uvádí, že rozdíly se vyrovnávají již ve druhém a třetím roce růstu, SCHMIDT-VOGT a GÜRTH (1977) pozorovali výškové rozdíly ještě po 9 letech a po prvním roce se vyrovnávaly pouze rozdíly v tloušťkovém růstu.



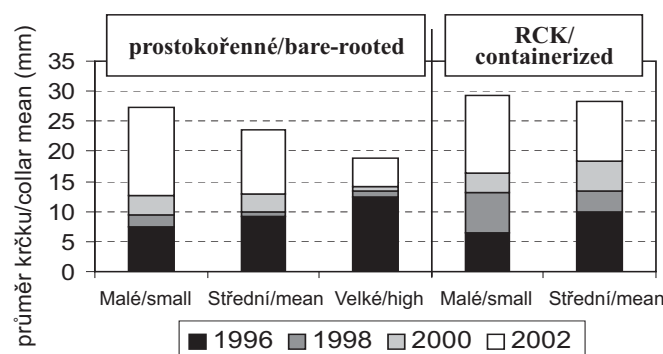
Obr. 1.

Výška nadzemních částí 7 let po výsadbě na holinu u sadebního materiálu smrku z 8. lvs tříděného před školkováním do velikostních kategorií (malé = menší než 8 cm, střední = 8 – 15 cm, velké = 15 – 22 cm)

Height of above-ground part 7 years after planting on clearcut at spruce planting stock from the 8th forest vegetation zone classified according to size category before planting into nurseries (small = lower than 8 cm, mean = 8 – 15 cm, high = 15 – 22 cm)

Stěžejním bodem zalesňování horských lokalit tedy zůstává použití sadebního materiálu odpovídající genetické kvality s vyloučením vertikálních přenosů z nižších do vysokohorských poloh. Protože ve vysokohorských polohách jde především o stabilitu lesních porostů, je potřeba zachovávat v co největší šíři genové informace v potomstvu (ŠINDELÁŘ 1987). Porovnáním genetické struktury horských lesů vzniklých přirozenou a umělou obnovou pomocí izoenzymových analýz zjistil například GÖMÖRY (1992) u uměle založených porostů z autochtonního materiálu významné zúžení genetické struktury. Zásadní otázkou při pěstování sadebního materiálu pro horské oblasti je použití takových technologií, aby bylo zúžení genetického spektra minimalizováno.

Výrazný negativní zásah do genetického spektra sadebního materiálu může znamenat především třídění osiva (CAMPBELL, SORESENSEN 1984, EL-KASSABY, THOMSON 1996). Další kritickou etapou je třídění semenáčků a sazenic. Semenáčky horských populací smrku mají větší růstovou variabilitu než semenáčky původem z nižších poloh (KOTRLA 1998). Při



Obr. 2.

Tloušťkový růst po výsadbě na holinu u sadebního materiálu smrku z 8. lvs tříděného před školkováním do velikostních kategorií (malé = menší než 8 cm, střední = 8 – 15 cm, velké = 15 – 22 cm); výsadba na jaře 1994

Diameter growth after planting on clearcut at spruce planting stock from the 8th forest vegetation zone classified according to size category before planting into nurseries (small = lower than 8 cm, mean = 8 – 15 cm, high = 15 – 22 cm); planting in spring 1994

Výška semenáčků v době školkování ¹	Stav v době výsadby ²				
		výška (cm) nadzemní části ³	poslední výškový přírůstek ⁴ (cm)	průměr kořenového krčku ⁵ (mm)	poměr výšky k průměru ⁶ (h/d)
Malé/small (< 8 cm)	průměr ⁷	23,8	14,1	5,8	4,08
	sx	7,39	6,22	1,71	
Střední/mean (8 – 15 cm)	průměr ⁷	33,8	18,5	6,8	4,99
	sx	8,48	6,55	1,72	
Velké/high (15 – 22 cm)	průměr ⁷	36,3	18,6	7,8	4,66
	sx	10,17	8,37	1,77	

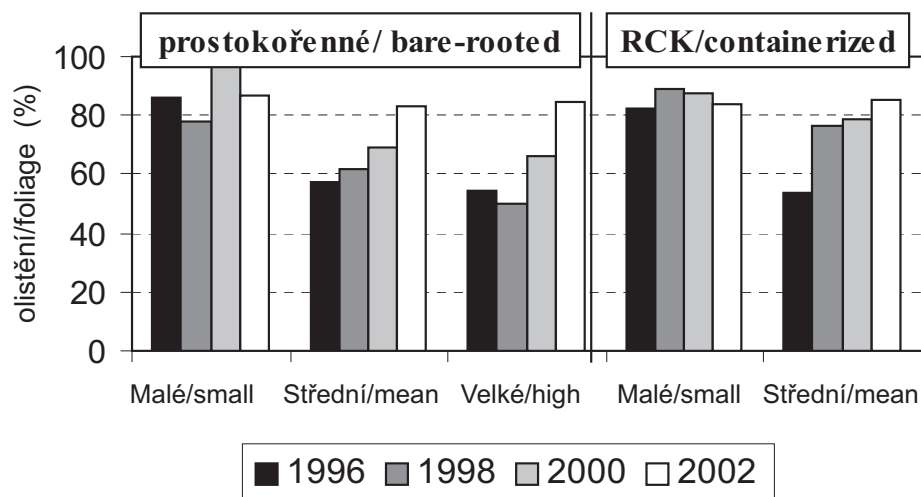
Tab. 1.

Růstové parametry čtyřletých sazenic smrku ztepilého dopěstovaných z velikostně tříděných semenáčků (n = 100)

Growth parameters of 4-year old Norway spruce plantings bred from seedlings differentiated according to size (n = 100)

¹ Height of seedlings during transplanting; ² State in the time of planting; ³ height of above-ground part; ⁴ latest height increment; ⁵ diameter of root collar;

⁶ ration height to diameter; ⁷ average



Obr. 3.

Vývoj olistění po výsadbě na holinu u sadebního materiálu smrku z 8. lvs tříděného před školkováním do velikostních kategorií (malé = menší než 8 cm, střední = 8 – 15 cm, velké = 15 – 22 cm); výsadba na jaře 1994

Development of foliage after planting on clearcut at spruce planting stock from the 8th forest vegetation zone classified according to size category before planting into nurseries (small = lower than 8 cm, mean = 8 – 15 cm, high = 15 – 22 cm); planting in spring 1994

Místo pěstování, nadmořská výška ¹		Výška nadzemní části ² (cm)	Poslední výškový přírůst ³ (cm)	Průměr kořenového krčku ⁴ (mm)	Poměr výšky k tloušťce ⁵ (h/d)	Poměr hmotnosti sušiny nadzem- ních částí ke kořenům ⁶
Opočno, 260 m n. m.	průměr ⁷	29,2	13,1	7,34	3,97	2,17
	s _x	8,73	7,24	1,77		
Hostinné, 350 m n. m.	průměr ⁷	33,8	18,5	6,8	4,99	2,46
	s _x	8,49	6,55	1,72		
Vysoké, 700 m n. m.	průměr ⁷	25,9	12,7	5,4	4,78	3,04
	s _x	6,68	4,97	1,57		
Dvoračky, 1 000 m n. m.	průměr ⁷	18,0	4,4	3,5	5,22	2,44
	s _x	3,82	1,97	0,89		

Tab. 2.

Růstové parametry čtyřletých sazenic smrku ztepilého (2+2) dopěstovaných ve školkách v různé nadmořské výšce (n = 100)

Growth parameters of 4-year old Norway spruce plantings (2+2) finished in nurseries of various elevation (n = 100)

¹ Nursery, altitude; ² Height of above-ground part; ³ Latest height increment; ⁴ Diameter of root collar; ⁵ Ratio height to diameter; ⁶ Ratio of dry matter of above-ground parts to roots; ⁷ average

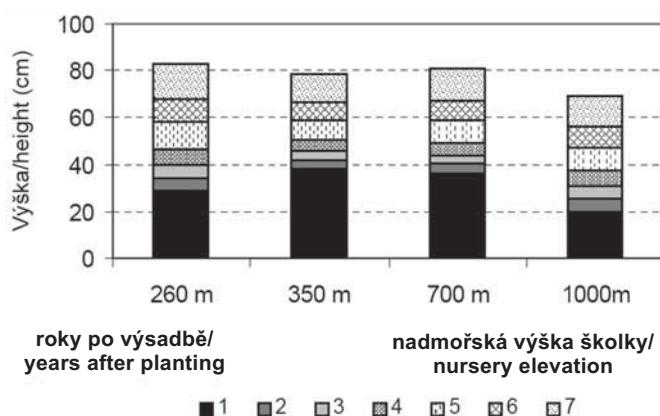
pěstování sadebního materiálu pro vyšší horské polohy je tedy nutné používat odlišná kritéria pro třídění semenáčků a sazenic, protože vyřazování menších, pomalu rostoucích jedinců může být příčinou zúžení genetického spektra a odstranění právě těch rostlin, které jsou nejlépe přizpůsobeny růstu v extrémních horských podmínkách. Jedná se pravděpodobně o jedince, kteří jsou schopni přežít extrémní klimatické výkyvy, ke kterým může docházet i jednou za několik desítek let (LANG 1989).

Odolnost k nepříznivým vlivům je do jisté míry ovlivňována i prostředím ve školce a pěstební technologií. Například odolnost sazenic k zimnímu vysychání částečně závisí na letních růstových podmínkách. Ovlivňována je zejména síla voskové vrstvy na povrchu jehlic a její propustnost pro vodu (HADLEY, SMITH 1990). SCHUCH et al. (1989) zjišťovali vliv nadmořské výšky školky na odolnost k mrazu pěstovaných semenáčků douglasky. Zjistili nejvyšší odolnost k mrazu u jehličí z nejvýše položené školky. Odolnost k mrazu u pupenů se však lišila podle původu osiva, ale ne podle podmínek během pěstování ve školkách.

V této souvislosti je stále diskutovaným problémem potřeba tzv. aklimatizace sadebního materiálu. Není jednotný názor na to, zda je aklimatizaci třeba chápat jen v nutnosti synchronizace fenologických fází (hlavně rašení) mezi místem pěstování (školka) a místem výsadby, nebo do jaké míry je žádoucí dlouhodobější pěstování sadebního materiálu v horských tzv. aklimatizačních školkách. Například HULTÉN (1989) a SAMEK et al. (1990) považují za klíčové přizpůsobení kvality sazenic podmínkám stanoviště. Čím vzdálenější bude fyziologický stav sazenic od ekologických poměrů místa výsadby, tím větší šok sazenice po výsadbě prožijí. Naše předchozí poznatky i další zahraniční údaje však naznačují, že tyto aklimatizační školky sice umožňují šetrnější a kratší manipulaci, přiblížení časového průběhu fyziologických procesů podmínkám na stanovišti a snadnou dosažitelnost sazenic podle potřeby, na druhé straně je však výtežnost vysoko položených školek neuspokojivá, jsou zde vysoké náklady a pomalejší růst (LOKVENEC 1963, BEHM, RUETZ 1983, JURÁSEK, MARTINCOVÁ 1996a, b).

Materiál a metody

K řešení některých z výše uvedených problémů byly pracovníky VS Opočno založeny v letech 1990 až 1992 rozsáhlé pokusy s využitím pomalu rostoucích (malých) semenáčků pro školkování a s předpěstováním sadebního materiálu ve školkách v různé nadmořské výšce (260 – 1 000 m n. m.). Pro sledování pomalu rostoucích jedinců



Obr. 4. Výškový růst sadebního materiálu pěstovaného ve školkách v různé nadmořské výšce během 7 let po výsadbě na horskou lokalitu
Height growth of planting stock bred in nurseries in various elevation during 7 years after planting on mountainous locality

byly dvouleté semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) B/SM/0001/22/8/TU před školkováním v roce 1992 rozděleny do tří velikostních kategorií (malé – semenáčky menší než 8 cm, při běžném třídění ve školkách obvykle vyřazované do výmetu, střední – semenáčky vysoké 8 – 15 cm, velké – semenáčky vysoké 15 – 22 cm). Po dopěstování ve školce v Hostinném byly vysazeny na extrémní holinu v Krkonoších pro sledování a vzájemné porovnávání jejich dalšího růstu.

Vliv nadmořské výšky školky je sledován v rámci experimentu, kde byly dvouleté semenáčky smrku stejného původu školkovány a následně dopěstovány ve čtyřech školkách v různé nadmořské výšce: Opočno – 260 m n. m., Hostinné – 350 m n. m., Vysoké nad Jizerou – 700 m n. m. a Dvoračky – 1 000 m n. m.

Lokalita, kam byl popsán sadební materiál v letech 1994 a 1995 vysazen, se nalézá na severním svahu Stohu v Krkonoších v nadmořské výšce 1 000 až 1 100 m n. m. (výzkumná plocha Pláň, HS 73, SLT 8K). Ze všech pokusných variant byla část materiálu vysazována jako prostokořenné sazenice, část byla přesazena do rašelinocelulózových kelímků Jiffy-pots a vysazována jako krytokořenná sadba (RCK). Během pěstování ve školkách a následně po výsadbě na výzkumnou plochu byly u sadebního materiálu průběžně hodnoceny morfologické parametry – výška, průměr kořenového krčku a výškový přírůst. Zdravotní stav je posuzován podle procenta olistění, výskytu barevných změn jehličí a poškození terminálních částí stromků nebo deformací kmínků.

V současné době (1999 až 2003) byly založeny další pokusy s cílem sledovat růstovou variabilitu horského smrku ve školce, stanovit velikostní hranice pro dopěstování a další využití malých semenáčků a připravit tříděný sadební materiál pro další výsadby do horských podmínek.

Výsledky a diskuse

Z hodnocení sadebního materiálu různých velikostních kategorií v době výsadby vyplynulo, že sazenice pěstované z dvouletých semenáčků menších než 8 cm byly ve věku 4 let statisticky průkazně menší než sazenice vypěstované ze semenáčků standardní velikosti. Měly však poměrně vysoký relativní přírůst, byly statné (síla kořenového krčku odpovídala požadavkům pro výsadbu) a výškou nadzemní části téměř splňovaly doporučené hodnoty pro výsadbu do horských poloh (tab. 1). Pokud je takový sadební materiál pěstován ještě o jeden rok déle, dosáhne takové velikosti, aby byl použitelný i pro extrémní stanoviště nebo pro vylepšování kultur založených sadebním materiálem vypěstovaným ze standardních semenáčků (JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2001).

Výsledky hodnocení růstu sadebního materiálu získaného školkováním semenáčků různých velikostních kategorií (včetně pomalu rostoucích semenáčků) po výsadbě do extrémních horských podmínek ukázaly postupné vyrovnávání velikostních rozdílů velmi dobrým růstem původně menších variant (obr. 1 a 2). O obecnějším charakteru uvedených trendů svědčí skutečnost, že obdobné výsledky byly získány jak u prostokořenného, tak u krytokořenného sadebního materiálu. Dobré přizpůsobení ve školce pomalu rostoucích jedinců pro extrémní horské podmínky naznačuje i jejich zdravotní stav charakterizovaný průměrným procentem olistění (obr. 3).

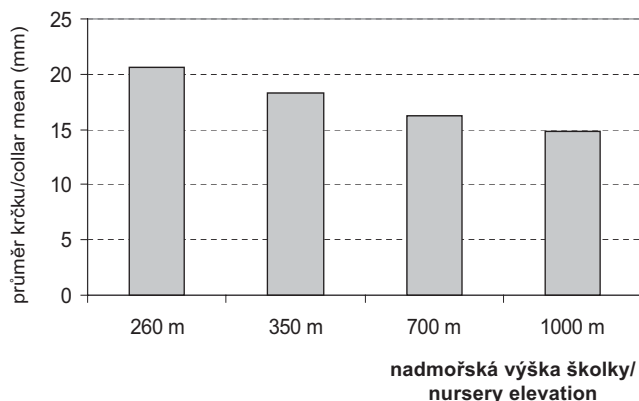
Z výsledků je zřejmé, že semenáčky, které rostou pomalu v prvních letech ve školce, mají předpoklady pro velmi dobrý růst v horských podmínkách. K pěstování sadebního materiálu smrku z horských oblastí by tedy měl být specifický přístup spočívající v udržení celého genetického spektra. S největší pravděpodobností totiž tvoří pomaleji rostoucí semenáčky stabilizující prvek obnovovaného horského porostu (JURÁSEK 1998).

Před intenzivním tříděním semenáčků ekotypů smrku z vysokých nadmořských výšek varuje LANG (1989). Tříděním je sice možno

dosáhnout homogennější produkce, může však docházet i k redukci genetické variability a vyřazení genotypů přizpůsobených pro drsné podmínky extrémních mikrostanovišť. Vytřídění malých sazenic smrku a jejich vyřazení nebo výsadbu odděleně na různé plochy nepovažuje za žádoucí ani KOTRLA (1998), protože to může vést k výraznému zúžení genetické struktury potomstva. Je však nutné stanovit limity, jaké semenáčky jsou již skutečně výmětem a u kterých může pomalý růst souviset s příznivou genetickou výbavou pro extrémní podmínky.

Vliv podmínek pěstování sadebního materiálu na jeho kvalitu a následné odrůstání na horské lokalitě byl sledován u sadebního materiálu pěstovaného po školkování ve čtyřech školkách v nadmořské výšce od 260 do 1 000 m n. m. Nebyly pozorovány výraznější rozdíly v kvalitě sazenic dopěstovaných ve školkách v nadmořské výšce 260 až 700 m n. m. (tab. 2).

Sazenice ze školky v nadmořské výšce 700 m n. m. odpovídaly svou morfologickou i fyziologickou kvalitou sazenicím z nižších poloh a fenologicky byly nejlépe načasovány v porovnání s růstem sazenic v horských polohách. Naproti tomu sazenice z tzv. aklimatizační školky v nadmořské výšce 1 000 m měly výrazně zhoršenou morfologickou i fyziologickou kvalitu. Během zimních období zde byly sazenice značně poškozovány houbovou infekcí *Herpotrichia nigra* (HARTIG). Ve věku čtyř let (2+2 - po dvou letech pěstování v aklimatizační školce) nedosáhla většina těchto sazenic, na rozdíl od sazenic z ostatních sledovaných školek, velikosti potřebné pro výsadbu na holiny (JURÁSEK, MARTINCOVÁ 1996a, b).



Obr. 5.

Průměr kořenových krčků sadebního materiálu pěstovaného ve školkách v různé nadmořské výšce během 7 let po výsadbě na horskou lokalitu

Diameter of root collars of planting stock bred in nurseries of various elevation during 7 years after planting on mountainous locality

Po výsadbě na horskou lokalitu Pláň (1 000 – 1 100 m n. m.) neprokázaly sazenice z aklimatizační školky lepší růst, naopak počáteční velikostní rozdíly zůstaly zachovány i během dalších let. Přetrvávající, nezmenšující se velikostní rozdíly mezi sazenicemi z aklimatizační školky a sazenicemi z ostatních tří školek byly pozorovány během sedmi let po výsadbě (obr. 4 a 5).

Vysoké náklady a menší růst získaného sadebního materiálu pěstovaného ve vysokohorských školkách popisují například i BEHM a RUETZ (1983) nebo LOKVENC (1963). Naše výsledky neprokázaly žádný pozitivní vliv dopěstování semenáčků smrku ztepilého v aklimatizační školce na ujímavost a následný růst na horské holině, naopak sazenice z této školky vykazovaly horší růst ještě sedm let po výsadbě.

Závěry

Dopěstování pomalu rostoucích jedinců

Z porovnání růstu sadebního materiálu různých velikostních kategorií vyplynulo, že přestože sazenice pěstované z nejmenších semenáčků byly ve věku 4 let statisticky průkazně menší než sazenice vypěstované ze standardních semenáčků, měly poměrně vysoký relativní přírůst, byly statné (síla krčku odpovídala požadavkům pro výsadbu) a výškou téměř splňovaly doporučené hodnoty pro výsadbu do horských poloh. Pokud je takový sadební materiál pěstován ještě o jeden rok déle, dosáhne takové velikosti, aby byl použitelný i pro extrémní stanoviště nebo pro vylepšování dříve založených kultur (sadebním materiálem vypěstovaným ze standardních semenáčků).

Důležitým poznatkem je, že sazenice smrku z 8. lvs, které ve školce rostou pomaleji a při běžném způsobu třídění jsou před školkováním vyřazovány, rostou po dopěstování a výsadbě na holinu velmi dobře a postupně snižují počáteční výškové rozdíly proti ve školce rychleji rostoucím sazenicím. Vzhledem k intenzivnímu tloušťkovému růstu jsou statnější než sazenice dopěstované z větších semenáčků. Výrazně lepší je i jejich zdravotní stav charakterizovaný olistěním a četností výskytu barevných anomálií (změn) jehličí. Z uvedeného vyplývá, že vyřazování těchto pomaleji rostoucích sazenic ve školkách znamená nebezpečí ochuzování genetického spektra o jedince dobře přizpůsobené extrémním podmínkám horských lokalit.

Vliv nadmořské výšky školky

Při pěstování prostokořených školkovaných sazenic smrku ve školkách v nadmořské výšce od 260 do 700 m n. m. nebyly zaznamenány průkazné rozdíly v jejich morfologické kvalitě a výrazněji nebyl ovlivněn ani průběh jejich růstové aktivity a odolnosti k mrazu. Naopak pěstování smrkových sazenic ve vysoké horské poloze (1 000 m) mělo v našich pokusech za následek významné snížení jejich růstu. Nepříznivý vliv pěstování sadebního materiálu smrku v extrémně položených aklimatizačních školkách (kolem 1 000 m n. m.) byl v tomto případě pozorován ještě 7 let po výsadbě. Naopak optimální bylo pěstování v nadmořské výšce 500 až 700 m n. m. Sazenice z této nadmořské výšky byly svou morfologickou i fyziologickou kvalitou srovnatelné se sazenicemi vypěstovanými v nižších polohách, byly však fenologicky lépe načasovány pro horské polohy.

Poděkování:

Poznátky vycházejí z řešení výzkumného záměru MZe 000 2070201

Literatura

- BEHM, A., RUETZ, W. F.: Forstpflanzen für höhere Lagen. Allg. Forstzeitschrift, 44, 1989, č. 22/23, s. 579 - 584.
- CAMPBELL, R. K., SORENSEN, F. C.: Genetic implications of nursery practices. In: Forest Nursery Manual: Production of Bareroot seedlings. Duryea, M. L., Landis T. D. (eds), Corvallis, USDA Forest Service, 1984, s. 183 - 191.
- DANUSEVIČIUS, D., GABRILAVIČIUS, R.: Variation in juvenile growth rhythm among *Picea abies* provenances from the Baltic states and the adjacent regions. Scand. J. For. Res., 16, 2001, s. 305 - 317.
- DAEHLEN, A. G., JOHNSEN, O., KOHMANN, K.: Autumn frost hardiness in young seedlings of Norway spruce from Norwegian provenances and seed orchards. Rapport fra Skogforsk, 1995, č. 1, 25 s.
- EL-KASSABY, Y. A., THOMSON, A. J.: Parental rank changes associated with seed biology and nursery practices in Douglas-fir. Forest Science, 42, 1996, s. 228 - 235.
- GÖMÖRY, D.: Effect of stand origin on the genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* KARST.) populations. Forest Ecology and Management, 54, 1992, s. 215 - 223.
- HANNERZ, M., WESTIN, J.: Growth cessation and autumn-frost hardiness in one-year-old *Picea abies* progenies from seed orchards and natural stands. Scand. J. For. Res., 15, 2000, č. 3, s. 309 - 317.
- HADLEY, J. L., SMITH, W. K.: Influence of leaf surface wax and leaf area to water content ratio on cuticular transpiration in western conifers, U.S.A. Can. J. For. Res., 20, 1990, s. 1306 - 1311.
- HAWKINS, C. D. B., SHEWAN, K. B.: Frost hardiness, height, and dormancy of 15 short-day, nursery-treated interior spruce seed lots. Can. J. For. Res., 30, 2000, č. 7, s. 1096 - 1105.
- HOLZER, K.: Die Bedeutung der Genetik für den Hochlagenwaldbau. In: Establishment and tending of subalpine forest. Proc. 3rd IUFRO Workshop P.1.07-00, 1984, s. 225 - 232.
- HOLZER, K., OBERARZBACHER, P., UNTERHOLZNER, L., TRANQUILLINI, W.: Über das Wachstum von Klonen der Fichte in Klimakamern. Cbl. ges. Forstwesen, 96, 1979, č. 2, s. 74 - 86.
- HOLZER, K., SCHULTZE, U., PELIKANOS, V., MÜLLER, F.: Stand und Problematik der Fichten - Stecklingsvermehrung. Österreich. Forstztg, 98, 1987, č. 5, s. 12-13.
- HULTÉN, H.: Current levels of planting stock uniformity and grading - a Scandinavian view. Forestry Supplement, 62, 1989, s. 1 - 12.
- JURÁSEK, A.: Produkce sadebního materiálu pro horské polohy (8. lvs). In: Způsoby hospodaření v lesích ve zvláště chráněných územích a v hospodářském lese. Sborník přednášek ... pro účastníky semináře. Šumava 1998. České Budějovice, INPROF 1998, s. 11 - 16.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Problematika aklimatizace a specifického růstu sadebního materiálu horského smrku. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sborník příspěvků z mezinárodní konference ... Opočno, 15. - 17. 4. 1996. Ed. S. Vacek. Opočno, VÚLHM-VS 1996, s. 133 - 141.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Vliv nadmořské výšky školky na kvalitu sadebního materiálu horského smrku. Práce VÚLHM, 81, 1996, s. 93 - 104.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Vliv místa školky, způsobů pěstování a třídění na růst sazenic horského smrku po výsadbě na holiny. In: Opera Corcontica. 37. Vol. 2. Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník příspěvků z mezinárodní konference ... Svoboda nad Úpou, 19. - 21. 9. 2000. Vrchlabí, Správa Krkonošského národního parku 2001, s. 608 - 615.
- KOTRLA, P.: Uchování a reprodukce genofonu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. Disertační práce. Brno, MZLU 1998. 139 s.
- LANG, H. P.: Risks arising from the reduction of the genetic variability of some Alpine Norway spruce provenances by size grading. Forestry Supplement, 62, 1989, s. 49 - 52.
- LOKVENC, T.: Hodnocení pokusů se zalesňováním subalpínské oblasti Krkonoš. Zprávy VÚLHM, 9, 1963, č. 1, s. 23.
- MAUER, O.: Pěstování sadebního materiálu horského a vysokohorského ekotypu smrku v Jeseníkách a Beskydech. Závěrečná výzkumná zpráva. Brno, VŠZ 1985. 40 s.
- MODRZYŃSKI, J., ERIKSSON, G.: Response of *Picea abies* populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress. Forest Ecology and Management, 165, 2002, s. 105 - 116.
- OLEKSYN, J., MODRZYŃSKI, J., TJOELKER, M. G., ŻYTKOWIAK, R., REICH, P. B., KAROLEWSKI, P.: Growth and physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. Functional Ecology, 12, 1998, s. 573 - 590.
- POPOV, E.: Influence of seed origin of *Pseudotsuga menziessii* on the height growth, terminal bud formation, and frost resistance of one-year seedlings. Nauka za gorata, 27, 1990, č. 3, s. 3 - 17.
- QAMARUDDIN, M., EKBERG, I., DORMLING, I., NORELL, L., CLAPHAM, D., ERIKSSON, G.: Early effects of long nights on budset, bud dormancy and abscisic acid content in two populations of *Picea abies*. Forest Genetics, 2, 1995, č. 4, s. 207 - 216.
- SAMEK, V., JANČÁŘÍK, V., MICHALEC, M., ČVANČARA, R.: Příprava zalesňovacího materiálu pro imisní oblasti (Problematika). Lesnický průvodce č. 4/1990. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1990. 56 s.
- SCHMIDT-VOGT, H.: Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. 2. erw. Aufl. München, Bayerischer Landwirtschaftsverlag 1966. 209 s.
- SCHMIDT-VOGT, H., GÜRTH, P.: Eigenschaften von Forstpflanzen und Kulturerfolg. II. Mitteilung: Auspflanzungsversuche mit Fichtenpflanzen verschiedener Grossen und Durchmesser mit Winkel- und Lochpflanzung. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 148, 1977, s. 8 - 9, 145 - 157.
- SCHUCH, U. K., DURYEA, M. L., FUCHIGAMI, L. H.: Frost hardiness as acquired by Douglas-fir seedlings in three Pacific Northwest nurseries. Can. J. For. Res., 19, 1989, s. 192 - 197.
- SCHULTZE, U.: Untersuchung der Anpassbarkeit von Fichtensämlingen an die Seehöhe. Klimakamertestung der Fichtebeerntungen der Reifejahre 1991 und 1992. Wien, Forstliche Bundesversuchsanstalt 1998. 38 s.
- SIMPSON, D. G.: Seasonal and geographic origin effects on cold hardiness of white spruce buds, foliage, and stems. Can. J. For. Res., 24, 1994, s. 1066 - 1070.
- SKROPPA, T.: Growth rhythm and hardiness of *Picea abies* progenies of high altitude parents from seed produced at low elevations. Silvae Genetica, 43, č. 2/3, 1994, s. 95 - 100.
- ŠINDELÁŘ, J.: Genetické a šlechtitelské aspekty zachrany genofundu ohrožených populací lesních dřevin vegetativním množením. Lesnictví, 33, 1987, č. 6, s. 485 - 490.
- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Apical mitotic activity and growth in clones of Norway spruce in relation to cold hardiness. Can. J. For. Res., 29, 1999, s. 40 - 46.
- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Phenotypic differences between natural and selected populations of *Picea abies*. I. Frost hardiness. Scand. J. For. Res., 15, 2000a, č. 5, s. 489 - 499.
- WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: Phenotypic differences between natural and selected populations of *Picea abies*. II. Apical mitotic activity and growth related parameters. Scand. J. For. Res., 15, 2000b, č. 5, s. 500 - 509.

Recenzent: Prof. Ing. V. Podrázský, CSc,

VÝSLEDKY HODNOCENÍ NEJSTARŠÍ PROVENIENČNÍ PLOCHY VÚLHM JÍLOVIŠTĚ-STRNADY S JEDLÍ BĚLOKOROU ZALOŽENÉ V ROCE 1961 NA LOKALITĚ JÍLOVIŠTĚ, BANĚ (PLO 10)

Results of evaluation of the oldest provenance plot of the FGMRI Jíloviště-Strnady with silver fir established in 1961 on the locality Jíloviště, Baně

Abstract

Research provenance plot with silver fir (*Abies alba* MILL.) established in 1961 with progenies of 8 stands from 8 natural forest zones of the Czech Republic was evaluated. Planting was carried out on the site classified as hornbeam-beech stand (variant with fir) under the open canopy of birch stand on the lots in random arrangement with several repetitions. Measurement was realized at the age of 45 years, and health state, DBH. and heights were investigated. Volume of mean stem and biomass supply were calculated for each provenance. Obtained results were assessed by common mathematical and statistical method. The analyses show the significant variability among partial silver fir populations and over-average growth and production of provenances from the Moravian Carpathians and decreased tendency of growth and production of provenances from the higher altitudes compared to the other represented variants.

Klíčová slova: jedle bělokorá, *Abies alba*, provenienční plochy, pěstování
Key words: silver fir, *Abies alba*, provenance plots, breeding

Úvod

Jedle bělokorá (*Abies alba* MILL.) byla v minulosti v lesích střední Evropy, tedy i na území České republiky, obecně rozšířenou dřevinou zejména v pahorkatinách a horských oblastech až do lesního vegetačního stupně 7 – buk-smrkového. Tuto skutečnost dokládá z četných autorů např. SAMEK (1967) v práci o šíření jedle v době poledové. Svědčí o tom i některé výsledky historického průzkumu (např. NOŽIČKA 1957, MRÁZ 1959 aj.). Původní zastoupení jedle bělokoré v lesích České republiky se odhaduje asi na 16 % (ŠINDELÁŘ 1994). Vyskytovala se převážně jako dřevina přimíšená, výjimečně tvořila i čisté porosty. Optimum rozšíření představoval lesní vegetační stupeň 5 – jedlobukový, a to zejména stanoviště na těžších hlinitých až jílovitých půdách, na půdách oglejených a částečně i podmačených. V souvislosti s převážně holosečným způsobem hospodaření v minulosti a s masovým využíváním smrku ztepilého a borovice lesní klesl podíl jedle v lesích na dnešní necelé 1 %. Průvodním jevem a do určité míry i přímou příčinou úbytku jedle bylo chronické zhoršování jejího zdravotního stavu, který se projevoval postupným chřadnutím a odumíráním jednotlivých stromů, skupin i celých porostů. Během posledních asi dvou desetiletí lze na řadě lokalit ve střední Evropě včetně ČR pozorovat zpomalení těchto procesů, v některých případech jsou registrovány i určité projevy regenerace.

Jedle bělokorá je považována za značně výkonnou domácí dřevinu. Vedle vysoké objemové produkce biomasy má v lesních ekosystémech řadu dalších pozitivních vlastností. Na těžších uléhavých půdách, zvláště na oglejených půdních typech vyšších a středních poloh, není ani v současnosti za tuto dřevinu rovnocenná náhrada. Kromě objemové produkce přispívá v lesních porostech příměs jedle opadem jehlic k tvorbě žádoucích forem humusu a s ohledem na pronikání kořenových systémů do hlubších půdních vrstev může mít význam i z hlediska pozitivního ovlivňování vlastností půd a stability porostů.

Z uvedených skutečností vyplývá i aktuálnost opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů jedle bělokoré a programů sledujících zvýšení dnes již kritického zastoupení této dřeviny v druhové skladbě lesních porostů. Jedle se aktuálně vyskytuje v 48 genových základnách a existuje pro ni i relativně velká plocha (1 770,51 ha) porostů uznaných ke sklizni semenného materiálu, z čehož připadá 222,37 ha na porosty fenotypové třídy A (RAMBOUSEK et al. 2003). Tato výměra uznaných

porostů by měla při organizovaném a intenzivním využívání postačovat ke krytí domácí potřeby. Ostatní opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů jedle bělokoré (semenné sady, reproduktivní výsadby – semenné porosty) jsou plošně omezené.

Až do počátku devadesátých let 20. století se, mimo jiné s ohledem na velmi skeptické závěry některých autorů (např. POLENO 1977), v LHP s výraznějším zvyšováním kriticky nízkého zastoupení jedle v lesích ČR prakticky neuvažovalo. Podle souborného LHP z roku 1991 se umělá obnova jedle měla v celorepublikovém průměru ročně uskutečňovat pouze na několika málo stovkách hektarů (zhruba na 0,4 % celkem obnovované plochy). V polovině 90. let minulého století byl ve VÚLHM Jíloviště-Strnady (ŠINDELÁŘ 1994) zpracován elaborát o žádoucích perspektivních úpravách druhové skladby lesů v České republice, podle nějž má v dlouhodobém výhledu podíl jedle v porostech vzrůst na 5 %. Tento návrh byl v podstatě akceptován a praktická realizace této koncepce se v posledních letech začíná projevovat (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2003) v tom smyslu, že např. v roce 2001 umělá obnova jedle bělokoré obnášela v rámci republiky 801 ha, v roce 2002 pak 923 ha. Pokud by se měl podíl jedle podle uvedených návrhů během ca 100 let zvýšit na 4 až 5 %, pak by bylo třeba, aby se její celková roční obnova (tj. včetně přirozené) uskutečňovala na ploše 1 000 až 1 500 ha.

Přestože v poslední době jedle bělokorá již nepatří vzhledem ke svému nízkému zastoupení v druhové skladbě lesních porostů k hospodářsky významným dřevinám, zůstala nadále předmětem zájmu lesnické praxe i lesnického výzkumu. Tato skutečnost se odrazila i v poměrně početné zahraniční a domácí odborné literatuře. Kromě jiných otázek se značná pozornost soustředila i na studium proměnlivosti tohoto druhu v rámci jeho přirozeného areálu rozšíření. Z ČR a Slovenska lze uvést např. práce zabývající se variabilitou pylu (KANTOR, CHIRA 1965), biochemickou proměnlivostí (KORMUŤÁK 1982), morfologií a anatomií (CHMELÁŘ 1984), karyologickou strukturou (GAJDOŠOVÁ 1988) aj.

Jedním z obecně užívaných postupů pro výzkum proměnlivosti lesních dřevin je zakládání a hodnocení srovnávacích ploch. Pokud jde o jedli bělokorou, patří k nejstarším a nejznámějším výzkumné provenienční plochy založené ve Švýcarsku (ENGLER 1905), později v Itálii (PAVARI 1951) a Dánsku (LØFTING 1954). V České republice založil první provenienční plochu s jedlí Vinš a to v rámci práce orientované na širší problematiku její variability v juvenilních stádiích. Vedle sledování

Č. prov./No.	Oblast/Area	Lesní závod Forest enterprise	Poleší/ Forest district	Porost/ Stand	Zeměpisná		Nadmořská výška/Elev. (m n. m.)	Expozice	Sklon/Grade	Průměrná roční teplota (°C) Mean ann. temp.	Průměrný roční úhrn srážek (mm) Mean ann. precip.	Zastoupení dřevin/Species representation	Věk v roce 1957 (roky)/Age in 1957 (years)	Bonita/ Yield class	Zakmenění/ Density
					šířka/ lat.	délka/ long.									
11	Třeboňská pánev	Třeboň	Štěpánovice	19 a	48° 59'	14° 42'	470	–	rovina/plain	7,8	627	BO 8, SM 1, JD 1	128	7	9
12	Šumava	Vimperk - Boubín	Včelná	21 d	49° 01'	13° 52'	970	JV	mírný svah ¹	6,5	726	SM 10, MD, JD, BK	130	6	9
13	Předhoří Šumavy	Červené Poříčí	Kališ	56 d	49° 30'	13° 19'	490	SZ	mírný svah ¹	7,6	582	SM 6, BO 3, JD 1	87	6	10
14	Křivoklátské lesy	Křivoklát	Bušhrad	35 c	49° 57'	13° 49'	470	–	rovina/plain	7,7	545	JD 4, SM 3, DB 3, JS, HB	83	4	7
15	Povltaví	Zbraslav nad Vltavou	Homole	35 b2	49° 50'	14° 25'	380	Z	prudký svah ²	8,3	564	JD 9, BO 1, SM, HB	89	5	3
23	Drahanská vrchovina	Požořice	Olšany	18 a	49° 15'	16° 51'	500	JV	mírný svah ¹	7,7	620	JD 9, SM 1	70	5	8
24	Předhoří Bílých Karpat	Strážnice	Radějov	66 c	48° 51'	17° 21'	300	SV	mírný svah ¹	9,1	580	JD 10	76	3	7
25	Vsaké Beskydy	Velké Karlovice	Nový Hrozenkov	332 b2	49° 22'	18° 13'	650	JZ	prudký svah ²	7,4	935	JD 7, SM 2, BK 1	97	2	7

¹ mild slope; ² steep slope

Tab. 1.
Charakteristika proveniencí
Characteristic of provenances

potomstev jednotlivých stromů a proveniencí v lesní školce a ve výsadbě charakteru časného testu byla na lokalitě č. 211 – Jíloviště, Baně v roce 1961 uskutečněna výsadba celkem osmi dílčích populací, kombinovaná s potomstvy většího počtu jednotlivých stromů. Výzkumná plocha byla poprvé hodnocena na podzim roku 1962 ve věku 4, resp. 5 let (VINŠ 1966). Vývoj plochy se měl podle původního předpokladu sledovat do roku 1985, kromě zmíněné základní práce už však další výsledky publikovány nebyly. Přestože věk pro ukončení sledování pokusu byl v roce 2002 již o 17 let překročen, bylo možné díky zachovalému stavu plochy toto hodnocení uskutečnit. Interpretace informací získaných tímto měřením je předmětem předkládaného sdělení.

Předmět a cíl práce

Původní cíl práce formuloval autor projektu (VINŠ 1966) jako získání informací ze zkoušek polosesterských potomstev, pocházejících ze semene mateřských volně opylených stromů jedle bělokoré různých tuzemských proveniencí. Pokusy byly založeny podle statistických zásad jednak jako krátkodobý test, jednak jako provenienční výzkumná plocha se sledováním potomstev do středního stáří. Vedle hodnocení krátkodobého testu a provenienční plochy se uskutečnilo průvodní pozorování sazenic v lesní školce.

Předmětem hodnocení v rámci tohoto sdělení je provenienční výzkumná plocha, avšak oproti původnímu cíli s určitými změnami v souvislosti s růstem a vývojem plochy do věku 44, resp. 45 let. Potomstva jednotlivých stromů, která byla vysazena na parcely v řadách, nebylo již možno v době pozorování a měření v důsledku několika realizovaných výchovných zásahů spolehlivě identifikovat a rozlišit, takže vznikla nutnost zaměřit se na hodnocení celých souborů potomstev jako proveniencí. VINŠ (1966) zmiňuje skutečnost, že nebylo možno s ohledem na množství materiálu a disponibilní plochu pro výsadbu založit pokus „standardním“ způsobem, obvyklým pro zakládání a hodnocení provenienčních výzkumných ploch (IUFRO 1965, ŠINDELÁŘ 2001). Soubory jednotlivých potomstev jsou vysazeny na parcelách v různém počtu opakování. Z toho vyplývá, že počty jedinců potomstev jednotlivých stromů a tím i celých proveniencí jsou velmi variabilní. S ohledem na tyto skutečnosti mají jednotlivé vypočtené statistické veličiny různou váhu. Tím je do značné míry ovlivněna spolehlivost výsledků hodnocení. Přesto bylo prospěšné zhodnocení uskutečnit a získat tak informace, i když s ohledem na silně diferencované hodnoty pozorování jen orientačního charakteru. Pro zamýšlené hodnocení potomstev bylo tedy z uvedených důvodů možné stanovit jen následující omezené cíle:

- Prohloubit teoretické poznatky o proměnlivosti jedle bělokoré na úrovni dílčích populací a získat tak informace pro další etapy práce (např. problematika genových zdrojů, genetika, šlechtění)
- Rozšířit informace a ověřit dosavadní poznatky zejména o variabilitě hospodářsky významných znaků a vlastností
- Posoudit chování vybraných dílčích populací jedle bělokoré v ekologicky limitních stanovištních podmínkách a zpřesnit tak znalosti o možnostech uplatňování této dřeviny v lesním hospodářství ČR
- Ověřit některé poznatky a závěry, které byly formulovány na základě hodnocení výzkumné plochy ve věku 4, resp. 5 let (specifika dílčích populací z horských poloh a z karpatských přírodních lesních oblastí ČR)

Materiál a metodika

Pro založení výzkumné provenienční plochy byla použita potomstva jednotlivých stromů z 8 porostů ČR. VINŠ (1966) charakterizoval provenience v tabulce s organizačními a dalšími údaji platnými

Závisle proměnná Výška 2000"/Dependent variable "Height 2002"						
Zdroj variability ¹	Součet čtverců ²	Stupeň volnosti ³	Průměrný čtverec ⁴	Statistika ⁵ F	Kritické ⁶ F pro p = 1 - α	
					α = 0,05	α = 0,01
Provenience	132,895	7	18,985	2,473 +	2,05	2,73
Reziduální ⁷	1435,600	187	7,677			
Celkem/Total	1568,495	194	8,085			
Závisle proměnná Výčetní tloušťka 2002"/Dependent variable "D.b.h." 2002						
Zdroj variability ¹	Součet čtverců ²	Stupeň volnosti ³	Průměrný čtverec ⁴	Statistika ⁵ F	Kritické ⁶ F pro p = 1 - α	
					α = 0,05	α = 0,01
Provenience	161,410	7	23,059	0,937 -	3,25	5,70
Reziduální ⁷	4604,161	187	24,621			
Celkem/Total	4765,572	194	24,565			

¹ Source of variability; ² Sum of squares; ³ Degree of freedom; ⁴ Average square; ⁵ Statistics; ⁶ Critical; ⁷ Residual

Tab. 2.

Analýza variance pro výšky a výčetní tloušťky provenience č. 23

Variance analysis for heights and DBH. of provenance no. 23

v době sklizně osiva (tab. 1). Každá dílčí populace pochází z jiné přírodní lesní oblasti. Na ploše jsou tak zastoupena potomstva porostů z osmi PLO z nadmořských výšek 300 až 970 m n. m., tedy z rozmezí lesních vegetačních stupňů 1 – dubového až 7 – buk-smrkového. Největší počet dílčích populací pochází ze stupně 3 – dubobukového. Sklizeň se až na jednu výjimku uskutečňovala ve smíšených porostech s větším či menším zastoupením jedle ve věku 70 až 130 let. Sběr osiva se v jednotlivých porostech realizoval na relativně malém počtu stromů (pouze 2 až 9 jedinců), takže z tohoto hlediska není materiál pro jednotlivé dílčí populace jako soubory dostatečně reprezentativní. Při sběru se ovšem postupovalo v souladu se základním cílem tehdejšího výzkumu, tj. posoudit proměnlivost na základě hodnocení potomstev jednotlivých stromů.

Výzkumná plocha o celkové výměře 0,67 ha byla založena na lokalitě č. 211 – Jíloviště, Baně v rámci tehdejší Správy pokusných lesních objektů (SPLO) VÚLHM Jíloviště-Strnady, v nadmořské výšce 330 m n. m. Geologicky je plocha s rovnoměrným sklonem 5 – 7° charakterizována překryvem spraše na algonických břidlicích. Podle současného klasifikačního systému je lokalizována v rámci přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina. Podle údajů VINŠE (1966) jde typologicky o habrovou bučinu (varianta s jedlí). Výsadba se uskutečnila pod clonou uvolněného březového porostu ve věku 36 let (střední výška 15 m). Původní zakmenění 0,9 bylo sníženo na 0,6 tak, aby uvolněný zápoj byl pokud možno stejnoměrný po celé ploše.

Pro založení plochy bylo voleno celkem 28 parcel o rozměrech 14 x 17 m (obr. 1). Na parcelách byly sazenice vysázeny v rámci proveniencí podle jednotlivých stromů v řadách a to ve sponu 50 x 100 cm. Na většině parcel bylo použito dvouletých sazenic, na 8 parcelách v jihozápadní části plochy pak sazenic tříletých. Plocha byla k ochraně před poškozením zvěří oplocena plotem z drátěného pletiva a jednotlivé parcely byly stabilizovány dřevěnými kůly. Tato stabilizace byla později nahrazena šachovnicovým označením stromů na parcelách pomocí dvou barev.

Z hlediska uspořádání pokusu jde o specifický postup orientovaný na možnosti diferencovaného hodnocení potomstev jednotlivých stromů v rámci proveniencí a současně i na posouzení zastoupených proveniencí jako souborů. Výsadba potomstev jednotlivých stromů se v rámci parcel konkrétních proveniencí uskutečňovala v jedné či více řadách, přičemž počet těchto potomstev je různý. Rovněž počet opakování jednotlivých proveniencí je velmi diferencovaný, od jednoho u proveniencí č. 11 a 12, po 8 opakování u provenience č. 23 – Pozořice, Olšany. S ohledem na

tyto skutečnosti jsou možnosti hodnocení omezené a jak bylo zmíněno, je možno výsledky pozorování a hodnocení považovat jen za orientační.

Pokud jde o další vývoj výzkumné plochy po jejím založení, informuje VINŠ (1966), že po snížení zakmenění clony březového porostu na 0,5 se počítá s postupnou likvidací porostu ve dvou až třech dalších zásazích s krátkými, dvou až tříletými intervaly. Porost břízy byl skutečně vykizen, avšak informace o tom, kdy a jak k tomu došlo, nejsou k dispozici.



Foto 1.

Provenienční plocha č. 211 s jedlí bělokorou, provenience č. 13. Červené Poříčí, Kaliště

Provenance plot no. 211 with silver fir, provenance no. 13, Červené Poříčí, Kaliště

V rámci šetření se na ploše zjišťovaly u všech stromů výšky a výčetní tloušťky s využitím standardních měřických pomůcek. Při zpracování výsledků měření byla provedena kromě matematicko-statistické charakteristiky pro výšky a výčetní tloušťky i jednoduchá analýza variance pro ověření statistické významnosti rozdílů mezi veličinami. S ohledem na různý počet opakování pro jednotlivé provenience nebylo možno uskutečnit dvoufaktorovou analýzu variance se zařazením faktoru opakování jako kritéria stanovištní homogenity výzkumné plochy.

Pro celkovou orientaci byl pro každou na ploše zastoupenou proveniencí stanoven průměrný objem stromu s využitím aritmetických průměrů výšek a výčetních tloušťek a to na bázi objemových tabulek



Foto 2.

Provenienční plocha č. 211 s jedlí bělokorou, v pozadí provenience č. 23 – Pozořice, Olšany
Provenance plot no. 211 with silver fir, in the background provenance no. 23 - Pozořice, Olšany

(GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942). Na základě těchto hodnot a počtu stromů byl kalkulován celkový objem biomasy na 1 ha, vše pro objem stromový a objem hroubí.

Přes skutečnost, že některé sazenice byly o 1 rok starší, se v rámci zpracování výsledků hodnotí plocha souborně. Lze vycházet z toho, že tuto věkovou diferencí lze ve věku 44, resp. 45 let tolerovat s ohledem na předpoklad, že roční rozdíl ve výškách i výčetních tloušťkách je v rámci chyby pokusu.

Přehled výsledků

Významnou charakteristikou jedle bělokoré, která by při hodnocení neměla být opomenuta, je zdravotní stav, resp. vitalita. V rámci realizovaného šetření bylo možno konstatovat, že všechny provenience jsou vitální a až na jedinou výjimku nejsou nikde patrné známky zhoršeného zdravotního stavu. Na tuto skutečnost bylo možno usuzovat na základě víceméně plného olistění stromů a barvy jehlic. Rozdíly mezi proveniencemi jsou neznatelné, takže je nebylo možno volbou vhodné klasifikační stupnice odlišit. Výjimku představuje hlouček několika jedinců v jihozápadní části plochy u proveniencí č. 23 a 25, charakteristický poněkud prosvětlenými korunami, patrně v důsledku napadení václavkou (foto 3). S ohledem na naznačené skutečnosti bylo od hodnocení zdravotního stavu upuštěno.

Po stránce pěstební péče je výzkumná plocha ve stavu přiměřeném věku a intenzitě růstu. Tato skutečnost platí v první řadě pro průměrný rozestup jedinců a počet stromů na ploše. Zatímco při založení plochy bylo v průměru vysazeno ca 470 sazenic na parcelu (tj. ca 12 100 na celé ploše), do věku 44, resp. 45 let se počet v důsledku spontánní mortality a výchovných zásahů výrazně snížil. V rámci šetření v roce 2002 bylo registrováno 637 rostoucích jedinců, tedy v průměru 23 na parcele. Každý strom má disponibilní růstovou plochu 10,5 m², průměrný rozestup stromů je 3,2 m. V přepočtu na 1 ha jde o 952 jedince, což je

asi o 10 % méně ve srovnání s údaji růstových tabulek pro první bonitu a věk 45 let, konstruovaných pro poměry severozápadního Německa (SCHÖBER 1995). S ohledem na uvedené skutečnosti lze konstatovat, že počty jedinců na ploše jsou pro hodnocení a zpracování výsledků dostačující. Problém ovšem představují, jak již bylo uvedeno, rozdílné počty jedinců a nestejné počty opakování jednotlivých proveniencí.

Další problém, který je třeba z hlediska spolehlivosti hodnocení uvážit, je homogenita stanovištních podmínek plochy. Jde nejen o poměry půdní a terénní, ale i o způsob založení plochy pod clonou uvolněného březového porostu. Zvláště tato skutečnost (možná nerovnoměrnost clony, kořenová konkurence, nestejnoměrnost zástínu) mohla přispět k určité nerovnoměrnosti vývoje výsadby na ploše. Při „standardně“ založených srovnávacích výsadbách, kdy je postup spojen s rovnoměrným počtem opakování parcel pro všechny zastoupené pokusné varianty, se jako kritérium homogenity stanovištních podmínek obvykle používá stupeň statistické významnosti rozdílů mezi opakováními tak, jak vyplynul z analýzy variance. V našem případě bylo pro posouzení homogenity použito testování rozdílů mezi celkem osmi parcelami provenience č. 23 – Pozořice, Olšany, víceméně rovnoměrně rozmístěnými po ploše. Z analýzy variance (tab. 2) vyplývá, že ve výškovém růstu jsou difference statisticky významné na úrovni pravděpodobnosti chyby 0,05. Pro výčetní tloušťky difference statisticky významné nejsou. Na základě těchto výsledků lze usuzovat, že výzkumná plocha je z hlediska podmínek prostředí relativně homogenní a nemělo by proto docházet ke zkreslování výsledků hodnocení.

Výškový růst

Průměrná výška celého souboru proveniencí na ploše je 18,3 m (tab. 4). Ve zmíněných růstových tabulkách (SCHÖBER 1995) je pro mírné probírky, věk 35 let a první bonitu hlavního porostu uvedena hodnota 19,3 m, pro druhou bonitu pak 15,5 m. Vzhledem k tomu, že se v našem případě jedná o porost sdružený, lze soubor jedlí na výzkumné ploše na základě těchto

tabulek zařadit do rámce I. bonity. Pokud jde o jednotlivé provenience, pak nejrychleji rostoucí pokusná varianta č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov téměř dosahuje tabulkové hodnoty pro I. bonitu hlavního porostu, nejpomaleji rostoucí dílčí populace č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná pak zřetelně (o více než 1 m) překračuje úroveň II. bonity.

Porovnání průměrného výškového růstu jedinců celého souboru s údaji grafických růstových tabulek, které jsou součástí vyhlášky MZe č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování, vede k závěru, že růst jedlí na ploše odpovídá tzv. absolutní výškové bonitě 30 m, tj. hodnotě, kterou má porost dosáhnout ve věku 100 let. Nejpomaleji rostoucí provenience č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná lze podle tohoto kritéria zařadit do absolutní výškové bonity (AVB) 28 m. Podle těchto tabulek v grafické úpravě, které byly konstruovány pro poměry v České republice, lze výškový růst jedlí na ploše charakterizovat jako průměrný. Tento stav je do určité míry překvapující s ohledem na to, že stanovištní poměry plochy lze považovat pro jedlí bělokorou za limitní, s ohledem na relativně mělkou a vysychavou půdu a nepříznivé klimatické poměry (zejména nízký roční úhrn srážek, nebezpečí přísušků).

Variační šířka průměrných výšek porovnávaných proveniencí je poměrně malá a pohybuje se, až na jedinou výjimku, v úzkých mezích od 18,1 do 19,1 m. Výjimku (16,7 m) představuje pouze provenience č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná. Variační koeficient, který lze považovat za charakteristiku se zvláště významnou vypovídací schopností má pro výzkumnou plochu jako celek hodnotu 0,17, zatímco hodnoty kalkulované pro jednotlivé provenience se pohybují v mezích 0,14 až 0,20. S ohledem na to, že se jedná o jedlí bělokorou, jsou hodnoty variačního koeficientu poměrně malé. Na základě této skutečnosti lze konstatovat, že v současném stadiu vývoje jsou jedle na výzkumné ploše výškově relativně málo diferencované. Stromy zde vytvořily poměrně zřetelný horizontální zápoj, který může být částečně podmíněn i převážně podúrovňovými výchovnými zásahy.

Analýza variance (tab. 3) dokládá, že rozdíly mezi průměrnými výškami proveniencí jsou statisticky nevýznamné, přestože rozdíl mezi výškou nejpomaleji a nejrychleji rostoucí provenience je ca 2,5 m. Důvodem tohoto výsledku je relativně vysoký podíl variance připadající na nekontrolované faktory a chybu pokusu. K této skutečnosti mohlo přispět velmi diferencované zastoupení počtu stromů v rámci jednotlivých proveniencí.

Přes nevýznamnost rozdílů ve výškovém růstu stojí za zmínku, že zřetelně nejpomaleji roste provenience č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná

z PLO č. 13 – Šumava, z lokality o nadmořské výšce 970 m n. m. I v tomto případě je naznačena známá, v řadě případů prokázaná tendence pomalejšího růstu dílčích populací z horských oblastí ve srovnání s potomstvy populací pocházejících z nižších poloh. Tato skutečnost je obecně vysvětlována adaptací horských proveniencí lesních dřevin na kratší vegetační dobu a ekologické poměry horských oblastí. Největší průměrnou výšku 19,1 m vykazuje potomstvo dílčí populace č. 25 z oblasti Vsackých Beskyd z PLO 41 – Hostýnskovsetínské vrchy a Javorníky. Mateřská populace roste v nadmořské výšce 650 m n. m., tj. v lesním vegetačním stupni 5 – jedlobukovém, což představuje ve středoevropských podmínkách pro jedlí bělokorou ekologické optimum. Tato skutečnost podporuje hypotézu o dobrém růstu proveniencí z karpatských oblastí v hercynsko-sudetských přírodních lesních oblastech České republiky.

Provenience č. 15 – Zbraslav nad Vltavou, Homole, která pochází z téže PLO a jen z nepatrně odlišné nadmořské výšky ve srovnání s lokalitou výzkumné plochy, je ve vztahu k souboru zastoupených dílčích populací charakteristická průměrným růstem.

Výčetní tloušťky

Proměnlivost výčetních tlouštěk jedle bělokoré lze hodnotit analogickým postupem jako u výšek. Průměrná výčetní tloušťka celého souboru proveniencí vysazených na ploše je 19,9 cm a téměř přesně tak odpovídá hodnotě růstových tabulek SCHOBERA (1995) pro hlavní porost a první bonitu (19,5 cm). S ohledem na to, že v našem případě se jedná o porost sdružený, lze konstatovat, že průměrné údaje zjištěné na ploše ukazatel první bonity překračují. Nejintenzivněji přirůstá do tloušťky provenience č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov (21,8 cm), nejslaběji pak potomstvo jednotky č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná (17,5 cm). Jde o analogii s proměnlivostí výšek, přičemž tuto skutečnost bylo možno očekávat se zřetel na známou nelineární pozitivní korelaci těchto veličin.

Ukazatelé proměnlivosti výčetních tlouštěk ve srovnání s výškovým růstem naznačují stejnou nebo poněkud větší proměnlivost. Tato skutečnost je na základě zkušeností z řady hodnocených ploch různých dřevin obvyklá. Jestliže se má pro názornost použít jako porovnávací ukazatel proměnlivosti variační koeficient, pak jeho poměrná hodnota pro celou plochu představuje 0,26 a u jednotlivých proveniencí kolísá v mezích 0,19 až 0,27. Ve srovnání s výškami je hodnota této veličiny asi o třetinu větší.

Závisle proměnná "Výška 2002"/Dependent variable "Height 2002"						
Zdroj variability ¹	Součet čtverců ²	Stupeň volnosti ³	Průměrný čtverec ⁴	Statistika ⁵ F	Kritické ⁶ F pro p = 1 - α	
					α = 0,05	α = 0,01
Provenience	92,551	7	13,222	1,46 -	2,03	2,68
Reziduální ⁷	5695,085	629	9,054			
Celkem/Total	5787,637	636	9,100			
Závisle proměnná "Výčetní tloušťka 2002"/Dependent variable "D.b.h. 2002"						
Zdroj variability ¹	Součet čtverců ²	Stupeň volnosti ³	Průměrný čtverec ⁴	Statistika ⁵ F	Kritické ⁶ F pro p = 1 - α	
					α = 0,05	α = 0,01
Provenience	504,853	7	72,122	2,72 ++	2,03	2,68
Reziduální ⁷	16691,416	629	26,536			
Celkem/Total	17196,269	636	27,038			

¹ Source of variability; ² Sum of squares; ³ Degree of freedom; ⁴ Average square; ⁵ Statistics; ⁶ Critical; ⁷ Residual;

Tab. 3.

Analýza variance pro výšky a výčetní tloušťky
Variance analysis for heights and DBH.

Číslo provenience/ No. of provenance	Počet stromů/ Number of trees	Výška/ Height (m)	Výčetní tloušťka/ d.b.h. (cm)	Objem průměrného kmene ¹ (m ³)		Veličiny přepočtené na 1 ha ⁴		
				stromový ²	hroub ³	počet stromů ⁵	zásoba/supply m ³ stromová ²	hroub ³
11	21	18	21	0,40	0,33	882	353	291
12	17	17	18	0,28	0,23	714	200	164
13	43	18	20	0,36	0,30	731	263	219
14	124	19	21	0,41	0,35	1042	429	365
15	84	18	19	0,32	0,27	882	282	238
23	195	18	19	0,32	0,27	1034	331	279
24	106	19	19	0,32	0,27	986	316	266
25	47	19	22	0,45	0,38	978	440	372

¹ Volume of average stem; ² tree; ³ Derbholz; ⁴ Coefficients recounted per 1 ha; ⁵ number of trees

Tab. 4.

Orientační charakteristika růstu proveniencí ve věku 44, resp. 45 let
Growth characteristic of provenances at the age of 44, or 45 years

Z analýzy variance je patrné, že oproti výškám jsou rozdíly mezi průměrnými výčetními tloušťkami statisticky významné a to i na úrovni pravděpodobnosti chyby 0,01. S ohledem na tuto skutečnost lze posoudit pořadí jednotlivých proveniencí na základě Duncanova mnohonásobného pořadového testu. Pokud jde o statistickou signifikanci průměrných výčetních tlouštěk, lze rozdělit osmičlenný soubor do tří skupin. Do první kategorie, charakteristické nejslabším tloušťkovým růstem, se řadí provenience č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná, č. 15 – Zbraslav nad Vltavou, Homole a č. 23 – Pozoří, Olšany. Nejintenzivněji přirůstá, analogicky s výškovým růstem, provenience č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov. Ostatní čtyři dílčí populace zaujímají intermediární postavení.

Objemová produkce

V předchozích částech byly samostatně zhodnoceny dvě kvantitativní veličiny – výška a výčetní tloušťka. V obou případech jde o základní elementy objemové produkce, v níž se proto odráží i jejich syntetické zhodnocení. V první řadě jde o objem průměrného kmene kalkulovaný podle průměrné výšky a průměrné výčetní tloušťky s využitím objemových tabulek. Dalším, v našem případě pak velmi přibližným a orientačním ukazatelem, může být objemová produkce biomasy na jednotku plochy. Tato veličina má vedle dvou zmiňovaných ukazatelů navíc vztah k počtu stromů rostoucích na jednotce plochy.

Objemová produkce představuje vedle zdravotního stavu a jakosti základní produkční cíl v lesním hospodářství a ve srovnávacích výsadbách pak základní kritérium pro hodnocení výkonnosti porovnávaných jednotek. Dílčí populace dosahují na výzkumné ploše ve věku 44, resp. 45 let bez výjimky hranice hroubí.

Na základě objemových tabulek (GRUNDNER, SCHWAPPACH 1942) je třeba následující údaje o objemu (stromovém i hroubí) „průměrných“ stromů a o zásobě na 1 ha považovat za orientační. Důvody této koncepce byly zmíněny v rámci charakteristiky cíle a metodiky práce.

Objem kmene stromový kolísá v mezích od 0,28 do 0,45 m³ (tab. 4). Nejnížší hodnota představuje extrém nejpomaleji rostoucí provenience č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná. Nejvyšší objem byl zaznamenán u dílčí populace č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov. S odstupem následují v sestupném pořadí provenience č. 14 – Křivoklát, Bušohrad a č. 11 – Třeboň, Štěpánovice. Tutéž tendenci proměnlivosti vykazují objemy průměrného kmene hroubí. Diference od objemu stromového je 15 až 18 %, což je podíl, připadající na objem materiálu do tloušťky 7 cm. Relativní diference mezi průměrnými objemy kmene jsou výraznější než rozdíly mezi výškami a výčetními tloušťkami. Tato skutečnost je důsledkem toho, že výšky a tloušťky se v objemech uplatňují formou součinu

a tloušťka navíc jako druhá mocnina. Zatímco provenience s maximální výškou převyšuje nejpomaleji rostoucí o 13 % a provenience s maximální výčetní tloušťkou převyšuje nejslabší o 20 %, u objemu středního kmene (stromového a hroubí) je to 38, resp. 39 %.

Proměnlivost objemové produkce na jednotku plochy (tab. 4) je kromě hodnot objemu průměrných kmenů výrazně ovlivněna i počtem stromů rostoucích na jednotce plochy. Počty stromů přepočtené na výměru 1 ha se pohybují v dosti širokých mezích od 714 do 1 042 jedinců. Horní hranice intervalu se téměř přibližuje již zmíněným růstovým tabulkám. Zásoba stromová se v rámci souborů zkoumaných proveniencí pohybuje ve velmi širokých mezích od 200 m³ · ha⁻¹ (provenience č. 22) do 440 m³ · ha⁻¹ (č. 24) objemu stromového. Analogické tendence proměnlivosti lze konstatovat i u objemu hroubí (164 až 372 m³ · ha⁻¹). Rozdíl mezi minimem a maximem, který přesahuje o více než 100 % hodnotu minimální, je mimo jiné výrazně ovlivněn počtem stromů na jednotce plochy (714 u nejslaběji rostoucí provenience č. 12 a 978 jedinců u nejsilněji přirůstající dílčí populace č. 25). Objemová produkce hroubí s kůrou u provenience, která nejintenzivněji přirůstá, odpovídá téměř přesně údajům růstových tabulek pro první bonitu, zatímco nejnižší hodnota této veličiny u provenience č. 12 nedosahuje ani hodnoty uvedené pro II. bonitu tabulek.

Diskuse

Počátkem sedmdesátých let 20. století byl ve VÚLHM Jíloviště-Strnady zahájen projekt zaměřený na výzkum proměnlivosti a šlechtění jedle pro potřeby lesního hospodářství České republiky. V rámci tohoto projektu bylo v letech 1973 až 1977 založeno celkem 20 výzkumných ploch. Na 19 výsadbách byla soustředěna potomstva dílčích populací jedle bělokoré, přičemž na 6 z nich jsou zastoupeny též cizokrajné druhy, resp. kříženci z rodu *Abies*. Na zbývajících plochách pak byla vysazena potomstva jednotlivých stromů jedle bělokoré. Srovnatelnost ploch byla zajišťována tím, že na všech plochách byly vysazeny společné provenience (standarty). Výzkumné plochy z této série byly hodnoceny ve věku 9 a 15 let (HYNEK 1983, 1985, 1988, 1989, 1991), ve věku 28 let (ŠINDELÁŘ 2000, 2001; ŠINDELÁŘ, BERAN 2002, 2004) a ve 31 letech (ŠINDELÁŘ et al. 2003). Zpracování výsledků měření a hodnocení některých dalších ploch probíhá. V sortimentu testovaného materiálu je zastoupeno celkem 151 proveniencí jedle bělokoré z celého areálu rozšíření této dřeviny, z toho z České republiky 84 dílčích populací.

Z hlediska výzkumné plochy, jejíž hodnocení je předmětem tohoto příspěvku, má série výzkumných ploch z let 1973 až 1977 ten význam,

že v sortimentu je zastoupena řada dílčích populací ze stejných nebo blízkých lokalit, z jakých pocházejí i provenience vysazené na ploše č. 211. Tato skutečnost umožňuje, i když v omezené míře, určitou konfrontaci výsledků a může tak do určité míry přispět i k ověření některých závěrů, jež bylo možno formulovat jak na základě prvního hodnocení (Vlnš 1966), tak i výsledků obdržných v roce 2002.

Z některých PLO, z nichž pocházejí provenience zastoupené na výzkumné ploše č. 211 – Jíloviště, Baně z roku 1961, je v sortimentu série ploch z let 1973 - 1977 zastoupen různý počet dílčích populací. Jde o rozmezí od jedné provenience z PLO 6 – Západočeská pahorkatina až po 10 proveniencí z PLO 41 – Hostýnskovsetínské vrchy a Javorníky. V některých případech je dokonce shodné i označení lokalit proveniencí, jako např. Červené Poříčí, Kaliště a Pozořice, Olšany. Z oblasti Velkých Karlovic (na ploše z roku 1961 provenience č. 25) je v sortimentu později zakládaných ploch zastoupeno dokonce 5 jednotek. Pro konfrontaci výsledků byly vybrány plochy, které byly hodnoceny v pokročilejším věku 28, resp. 31 let. Jde o plochy č. 57 – Jíloviště, Cukrák, č. 62 – Nýrsko, Dešenice, č. 67 – Pelhřimov, Černovice, č. 70 – Litovel, Úsov a č. 71 – Vítkov, Jánské Koupele. Na všech těchto plochách jsou rozdíly ve výškovém i tloušťkovém růstu statisticky vysoce významné, což potvrzuje již dřívější hodnocení v časných stádiích vývoje 9 a 15 let a dokládá relativně značnou variabilitu jedle v rámci celého areálu, ale i v relativně úzce vymezeném prostoru České republiky. Pokud jde o konkrétní posouzení výsledků proveniencí se shodným nebo alespoň ekologicky nepříliš odlišným původem (shodná PLO), lze konstatovat zejména následující skutečnosti.



Foto 3.
Provienienční plocha č. 211 s jedlí bělokorou, důsledky poškození některých jedinců v JZ části plochy
Provenance plot no. 211 with silver fir, consequences of damage of some individuals in south-western part of the plot

Zatímco na ploše z roku 1961 vykazuje provenience č. 12 z oblasti Šumavy v sortimentu zastoupených jednotek nejnižší přírůstovou výkonnost, přirůstají v rámci souboru ploch z let 1973 - 1977 četné šumavské provenience ze srovnatelných ekologických podmínek proměnlivě. Některé vykazují nadprůměrný přírůst, jiné dosti výrazně zaostávají. Na základě této skutečnosti lze konstatovat, že ne vždy jsou dílčí populace jedle bělokoré ze středních horských šumavských poloh typické pomalejším růstem a nižší objemovou produkcí.

V obou porovnávaných experimentálních výsadbách, resp. souborech je zastoupena dílčí populace označená jako Červené Poříčí, Kaliště. V pokusu ze staršího období přirůstá relativně dobře (ve výškovém růstu třetí v pořadí). Obdobně nadprůměrný přírůstový výkon vykazuje tato provenience i v souboru ploch založených v 70. letech. Naprosto jasná shoda v růstových tendencích se jeví u proveniencí z oblasti Velkých Karlovic (PLO 41). Na ploše založené v roce 1961 tato dílčí populace zřetelně vyniká ve všech ukazatelích. Zvláště nápadný předstih oproti ostatním na ploše zastoupeným proveniencím je u objemu průměrného kmene a u zásoby biomasy na 1 ha. V souboru výzkumných ploch ze 70. let se provenience, a to nejen z oblasti Velkých Karlovic, ale i z celé přírodní lesní oblasti č. 41 – Hostýnskovsetínské vrchy a Javorníky vyznačují nadprůměrným růstem a produkcí. S ohledem na tuto skutečnost lze obecně konstatovat, že dílčí populace z karpatských oblastí východní Moravy jsou v růstu a produkci vynikající a to i ve výsadbách na stanovištích v hercynsko-sudetských oblastech. Průměrným růstem a produkcí jsou na výzkumných plochách z 60. i 70. let charakteristické dílčí populace z přírodní lesní oblasti č. 30 – Dražanská vrchovina. V tomto případě jde konkrétně o provenience s označením Pozořice, Olšany. Většinou průměrný až nadprůměrný růst vykazují dílčí populace z PLO č. 38 – Bílé Karpaty a Vizovické vrchy. Provenience z Jihočeských pánví, Křivoklátska a Středočeské pahorkatiny paralelní zastoupení na plochách ze 70. let nemají.

V rámci diskuse stojí za zmínku skutečnost, že na ploše č. 211 – Jíloviště, Baně, založené na lokalitě v nadmořské výšce 330 m n. m., tedy v lesním vegetačním stupni dubovém až bukodubovém, s relativně vysokou průměrnou roční teplotou 7,0 až 8,0 °C, s úhrnem srážek do 600 mm a délkou vegetační doby kolem 160 dnů, relativně uspokojivě rostou dílčí populace jedle bělokoré, které pocházejí z výrazně odlišných ekologických podmínek. V extrémním případě, u provenience č. 12 – Vimperk, Boubín, jde o výrazný posun o 640 m n. m. do prostředí s průměrnou roční teplotou vyšší ca o 2 °C a ročním úhrnem srážek nižším o 300 až 400 mm. O dosti výrazný posun, i když nikoli v takové míře, se jedná též u provenience č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov. Zmíněné dílčí populace vykazují ve výrazně změněném prostředí relativně dobrý zdravotní stav a produkci. Tyto skutečnosti dokládají, že jedle, která je považována za druh s relativně vyhraněnými ekologickými nároky, je charakteristická, alespoň v rámci doby pozorování, relativně značnou tolerancí ke změnám prostředí a tím značnou adaptabilitou.

Souhrn a závěry

Na základě výsledků hodnocení lze konstatovat, že zdravotní stav jedle bělokoré je na výzkumné ploše ve věku 44, resp. 45 let, uspokojivý. Výjimku představuje hlouček několika jedinců se symptomy napadení václavkou.

Výsledky analýzy variance výšek a výčetních tloušťek provenience č. 23 naznačily, že výzkumnou plochu lze považovat z hlediska stanovištních podmínek za homogenní.

Růst proveniencí je dobrý a odpovídá v celkovém průměru absolutní výškové bonitě 30 m (tabulky zavedené vyhláškou MZe č. 84/1996 Sb.) nebo první až druhé bonitě „klasických“ růstových tabulek (SCHÖBER 1995). Hodnoty průměrných výšek na ploše kolísají v mezích 16,7 až 19,1 m. Podle výsledků analýzy variance však rozdíly mezi výškami nejsou statisticky významné. Nejslabší výškový růst vykazuje dílčí populace č. 12 – Vimperk-Boubín, Včelná. Tato skutečnost naznačuje tendenci pomalejšího růstu pro dílčí populace ze středních, zejména však z vyšších horských poloh. Pomalejší růst ve srovnání s ostatními proveniencemi se projevil již při pozorování v roce 1962 (Vlnš 1966). Nadprůměrný výškový růst proveniencí jedle bělokoré z moravských karpatských oblastí, známý

i z jiných experimentálních výsadeb, dokládá na výzkumné ploše č. 211 provenience č. 25 – Velké Karlovice, Nový Hrozenkov.

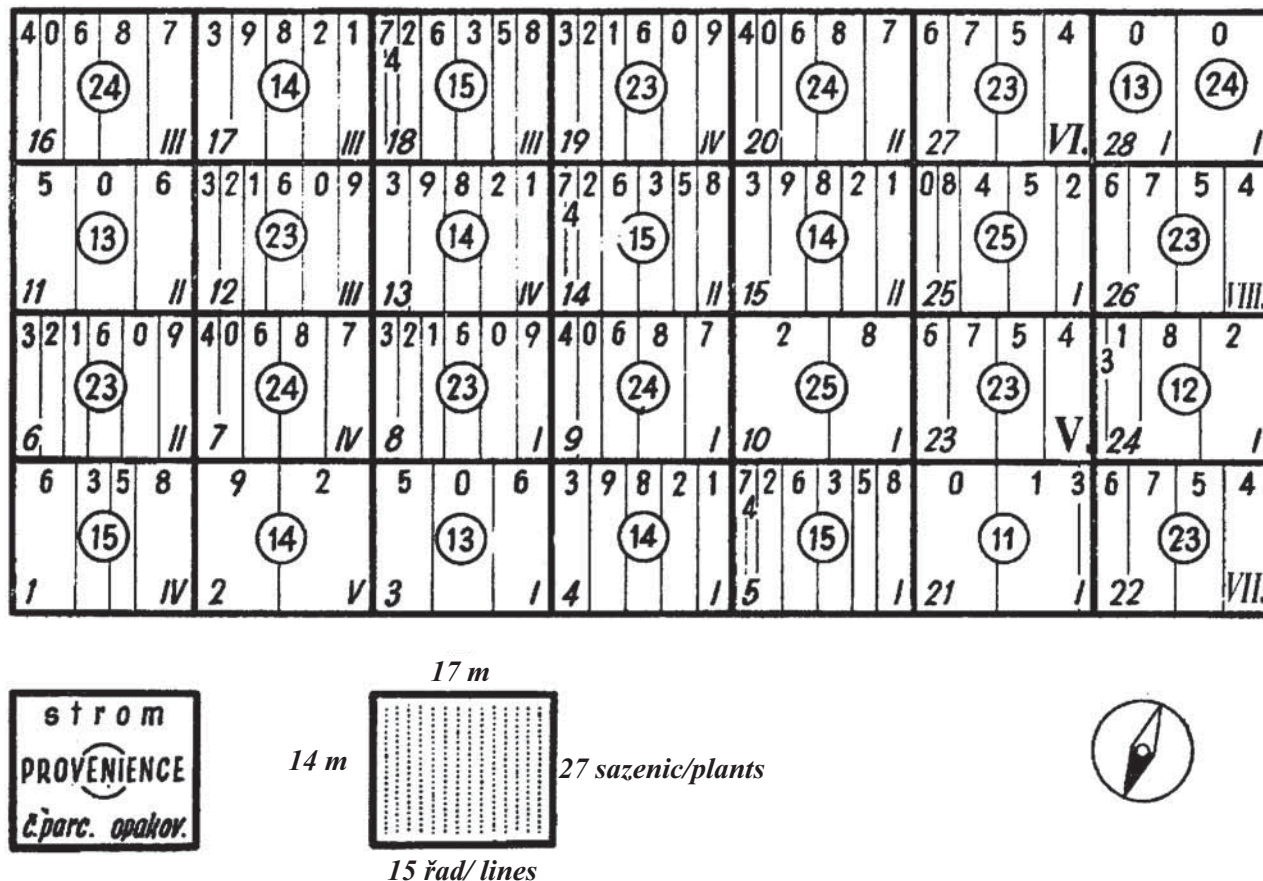
Tloušťkový růst je s ohledem na stanovištní poměry, které představují téměř limitní ekologické podmínky pro pěstování jedle, mimořádný. Ukazatelé přírůstu odpovídají svými charakteristikami první bonitě růstových tabulek nebo je dokonce mírně překračují. Rozdíly v tloušťkovém růstu jsou mezi proveniencemi statisticky vysoce významné, což naznačuje i značná variace šířky hodnot veličiny (17,5 až 21,8 cm). Na základě Duncanova mnohonásobného pořadového testu bylo možno rozdělit potomstva dílčích populací podle tloušťkového růstu do tří statisticky diferencovaných kategorií. Proměnlivost výčetních tloušťek sleduje tendenci variability výšek a potvrzuje závěry, formulované na základě výškového růstu.

Informace o objemové produkci lze shrnout v konstatování, že výkonnost proveniencí na lokalitě pro pěstování jedle bělokoré téměř limitní je relativně vysoká, a ačkoliv se jedná o provenience z relativně malé části celkového areálu druhu, jsou rozdíly v jejich produkci značné.

Na základě ukazatelů, které byly předmětem analýzy, lze konstatovat, že existuje výrazná proměnlivost mezi dílčími populacemi jedle bělokoré a to i v rámci souboru relativně malého počtu dílčích populací z malé části areálu rozšíření tohoto druhu. Tuto skutečnost potvrzují i výsledky z hodnocení výzkumných ploch pokusné série 1973 - 1977 s relativně velkým počtem proveniencí téměř z celého areálu jedle bělokoré. Nepotvrzují se tedy závěry o stejnorodosti jedle jako druhu (ENGLER 1905) v rámci celého jejího areálu. Tím se ovšem nezpochybňují názory, že proměnlivost může být do značné míry podmiňována individuálními rozdíly jednotlivých stromů (VINŠ 1966). Stupeň růstové proměnlivosti výsadby, který byl na zkoumaném materiálu zjištěn v rané fázi (VINŠ 1966), se ve vyšším věku zvýraznil.

Na základě výsledků výzkumu na ploše č. 211 – Jíloviště, Baně je možno soudit, že provenience z vyšších poloh ve srovnání s ostatními zastoupenými variantami pomaleji přirůstají a vykazují nižší objemovou produkci. Potvrzuje se také předpoklad formulovaný VINŠEM (1966) na základě hodnocení materiálu v juvenilním věku, že provenience z moravských Karpat vykazují relativně rychlý růst a produkci. Dobrý růst a produkce proveniencí jedle bělokoré z ekologických podmínek značně odlišných od stanoviště výzkumné plochy dokládají relativně značnou adaptační schopnost tohoto druhu na změněné podmínky prostředí.

Do budoucna se počítá s tím, že výzkumná plocha, která je po stránce zdravotní a pěstební stále v relativně dobrém stavu, bude nadále sledována a hodnocena v přiměřených časových intervalech. V rámci soustavné pěstební péče budou realizovány příslušné zásahy výchovného rázu.



Obr. 1.
Situční plán výzkumné provenienční plochy č. 211 podle VINŠE (1966) – upraveno
Situation plan of experimental provenance plot no. 211 according to VINŠ (1966) – arranged

Literatura

- ENGLER, V.: Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächsen. Mitt. Schw. Anst. Forstl. Versuchsw., 8, 1905, č. 2, s. 81-235
- GAJDOŠOVÁ, A.: Karyologická štruktúra jedle bielej (*Abies alba* MILL.) a jejích populácií. Biológia, 43, 1988, č. 5, s. 405-426
- GRUNDNER – SCHWAPPACH: Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes unserer Waldbäume und Waldbestände. Berlin, Paul Parey 1942. 126 s.
- HYNEK, V.: Proměnlivost výšky proveniencí jedle bílé (*Abies alba* MILL.) ve věku 9 let na plochách založených na LZ Nýrsko, Kamenice n. L. a Vimperk. Práce VÚLHM, 53, 1983, s. 77-108
- HYNEK, V.: Předběžné výsledky hodnocení genetické proměnlivosti jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.). Lesnictví, 31, 1985, č. 1, s. 31-46
- HYNEK, V.: Zhodnocení mortality a výškového růstu proveniencí jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 15 let na ploše Domažlice. Lesnictví, 34, 1988, č. 5, s. 411-426
- HYNEK, V.: Hodnocení provenienčních ploch s jedlí bělokorou na Šumavě. Práce VÚLHM, 74, 1989, s. 207-238
- HYNEK, V.: Hodnocení výškového růstu proveniencí a potomstev stromů z volného sprášení jedle bělokoré ve věku 15 let na ploše Konopiště. Zprávy lesn. výzkumu, 34, 1989, č. 2, s. 5-8
- HYNEK, V.: Výškový růst proveniencí jedle bělokoré na ploše v oblasti Českomoravské vrchoviny. Zprávy lesn. výzkumu, 34, 1989, č. 4, s. 19-23
- HYNEK, V.: Evaluation of the provenances plots with silver fir (*Abies alba* MILL.) in Morava. Comm. Inst. For. Czech., 17, 1991, s. 89-106
- CHMELÁŘ, J.: Příspěvek k poznání morfologie a anatomie semenáčků jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.). Acta dendrologica, 1984, s. 155-163
- IUFRO: Vereinheitlichung der Methoden der forstlichen Herkunftsforschung. Paříž 1965. 62 s.
- KANTOR, J., CHIRA, E.: Variabilita velikosti pylu u některých druhů rodu *Abies*. Sborník Vysoké školy zemědělské, řada C, Brno 1965, s. 165-178
- KORMUTÁK, A.: Biochemická proměnlivost jedinců subatranského ekotypu jedle bielej (*Abies alba* MILL.). Folia dendrologica, 1982, s. 3-14.
- LØFTING, E. C. L.: Danmarks Aedelgranproblem. 1. Proveniesvalg Forstl. Forsøgsv. Danm., 21, 1954, s. 337-382
- MRÁZ, K.: Příspěvek k poznání původnosti smrku a jedle ve vnitrozemí Čech. Práce VÚLHM, 16, 1959, s. 135-180
- NOŽIČKA, J.: Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN 1957. 462 s.
- PAVARI, A.: Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell' Abete bianco (*Abies alba* MILL.). Pubbl. Staz. Sper. Selv. Firenze, 8, 1951, s. 1-96
- POLENO, Z.: Prognosa dalšího ústupu jedle. Práce VÚLHM, 51, 1977, s. 41-52
- RAMBOUSEK, J. et al.: Uznávání a evidence zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin. Výroční zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2003. 18 s., přílohy
- SAMEK, V.: O šíření jedle bílé (*Abies alba* MILL.) v době poledové na území střední Evropy. Les. časopis, 13, 1967, s. 659-672
- SCHÖBER, R.: Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer's Verlag 1995. 154 s.
- ŠINDELÁŘ, J.: Možnosti optimalizace druhové skladby lesů ČR. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1994. 82 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J.: Příspěvek k poznání proměnlivosti jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) se zvláštním zřetelem k podmínkám přírodní lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2000. 29 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J.: Jedle bělokorá v limitních ekologických podmínkách. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001. 29 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J.: Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky. Metodické principy zakládání a hodnocení. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001. 54 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F.: Srovnání druhů rodu *Abies* v lesích města Písku. Lesnická práce, 83, 2004, č. 1, s. 19-21
- ŠINDELÁŘ, J., BERAN, F.: Cizokrajné druhy jedlí (*Abies spec. div.*) ve věku 30 let v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2002. 37 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: Růst a produkce vybraných dílčích populací jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) ve věku 44 let na výzkumné ploše č. 211 – Jíloviště, Baně. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2003. 28 s., přílohy
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., TOMEČ, J.: Fytogeografická proměnlivost jedle bělokoré (*Abies alba* MILL.) na základě hodnocení provenienčních ploch ve věku 31 let. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2003. 46 s., přílohy
- VINŠ, B.: Příspěvek k výzkumu proměnlivosti jedle (*Abies alba* MILL.). Rozpravy Čs. akademie věd, řada mat. a přír. věd, 76, 1966, č. 15, s. 1-82
- Vyhláška MZe ČR č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Stav k 31. 12. 2002. Praha, MZe ČR 2003. 116 s.

Recenzováno

MNOŽSTVÍ A STRUKTURA MRTVÉHO DŘEVA A JEHO VÝZNAM PRO OBNOVU LESA VE SMRKOVÉM HORSKÉM LESE V OBLASTI REZERVACE TROJMEZNÁ

Deadwood amount and structure and its importance for forest regeneration in spruce mountain forest in area Trojmezná reserve

Abstract

This paper deals with the amount, size and structure of the logs, uprooted trees and snags in mountain spruce forest in the Bohemian Forest – area of the Trojmezná old-growth forest. The amount and quality status of the coarse woody debris sampled on the eighteen established research plots were found highly variable. On average, the recorded amount of coarse woody debris ranged from $134 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ on plots A to $64 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ on plots C. Higher amount of the coarse woody debris with different characteristics and “quality” was found on the plots situated in lower parts of the Trojmezná old-growth forest compared to plots situated in higher and edge parts. The difference in dead wood characteristics between lower and higher part of the forest was probably caused by both, different site conditions as well as human impact. The most abundant decomposition classes of the coarse woody debris found on the research plots were classes that refer to the degree of decomposition two and one. The bark beetle outbreak has strong impact on dead wood cycle. High number of snags decay classes 1 and 2 was noted on the research plots. These snags will break down because of trunk rot within about ten years. Dead wood is important in the process of Norway spruce regeneration. Although dead wood share on total area of samples plots was only 5 – 10 %, about 20 – 70 % of total seedlings and saplings numbers were noted on its surface.

Klíčová slova: prales Trojmezná, mrtvé dřevo, smrkový horský les, tlející kmeny, souše

Key words: Trojmezná virgin forest, dead wood, spruce mountain forest, logs, snags

Úvod

Rezervace Trojmezná je největším a nejzachovalejším zbytkem přirozeného horského smrkového lesa pralesovitěho charakteru v ČR. Zahnuje cenné lesní ekosystémy na území současné LS Stožec a LS Plechý v 8. lvs a částečně také v 7. lvs. Lesní ekosystémy tvořící Trojmezský prales jsou pokládány za jeden z nejlépe zachovaných příkladů přirozeného horského smrkového lesa na našem území (PRŮŠA 1990, JAKUŠ 2002). Rozpad smrkových porostů v důsledku žíru druhu *Ips typographus*, ke kterému docházelo a stále dochází v NP Šumava, se nevyhnul ani této první zóně. V současné době je na celkové rozloze 598 ha evidováno kolem 65 000 m^3 odumřelého dřeva (235 ha suchého lesa) (tisková zpráva NP Šumava, 2003).

Rezervace Trojmezná je velmi často označována jako „prales“ – název Trojmezský prales získala tato oblast již v 19. století (JELÍNEK 1997). Jako prales v pravém slova smyslu jsou však považovány pouze lesní ekosystémy v plném rozsahu nedotčené lidskými zásahy ani přírodními katastrofami – pralesy sensu stricto (MÍCHAL 1983). Na základě této definice a posouzení stavu lesních porostů na Trojmezně je nutno vyvodit závěr, že se o prales ve smyslu významu tohoto slova nejedná. Podle nově navržené terminologie (VRŠKA, HORT 2003) je možno rezervaci Trojmeznou označit za les přírodní, případně některé její části jako les původní.

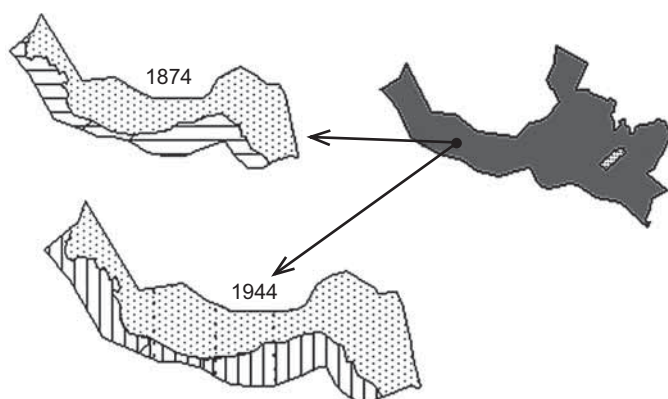
Z historických pramenů je zřejmé, že nejvýše položená hřebenová část rezervace byla na přelomu 18. a 19. století ovlivněna těžbou (JELÍNEK 1997), později pravděpodobně i pastvou dobytka (ZATLOUKAL, ústní sdělení). Na základě rozborů historických pramenů v práci JELÍNKY (1997) je však možno usoudit, že porosty v některých částech rezervace nebyly nikdy úmyslně těženy. V rezervaci se nacházejí smrkové porosty pralesovitěho charakteru ve všech stadiích vývoje pralesa (dorůstání, optimum, rozpad). Porosty jsou tloušťkově i výškově rozrůzněné. Nalézají se zde ale i výškově vyrovnané porosty ve stadiu optima. Nejméně ovlivněný les pralesovitěho charakteru zaujímá minimálně jednu třetinu rozlohy rezervace. Původnost a zachovalost rezervace je potřebné dále zkoumat (JAKUŠ 2002).

Posouzení stavu lesních porostů z hlediska jejich původnosti a přirozenosti je obtížné a vyžaduje mnoho terénních šetření. Charakteristiky lesních porostů, jako je druhová skladba, prostorová a věková struktura, zastoupení tloušťkových stupňů a charakteristika vývojového cyklu jsou používány pro hodnocení stavu lesních ekosystémů, jejich přirozenosti, původnosti a schopnosti samovolného vývoje (GOFF 1975, MÍCHAL 1983, MOSER 2000, SANIGA, SCHUTZ 2001). Mrtvé dřevo, jeho množství a „kvalita“, se často používá jako další indikátor při posuzování přirozenosti a původnosti lesních ekosystémů (FRANKLIN et al. 1981, HARMON et al. 1986, SIITONEN et al. 2000).

Mrtvé dřevo je důležitou, ale mnohdy opomíjenou součástí mnoha typů terestrických a vodních ekosystémů (HARMON et al. 1986). V přírodních lesích se přirozeně nalézá velké množství mrtvého dřeva ve formě ležících kmenů nebo souší v různé fázi rozkladu. Přítomnost mrtvého dřeva pozitivně ovlivňuje stanovištní diverzitu, která přímo souvisí s biologickou diverzitou různých druhů rostlin a živočichů (FRANKLIN et al. 1981, MASER, TRAPPE 1984, HARMON et al. 1986, MASER et al. 1988b, HANSEN et al. 1991, OHLSON et al. 1997, KRUYSS et al. 1999, KRUYSS, JONSSON 1999). Stojící souše a tlející ležící kmeny byly rozeznány jako nejdůležitější biotop pro výskyt malých savců, ptáků a různých druhů členovců v lesích Oregonu, Washingtonu a Britské Kolumbie (MASER, TRAPPE 1984, MASER et al. 1988a, STEVENS 1997). Biologická diverzita různých druhů cévnatých rostlin, mechů, lišejníků a dřeva rozkladných hub byla vázána na přítomnost mrtvého dřeva v boreálních lesích Norska a Švédska (OHLSON et al. 1997). Kmeny ležící napříč prudkých svahů zabraňují pohybu organické hmoty a možné erozi a tím chrání stromy proti ohýbání, lámání a vyvrácení (STEVENS 1997, AGEE, SMITH 1984). Mrtvé dřevo hraje také významnou roli při obnově temperátních a boreálních jehličnatých lesů v USA a Kanadě (HARMON 1987, HARMON, FRANKLIN 1989, HARMON 1989). Význam mrtvého dřeva pro regeneraci a obnovu přirozených smrkových lesů byl prokázán také v horských lesích Evropy nebo boreálních lesích Skandinávie (VACEK 1982, HOFGAARD 1993, HORNBERG et al. 1997, LEPŠOVÁ 2001).

Studie zabývající se kvantitativním a kvalitativním charakterem mrtvého dřeva jsou známé především z temperátních a boreálních lesů Severní Ameriky. V Evropě jsou první detailní studie mrtvého dřeva známy ze Skandinávie. V lesích střední Evropy se studiem mrtvého dřeva zabývali především SANIGA a SCHUTZ (2001b), HOLEKSA (2001) a ZIELONKA a NIKLASSON (2001). V České republice mrtvé dřevo studovali v rámci monitoringu pralesovitých rezervací HORT a VRŠKA (1999), VRŠKA et al. (2001a, b, 2002).

Cílem této studie je posoudit kvalitativní a kvantitativní charakteristiky odumřelého dřeva v oblasti rezervace Trojmezna v horském smrkovém lese. V zájmovém území se nacházejí porosty pralesovitého charakteru (PRŮŠA 1990, JAKUŠ 2002), ale také porosty, které byly v minulém století smýceny a hospodářsky využívány (JELÍNEK 1997). Zároveň v dané oblasti dochází k stále intenzivnímu odumírání lesa v důsledku žíru kůrovce (tisková zpráva NP Šumava, 2003). V předkládané práci je sledována zásoba a charakter mrtvého dřeva na lokalitách pralesovitého charakteru a lokalitách ovlivněných hospodářskou činností. Vliv kůrovce kalamity na stav a charakter odumřelého dřeva a jeho potenciální vývoj na studijních plochách je také součástí této studie.



Obr. 1.

Schématiký plánek zájmové oblasti. Obrázek vpravo nahoře (I. zóna č. 124 Trojmezna). Obrázek vlevo nahoře znázorňuje území, ve kterém bylo prováděno šetření (stav k roku 1874). Tečkovaná šrafa vyznačuje porosty v té době starší 160 a vodorovná šrafa porosty ve stáří 40 – 60 let. Obrázek dole znázorňuje stav území k roku 1944. Tečkovaná šrafa vyznačuje porosty starší 160 let a svislá šrafa porosty ve stáří 101 – 120 let. Černé kroužky znázorňují rozmístění jednotlivých ploch 1 – 18. Historické údaje převzaty z práce JELÍNEK (1997).

Plan of concerned area. The right upper picture shows Trojmezna reserve. Left upper picture shows research area state as of year 1874. Dotted hatching means forest older than 160 years and horizontal hatching means forest 40 - 60 years old. Lower picture shows research area state as of year 1944. Dotted hatching means forest older than 160 years and vertical hatching means forest 100 - 120 years old. Black dots express location of research plots 1 – 18. All historical data are according to JELÍNEK (1997).

Materiál a metody

Charakteristika zájmového území

Zájmové území, kde byly založeny studijní plochy, se nachází v oblasti NP Šumava na území I. zóny č. 124 Trojmezna podél hranice s Německem mezi vrcholy Trístoličník a Trojmezna (48° 47' - 48° 48' N, 13° 49' - 13° 50' E). Na základě údajů LPH, porostní a typologické mapy se lesní porosty nacházejí v 8. lvs. v nadmořské výšce od 1 220 do 1 335 m n. m. Roční úhm srážek se pohybuje mezi 1 200 mm – 1 500 mm, roční průměrná

teplota se pohybuje od 3,5 do 4 °C. Lesní společenstva ve studované oblasti patří mezi klimaxové a podmáčené smrčiny (*Calamagrostio villosae-Piceetum fagetosum*) a kapradinové smrčiny montánních poloh (*Athyrio alpestris-Piceetum*) (NEUHASLOVÁ et al. 2001). Z lesnického hlediska jde o soubor přirozených porostů smrkového stupně (8. lesní vegetační stupeň) a na několika plochách o azonální porosty podmáčené smrčiny. Ve výškovém rozpětí se vyskytuje přirozená smrčina na strmém svahu s velmi dobře vyvinutým přechodem k jeřabinovým smrčinám vysokých poloh (JAKUŠ 2002). Půdní podloží je tvořeno biotických granitem. Lesní fytoceóza je tvořena kyselou smrčinou – SLT 8K, kyselou kamenitou smrčinou – SLT 8N, kamenitou smrčinou – SLT 8Y, svěží smrčinou – 8S a podmáčenou smrčinou – 8V (SVOBODA 2003a). Z půdních typů jsou nejvíce zastoupeny podzol, kryptopozdol a rankr; převažující humusovou formou je podle GREENA et al. (1993) hemimor, humimor a resimor (SVOBODA 2003b).

Studijní plochy

V zájmové území (oddělení 47) bylo celkem vytyčeno 18 ploch ve třech výškových transektech (každý transekt se skládá ze šesti ploch). Plochy označené č. 1 se nacházejí v níže položených částech transektů, zatímco plochy č. 6 se nacházejí v hřebenových částech transektů (obr. 1). V textu jsou plochy označeny kódem např. T2/3 (znak před lomítkem je číslo transektu a číslo za je číslo plochy). Transekty byly vytyčeny od spodní hranice porostu a vzdálenost mezi nimi byla 500 m. Hraniční stromy jednotlivých transektů byly lokalizovány v porostu a v lesnické mapě. Od hraničních bodů byly pod azimutem stejným pro všechny transekty vytyčeny kruhové zkusné plochy o výměře 0,2 ha; celkem bylo zmapováno území o rozloze cca 3,5 ha. Vzdálenost středů ploch na ose transektu je 100 m; vzdálenost středů prvních ploch od hraničních bodů transektů je 75 m. Cílem tohoto způsobu výběru ploch bylo zachytit co největší spektrum přírodních podmínek dané oblasti a zároveň neovlivnit probíhající šetření subjektivním výběrem ploch.

Sběr dat

Na plochách probíhala inventarizace živých stromů, stojících souší, ležícího odumřelého dřeva a přirozeného zmlazení. Měřeny byly následující charakteristiky: výška stromů, výčetní tloušťka (registrační hranice 7 cm), nasazení a korunová projekce živé koruny, poloha stromu, stav a poškození koruny, stupeň rozkladu stojících odumřelých stromů. Při měření dendrometrických veličin byly použity standardní lesnické metody (VOJTĚCHOVSKÝ 1980). Další měřené charakteristiky byly: délka ležícího dřeva, průměr (na začátku, na konci a v polovině) ležícího dřeva, poloha ležícího dřeva, stupeň rozkladu ležícího dřeva, průměr a výška pařezů, poloha pařezů a jejich stupeň rozkladu. Na vybraných plochách bylo sledováno přirozené zmlazení (druh, výška, výskyt podle typu substrátu a mikrostanoviště).

K popsání stupně dekompozice souší byla použita čtyřčlenná stupnice (SPETICH et al. 2002, MASER et al. 1988b). Charakteristické znaky popisující stav koruny, kůry a kmene jsou základem této stupnice. Třída jedna označuje čerstvě odumřelé stromy, třída čtyři výrazně rozložené stojící kmeny či jejich části. Na základě této stupnice je možno zařadit souše do čtyř kategorií a získat tak informace o přibližné době odumření jednotlivých stromů.

K popsání stupně dekompozice ležících kmenů byla použita pětičlenná stupnice (SPETICH et al. 2002, MASER et al. 1988). Kůra, množství větví, struktura dřeva, tvar dřeva, barva dřeva a dotyk ležícího mrtvého dřeva s povrchem půdy jsou základní charakteristické znaky této stupnice. Třída jedna označuje čerstvě padlé kmeny bez známek rozkladu a naopak třída pět označuje mrtvé dřevo, které se stává součástí půdního profilu. Při inventarizaci ležících kmenů byla použita

následující metoda: jestliže pata kmene (osa kmene) původního stromu ležela uvnitř plochy, mrtvé dřevo bylo popsáno jako součást plochy, i když větší část hmoty mohla ležet vně plochy. Naopak, když byla pata kmene mimo plochu a většina hmoty mohla ležet vně plochy, mrtvé dřevo nebylo popsáno jakou součástí plochy. Tato metoda je uváděna jako jedna ze standardních metod popisu a stanovení množství mrtvého dřeva na výzkumných plochách (HARMON et al. 1986).

Pro výpočet objemu ležících kmenů byl použit Newtonův vzorec (VOJTĚCHOVSKÝ 1980):

$$V = 1/6 (g_0 + 4 * g_{1/2} + g_n)$$

kde:

V – objem kmene (m³)

l – délka kmene

g₀ – kruhová plocha čela kmene (silný konec)

g_{1/2} – kruhová základna v polovině délky kmene

g_n – kruhová základna čepu kmene (slabý konec)

Pro stanovení objemu stojících živých stromů byly použity Hmotové tabulky ÚLT vydané Lesprojektem. Pro stanovení objemu stojících mrtvých stromů byla použita stejná metoda, pouze byla provedena úprava objemu o chybějící část mrtvých stromů. Na každé ploše bylo popsáno patro přízemní vegetace pomocí standardních fytoecologických metod. Věková struktura porostů byla sledována na transektu T2. Na každé z šesti ploch byla vybrána skupinka deseti stromů a zjištěn věk stromů ve výčetní tloušťce.

Ke sledování počtu a struktury přirozeného zmlazení stromů byly vybrány plochy 1 – 6 na transektu T2. Na každé z šesti ploch byla vytyčena kruhová plocha o velikosti 1 000 m² se středem totožným jako v případě již vytyčené plochy. Na této ploše byli spočítáni všichni jedinci přirozeného zmlazení vyšší než 10 cm, zaznamenán jejich druh a typ substrátu nebo mikrostanoviště, na kterém rostli. Jako substrát nebo mikrostanoviště bylo vyliшено: mrtvé ležící dřevo, pařezy a pahýly, pata stromu (do vzdálenosti 0,3 m od kmene), mechorosty, borůvky a jako poslední byliny, traviny a kapradiny. Pro další vyhodnocení byly vyliшены čtyři typy mikrostanoviště – mrtvé ležící dřevo, pařezy a pahýly,

pata stromu a půda. Půda zahrnovala veškerou přízemní vegetaci – tzn. mechorosty, borůvky, byliny, traviny a kapradiny.

Statistická analýza

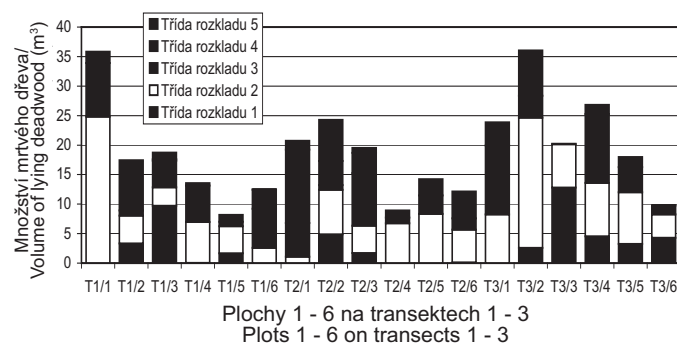
Jednotlivé studijní plochy byly sdruženy do skupin ploch na základě předpokládaného charakteru lesa. U lesa v níže položené oblasti zájmového území (plochy 1 a 2) je předpokládán pralesovitý charakter (obr. 1). Na druhé straně porostu v hřebenové části (plochy 5 a 6) (obr. 1) je z historických záznamů známo ovlivnění hospodářskou aktivitou (JELÍNEK 1997). Všechny 18 ploch bylo rozděleno do tří skupin; plochy 1 a 2 na všech třech transektech byly zařazeny do skupiny A, plochy 3 a 4 na všech třech transektech byly zařazeny do skupiny B, plochy 5 a 6 na všech třech transektech byly zařazeny do skupiny C. Skupiny ploch A, B a C byly následně mezi sebou porovnávány pomocí statistické analýzy.

Jednofaktorová analýza rozptylu na hladině významnosti 0,05 v programu S-PLUS 6 byla použita pro porovnání charakteristik počtu stromů a objemu odumřelého dřeva mezi skupinami ploch A, B a C. Tukeyova metoda v programu S-PLUS 6 byla použita pro následné mnohonásobné porovnávání rozdílů jednotlivých charakteristik. Lineární regresní analýza v programu S-PLUS 6 byla použita pro testování závislosti maximální výšky stromů na nadmořské výšce jednotlivých ploch.

Výsledky

Charakteristika odumřelého ležícího dřeva

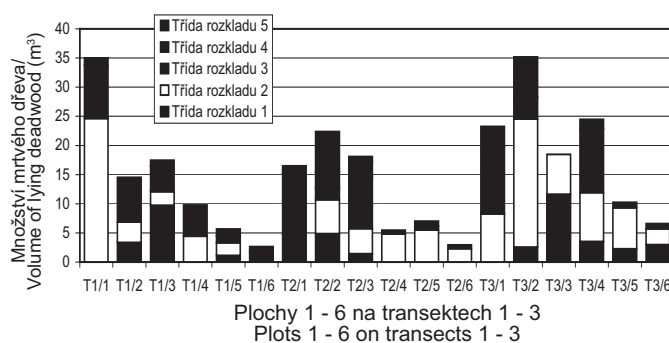
Přehled zásob ležícího dřeva na jednotlivých plochách je uveden v grafu 1. Objem mrtvého dřeva na jednotlivých plochách je značně variabilní – objem, vyjádřený v m³ na ha, se pohybuje od 40 m³ · ha⁻¹ (plocha T1/5) do 190 m³ · ha⁻¹ (plocha T3/2). Průměrné hodnoty zásob mrtvého dřeva na plochách A, B a C a jejich směrodatné odchylky jsou uvedené v tab. 1. Na plochách skupiny A bylo nalezeno v průměru 134 m³ · ha⁻¹, na plochách skupiny B 92 m³ · ha⁻¹ a na plochách skupiny C 64 m³ · ha⁻¹. Získaná data naznačují (graf 1) snižující se zásobu



Graf 1.

Objem mrtvého ležícího dřeva na plochách rozdělený podle tříd rozkladu

The amount of logs (m³) on research plots divided into individual decay classes



Graf 2.

Objem ležícího mrtvého dřeva na plochách rozdělený podle tříd rozkladu. V tomto grafu je uvedeno pouze mrtvé dřevo dimenzí > 40 cm na silném konci.

The amount of logs (m³) on research plots divided into individual decay classes. This graph shows only the volume of CWD > 40 cm on butt end.

Plocha/ Plot	Objem mrtvého dřeva všech dimenzí (m ³ /ha)/ Volume of dead wood of all dimensions (m ³ /ha)	Směrodatná odchylka/ Standard deviation	Objem mrtvého dřeva > 40 cm na čele (m ³ /ha)/ Volume of dead wood > 40 cm on butt end (m ³ /ha)	Směrodatná odchylka/ Standard deviation
A	134,42	39,85	124,54	45,20
B	91,56	31,26	79,51	34,73
C	63,60	17,53	29,77	14,38

Tab. 1.

Průměrná zásoba mrtvého ležícího dřeva (všech dimenzí a > 40 cm na čele) a jejich směrodatných odchylek na skupinách ploch A, B a C

The average stock (m³ · ha⁻¹) of lying logs of all dimensions and lying logs > 40 cm on butt end and its standard deviation on plots A, B and C

Plocha/ Plot	Počet kmenů (ks) v tl. třídách/ Number of logs in diameter classes (m)			Suma/ Sum (ks/pcs)	Počet kmenů (ks) v třídách hmot./ Number of logs in weight classes (m³)				Suma/ Sum (m³ /ha)	Prům. hmot./ Mean volume kmeny/logs (m³)
	0,1-0,4	0,41-0,7	0,7+		0,0-1,0	1,1-3,0	3,1-5,0	5,1+		
T1/1	4	6	3	13	5	5	0	3	182,27	2,75
T1/2	8	5	1	14	9	3	1	1	88,67	1,24
T1/3	7	8	0	15	9	5	1	0	95,39	1,25
T1/4	10	4	2	16	11	5	0	0	68,92	0,85
T1/5	11	5	0	16	12	4	0	0	41,59	0,51
T1/6	19	2	0	21	18	3	0	0	63,73	0,60
T2/1	11	3	3	17	14	0	2	1	105,57	1,22
T2/2	6	8	3	17	10	4	3	0	123,53	1,43
T2/3	9	5	2	16	10	4	1	1	99,41	1,22
T2/4	10	3	0	13	11	1	1	0	45,50	0,69
T2/5	19	4	1	24	20	4	0	0	72,33	0,59
T2/6	22	3	0	25	23	2	0	0	61,84	0,49
T3/1	3	3	3	9	3	3	0	3	121,35	2,65
T3/2	4	10	4	18	5	7	6	0	183,44	2,00
T3/3	7	4	2	13	7	3	2	1	103,02	1,56
T3/4	8	10	1	19	7	10	2	0	103,56	1,41
T3/5	16	7	0	23	15	8	0	0	91,47	0,78
T3/6	19	5	0	24	19	5	0	0	49,88	0,41

Tab. 2.

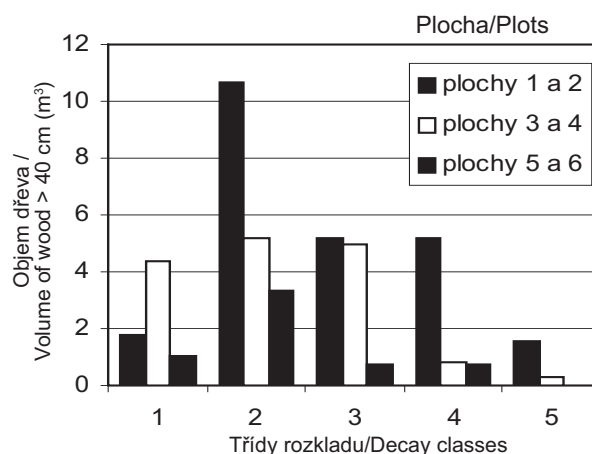
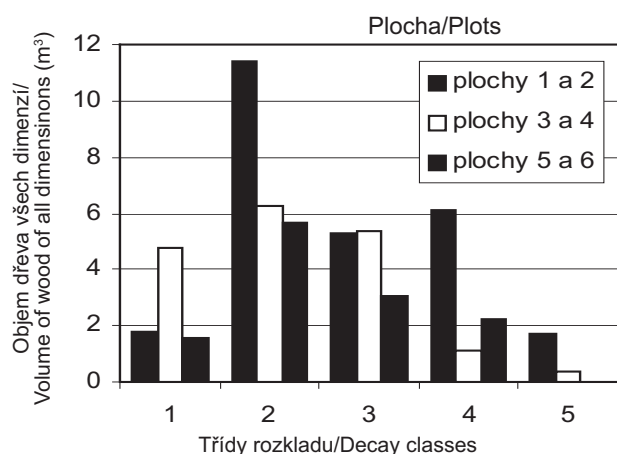
Zastoupení ležících kmenů v tloušťkových třídách, celkový počet kmenů, počet kmenů v třídách hmotnosti, průměrná hmotnost a celkový objem mrtvého ležícího dřeva (m³ · ha⁻¹) na plochách

Representation of logs in diameter classes, sum of logs, number of logs in volume classes, average volume of logs and total volume of logs (m³ · ha⁻¹) on plots of all transects

mrtvého dřeva se zvyšující se nadmořskou výškou jednotlivých ploch na všech třech výškových transektech. Skupiny ploch A, B a C byly mezi sebou porovnány na základě objemu mrtvého dřeva zaznamenaného na jednotlivých plochách. Na základě výsledků testovací statistiky ($F = 7,96$, $p = 0,0044$) byl nalezen průkazný rozdíl v objemu mrtvého dřeva mezi skupinami ploch A a C. Na plochách při spodní hranici první zóny se tedy nalézají vyšší objem ležícího mrtvého dřeva v porovnání s plochami při horní hranici první zóny. Dimenze mrtvého dřeva hraje důležitou roli při hodnocení ekologických funkcí a proto byly porovnány plochy A, B a C na základě objemu mrtvého dřeva s dimenzemi > 40 cm na čele kmene (tab. 1, graf 2). Na základě

výsledků testovací statistiky ($F = 11,71$, $p = 0,00086$) byl nalezen podobně jako v předešlém případě významný rozdíl mezi skupinami ploch A a C. V tomto případě se ale i rozdíl mezi skupinami ploch B a C přiblížil hranici spolehlivosti. Podíl mrtvého dřeva s dimenzemi > 40 cm na čele kmene na celkovém objemu dřeva kolísá od 21 % na ploše T1/6 do 98 % na ploše T1/1. Podíl mrtvého dřeva silných dimenzí je na plochách skupiny A v průměru 93 %, na plochách skupiny B 82 % a na plochách skupiny C 47 %.

Tab. 2 uvádí přehled zastoupení kmenů v tloušťkových třídách spolu, počet kmenů v třídách hmotnosti a průměrnou hmotnost kmenů na plochách. Celkový počet kmenů mrtvého dřeva v jednotlivých



Graf 3.

Zastoupení jednotlivých tříd rozkladu ležících kmenů na plochách skupin A, B a C (plocha = 0,2 ha). Levý graf uvádí přehled objemu kmenů všech dimenzí, pravý graf uvádí pouze kmeny dimenzí > 40 cm na silném konci.

Share of logs decay classes (m³) on plots A, B and C. Left graph shows logs volume of all dimension and right graph shows log volume of dimension > 40 cm on butt end.

Plocha/ Plot	Třída rozkladu/Decline class		Suma/Sum (m ³)/	Podíl 1+2 třídy v %/ Share of class in %	Živé stromy/ Vital trees (m ³ /ha)	Souše/ Snags (m ³ /ha)	Objem souší z živých/ Volume of deadwood of vital (%)	Suma/Sum (m ³ /ha) živé a mrtvé/dead and vital
	1+2 (m ³)	3+4 (m ³)	Plocha/Plot					
T1/1	10,42	5,59	16,01	65,1	427,55	81,47	19,1	509,02
T1/2T1/3	31,81	9,73	41,54	76,6	568,50	211,42	37,2	779,92
	44,81	7,07	51,88	86,4	311,15	264,05	84,9	575,20
T1/4	10,32	3,29	13,61	75,9	485,28	69,26	14,3	554,54
T1/5	26,54	4,04	30,58	86,8	403,48	155,67	38,6	559,16
T1/6	4,83	2,82	7,65	63,2	434,89	38,93	9,0	473,82
T2/1	53,68	4,74	58,42	91,9	265,39	297,36	112,0	562,76
T2/2	35,96	3,28	39,24	91,6	311,56	199,76	64,1	511,31
T2/3	26,06	12,18	38,24	68,2	360,78	189,05	52,4	549,83
T2/4	30,41	1,81	32,22	94,4	448,02	163,98	36,6	612,00
T2/5	13,97	6,33	20,30	68,8	529,00	103,32	19,5	632,33
T2/6	15,58	5,87	21,45	72,6	389,13	109,16	28,1	498,29
T3/1	7,45	1,09	8,54	87,2	365,66	43,47	11,9	409,12
T3/2	26,64	3,00	29,64	89,9	479,99	132,34	27,6	612,33
T3/3	88,33	3,56	91,89	96,1	109,89	467,74	425,6	577,63
T3/4	31,26	6,91	38,16	81,9	287,08	194,24	67,7	481,32
T3/5	15,22	4,68	19,90	76,5	279,14	101,31	36,3	380,45
T3/6	14,37	5,06	19,44	73,9	438,05	98,93	22,6	536,98

Tab. 3.

Levá část tabulky uvádí objem souší v třídách rozkladu a zároveň podíl první a druhé třídy rozkladu na celkovém objemu souší. Pravá část tabulky uvádí objem souší a živých stromů na plochách v m³ · ha⁻¹ a zároveň podíl souší na objemu živých stromů.

This table shows volume of snags in decay classes 1 + 2 and 3 + 4, total volume of snags per plot and share of snags decay classes 1 + 2 on total volume of snags. Right part of table shows volume of snags and living trees expressed per ha and share of snags from volume of living trees.

Plocha/ Plot	Objem souší/Deadwood volume (m ³ · ha ⁻¹)	Směrodatná odchylka/ Standard deviation	Objem živých stromů/Vol- ume of vital trees (m ³ · ha ⁻¹)	Směrodatná odchylka/ Standard deviation	Objem celkem/Total volume (m ³ · ha ⁻¹)	Směrodatná odchylka/ Standard deviation
A	160,97	93,98	403,11	111,90	698,50	119,70
B	224,72	134,66	333,70	133,83	650,07	25,12
C	102,88	37,43	412,28	81,41	578,77	74,58

Tab. 4.

Průměrné hodnoty objemu souší, živých stromů, celkové zásoby stojícího dřeva a jejich směrodatných odchylek na skupinách ploch A, B a C

The average volume of snags, living trees and total stock of wood and its standard deviation on plots A, B and C

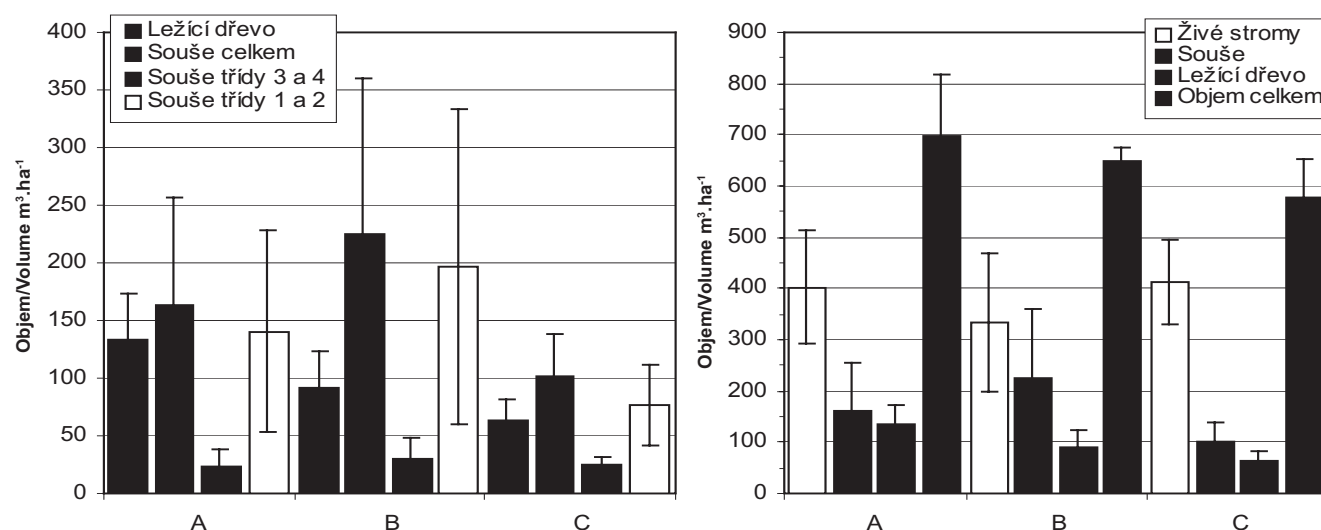
tloušťkových třídách se liší mezi skupinami ploch A, B a C a koresponduje tak s předchozími výsledky a průměrnou hmotností kmenů. Největší počet kusů ležícího mrtvého dřeva je na plochách skupiny C a snižuje se na plochách skupiny B a A. Naopak průměrná hmotnost kmenů je nejvyšší na plochách skupiny A a nejmenší na plochách C. Na základě výsledků testovací statistiky ($F = 12,89$, $p = 0,00055$) byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi průměrnou hmotností kmenů ležícího dřeva na plochách skupiny A a C a také skupiny A a B. Rozdíl v hmotnosti kmenů skupiny B a C nebyl průkazný. Na plochách skupiny A se pohybuje průměrná hmotnost v rozmezí 1,24 – 2,75 m³, zatímco na plochách skupiny C se pohybuje v rozmezí 0,41 – 0,78 m³ (tab. 2). Rozdílný charakter mrtvého dřeva na plochách skupin A a C je možno posoudit také podle počtu kmenů v jednotlivých tloušťkových kategoriích (tab. 2).

V zastoupení tříd rozkladu mrtvého dřeva na plochách panuje velká variabilita. Graf 3 uvádí zastoupení jednotlivých tříd rozkladu mrtvého dřeva všech dimenzí a mrtvého dřeva > 40 cm na silném konci. Na základě těchto údajů není možno vyvodit jednoznačný závěr

o „kvalitě“ mrtvého dřeva na jednotlivých plochách. Na plochách skupiny A dominuje třída 2 a třída 1 a 5 jsou zastoupeny podstatně méně. Na plochách skupiny B jsou nejvíce zastoupeny třídy 1, 2 a 3. Na plochách skupiny C je nejvíce zastoupena třída 2 a třída 5 zcela chybí.

Charakteristika odumřelých stojících stromů

Zásoba souší a jejich podíl z celkové zásoby živých stromů na plochách jsou uvedeny v tab. 3. Zásoba souší byla na jednotlivých plochách velmi variabilní a pohybovala se od 39 m³ · ha⁻¹ na ploše T1/6 do 468 m³ · ha⁻¹ na ploše T3/3. Průměrné hodnoty zásoby souší všech tříd rozkladu na plochách A, B a C a jejich směrodatné odchylky jsou uvedeny v tab. 4. Na plochách skupiny A bylo nalezeno v průměru 161 m³ · ha⁻¹, na plochách skupiny B 225 m³ · ha⁻¹ a na plochách skupiny C 103 m³ · ha⁻¹. Tab. 3 uvádí přehled zásoby mrtvých stojících stromů v jednotlivých třídách rozkladu na plochách a zároveň podíl první a druhé třídy rozkladu stojících odumřelých stromů na celkovém počtu mrtvých stromů. Procentický podíl objemu mrtvých stromů na objemu živých stromů je velmi



¹ Lying wood; ² Snags in total; ³ Snags of classes 3 and 4; ⁴ Snags of classes 1 and 2; ⁵ Live trees; ⁶ Snags; ⁷ Volume in total

Graf 4.

Levý graf uvádí porovnání průměrných hodnot objemu ležících kmenů, souší celkem, souší třídy rozkladu 1 + 2 a souší třídy rozkladu 3 + 4 na plochách A, B, a C. Pravý graf uvádí porovnání průměrných hodnot objemu živých stromů, objemu ležících kmenů, objemu souší a objemu celkem na plochách A, B a C. Chybové úsečky značí směrodatnou odchylku.

Left graph shows average volume (m³ · ha⁻¹) of logs, snags, snags decay class 1 + 2 and decay class 3 + 4 on plots A, B and C. Right graph shows average volume (m³ · ha⁻¹) of living trees, logs snags and total stock of wood on plots A, B and C. Vertical bars represent standard deviation.

variabilní a pohybuje se v rozmezí od 12 % na ploše T3/1 do 425 % na ploše T3/3. Z přehledu v tab. 3 vyplývá, že na polovině ploch tvoří objem mrtvých stromů méně než 50 % objemu živých stromů. Na ostatních plochách se podíl objemu mrtvých stromů zvyšuje a na třech plochách objem mrtvých stromů tvoří polovinu a více z celkového objemu živých stromů.

Podíl souší (podíl na zásobě nebo kruhové základně živých stromů) ukazuje, v jaké fázi rozpadu se daný porost nachází. Na základě vyhodnocených dat nebyl nalezen žádný charakter rozpadu a odumírání na plochách. Rozdíl v podílu mrtvých stromů mezi skupinami ploch A, B a C není vzhledem k výrazné variabilitě na plochách a velikosti rozptylu statisticky průkazný. Přesto je možno na základě získaných dat usoudit, že podíl mrtvých stromů je větší na plochách skupiny A a B v porovnání se skupinou C. Tento fakt není možno průkazně dokázat, ale může sloužit jako doplňující informace k dalším zjištěným výsledkům.

Podíl první a druhé třídy rozkladu na celkovém objemu souší na plochách (tab. 3) poskytuje zajímavé informace o souších. U stromů zařazených na základě vizuálních znaků do třídy rozkladu 1 a 2 se předpokládá maximální doba od jejich odumření 10 let. Doba jejich odumření se kryje s expanzí druhu *Ips typographus* v dané oblasti a tak je možné posoudit rychlost odumírání a množství odumřelého dřeva vzniklého v důsledku žíru kůrovce. Podíl 1. a 2. třídy rozkladu se na celkovém objemu podílí v rozsahu od 65 do 96 %. Podíl 1. a 2. třídy je větší na plochách skupiny A a B v porovnání s plochami skupiny C, ale není statisticky průkazný. Průměrné hodnoty zásoby souší třídy rozkladu 1 a 2 na plochách skupiny A, B a C a jejich směrodatné odchylky jsou uvedeny v grafu 4. Na plochách skupiny A bylo nalezeno v průměru 141 m³ · ha⁻¹, na plochách skupiny B 179 m³ · ha⁻¹ a na plochách skupiny C 77 m³ · ha⁻¹ souší třídy rozkladu 3 a 4. Při předpokladu, že souše zařazené do třídy rozkladu 1 a 2 vznikly převážně v důsledku žíru druhu *Ips typographus*, je zřejmé, že probíhající kůrovcová kalamita během posledních let výrazně ovlivňuje dynamiku mrtvé dřevní hmoty, prostorovou výstavbu a charakter lesa v dané oblasti.

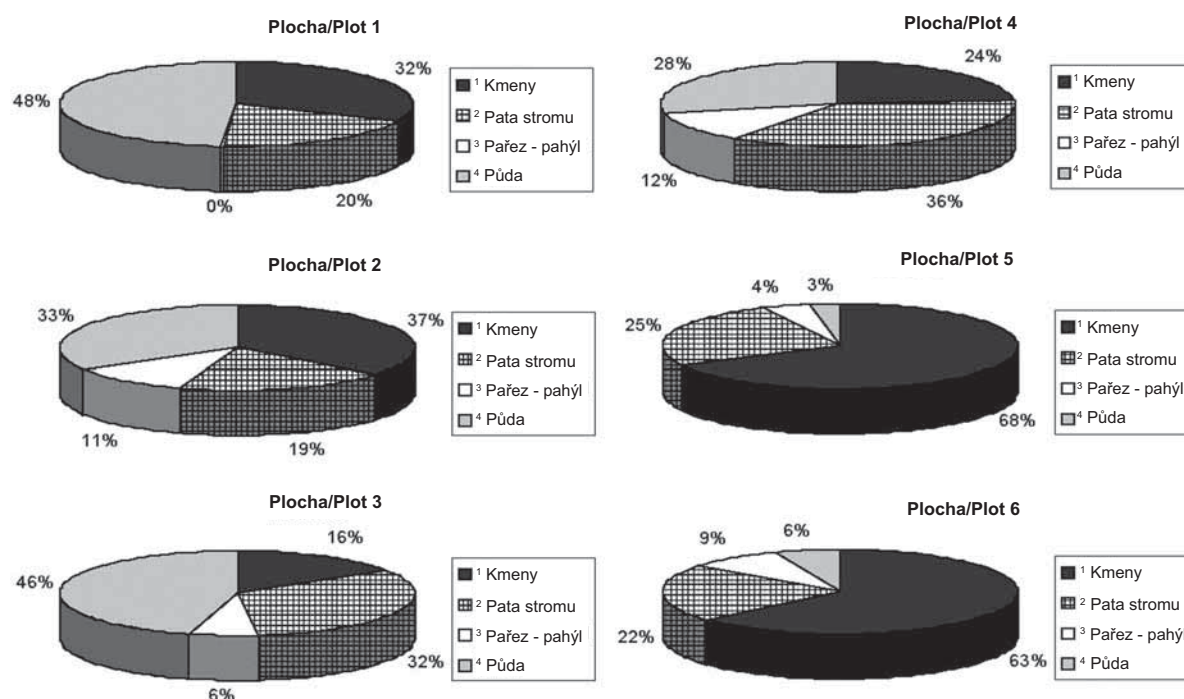
Celková zásoba mrtvého dřeva (stojících souší a ležících kmenů) na plochách

Hodnoty celkové zásoby odumřelého dřeva zahrnujícího stojící souše a ležící kmeny a zásoby živých stromů a jejich směrodatné odchylky na skupinách ploch A, B a C jsou uvedeny v grafu 4. Celkový objem odumřelého dřeva se pohyboval od 102 m³ · ha⁻¹ na ploše T1/6 do 571 m³ · ha⁻¹ na ploše T3/3. Na plochách skupiny A bylo nalezeno v průměru 295 m³ · ha⁻¹ mrtvého dřeva a tento objem reprezentoval 42 % z celkového objemu živého a mrtvého dřeva. Na plochách skupiny B bylo nalezeno v průměru 316 m³ · ha⁻¹ (podíl mrtvého dřeva činil 49 %) a na plochách skupiny C bylo nalezeno v průměru 166 m³ · ha⁻¹ (podíl mrtvého dřeva činil 29 %). Na plochách skupiny A byla celková zásoba živých stromů a mrtvého dřeva v průměru 699 m³ · ha⁻¹, na plochách skupiny B 650 m³ · ha⁻¹ a na plochách skupiny C 579 m³ · ha⁻¹ (graf 4). Podobně jako v případě zásoby mrtvých stojících stromů nebyl v celkové zásobě dřevní hmoty mezi skupinami A, B a C nalezen průkazný rozdíl.

Porovnání objemu souší a ležících kmenů uvádí graf 4. Z grafu 4 vyplývá, že na plochách A, B a C byl v průměru nalezen vyšší objem stojících souší v porovnání s ležícím mrtvým dřevem. Porovnáme-li ale pouze objem souší zařazených do třídy rozkladu 3 a 4 (graf 4) s objemem ležícího dřeva, je zřejmé, že objem ležícího mrtvého dřeva značně převyšuje objem souší.

Přirozené zmlazení a jeho rozdělení podle typu podkladu

Přehled procentického zastoupení přirozené obnovy na sledovaných plochách transektu T2 podle typu podloží a mikrostanoviště je uveden v grafu 5. Tabulka 5 uvádí podrobné členění zmlazení podle typu mikrostanoviště. Tabulka 6 uvádí výškovou strukturu přirozeného zmlazení. Z grafu 5 je zřejmé, že podíl jedinců zmlazení na tlejících kmenech se pohybuje od 16 do 68 % z celkového počtu jedinců zmlazení. Podíl jedinců zmlazení smrku na mikrostanovišti spojeném s mrtvým dřevem (pata stromu, pařezy – pahýly a ležící kmeny) se pohybuje od 22 do 72 %. Podíl povrchu mrtvého dřeva (ležících kmenů a pařezů – pahýlů) z celkové plochy se pohyboval od 5 do 10 % v závislosti na zásobě mrtvého



¹ Logs; ² Tree foot; ³ Stump - Stub; ⁴ Soil

Graf 5.

Přehled procentického zastoupení přirozené obnovy na plochách T2/1 – T2/6 na různém typu podloží a mikrostanovišti
Saplings and seedlings percentage share on plots 1 – 6 (transect T2/6) on different type of substrates and microsites

Lokalita/Locality	Ležící mrtvé dřevo/ Dead lying wood	Pata stromu/ Tree foot	Pařez - pahýl/ Stump - stub	Půda/Soil			Suma plocha/ Sum, plot
				mechorosty/ bryophytes	borůvčí/ blueberries	byliny, traviny a kapradiny/ herbs, grass and ferns	
Plocha/Plot 1	147	91	1	81	135	11	466
Plocha/Plot 2	179	97	57	93	46	28	500
Plocha/Plot 3	82	166	33	160	73	3	517
Plocha/Plot 4	67	102	33	55	25	0	282
Plocha/Plot 5	215	81	14	8	1	0	319
Plocha/Plot 6	174	60	24	16	0	6	280

Tab. 5.

Počet jedinců přirozeného zmlazení na plochách T2/1 – T2/6 (jedna plocha = 0,1 ha) rozdělených podle typu substrátu a mikrostanoviště
Seedlings and saplings numbers on plots T2/1 – T2/6 (each plot = 0,1 ha) on different types of substrates and microsites

dřeva. Tab. 7 uvádí zastoupení jednotlivých typů vegetace (substrát půda) na plochách, kde byla sledována obnova. Tyto údaje je zajímavé porovnat s procentickým zastoupením obnovy rozdělené podle typu substrátu. Na ploše 1 se na substrátu půda, který zahrnoval veškerou přizemní vegetaci, našlo 48 % jedinců (graf 5). Byliny, traviny, kapradiny pokrývaly 45 %, borůvčí také 45 % a mechorosty 10 % povrchu plochy (tab. 7). V borůvčí bylo nalezeno 135 jedinců obnovy, v mechu 81 jedinců, ale v případě bylin, trav a kapradin pouze 11 jedinců, i když pokrývaly podstatnou část plochy (tab. 5). Podobný výsledek byl nalezen na ploše 3, kde bylo nalezeno na substrátu v půdě 46 % jedinců zmlazení smrku (graf 5). Na ploše 5 pokrývaly byliny, trávy a kapradiny 75 % povrchu, ale na tomto typu substrátu nebylo nalezeno žádné zmlazení (tab. 5). Podobná situace byla na ploše 6. Na plochách 5 a 6 bylo nalezeno na ležících kmelech a pahýlech – pařezích přibližně 70 % celkového počtu zmlazení (tab. 5). Grafické znázornění rozmístění mrtvého dřeva a stromů na plochách je uvedeno v obr. 2.

Diskuse

Charakteristika a zásoba mrtvého dřeva

Při porovnání průměrného množství mrtvého dřeva zjištěného v této studii s hodnotami nalezenými v jiných oblastech je nutno vzít v úvahu několik skutečností. Podle údajů Správy NP Šumava (2003) se v důsledku probíhající kůrovcové kalamity nalézá na jedné třetině území Trojmezenského pralesa (celková rozloha 599 ha) mrtvý les. Přirozený cyklus odumírání a rozpadu mrtvé dřevní hmoty v horském smrkovém lese – ve smyslu „malého vývojového cyklu“ definovaného SCHMIDT-VOGTEM (1985 – je tedy pravděpodobně výrazně ovlivněn. Tento fakt ovlivňuje strukturu mrtvého dřeva také na výzkumných plochách. Poměr ležícího mrtvého dřeva a stojících souší je v průměru vyšší ve prospěch souší na plochách skupin A, B a C, pokud bereme v úvahu stojící souše všech tříd rozkladu (graf 5). Pokud ale vyloučíme souše třídy rozkladu 1 a 2, u kterých se předpokládá vznik během posledních

Výškové třídy/Height classes	Plocha/Plot 1	Plocha/Plot 2	Plocha/Plot 3	Plocha/Plot 4	Plocha/Plot 5	Plocha/Plot 6
10,1 - 20	98	118	119	141	211	174
20,1 - 30	60	68	68	41	44	52
30,1 - 40	52	40	69	30	29	25
40,1 - 50	36	26	62	24	14	10
50,1 - 100	111	146	168	43	20	17
100,1 - 150	74	61	27	3	1	2
nad/over 150,1	35	41	4	0	0	0
Suma/Sum	466	500	517	282	319	280

Tab. 6.

Počet jedinců přirozeného zmlazení na plochách T2/1 – T2/6 (jedna plocha = 0,1 ha) rozdělených podle výškových tříd
Seedlings and saplings numbers on plots T2/1 – T2/6 (each plot = 0,1 ha) divided into height classes

Vegetace/Plocha/Vegetation/Plot	1/T2	2/T2	3/T2	4/T3	5/T3	6/T3
mechorosty/ bryophytes	10	5	20	15	10	60
borůvčí/blueberries	45	5	20	65	10	0
byliny, traviny, kapradiny/herbs, grass, ferns	45	90	60	20	75	30
ostatní/the others	0	0	0	0	5	10
Suma/Sum (%)	100	100	100	100	100	100

Tab. 7.

Odhad průměrného procentického zastoupení přízemní vegetace na plochách T2/1 – T2/6, na kterých bylo evidováno přirozené zmlazení

Ground vegetation average share on plots T2/1 – T2/6 where numbers of seedlings and saplings were analyzed

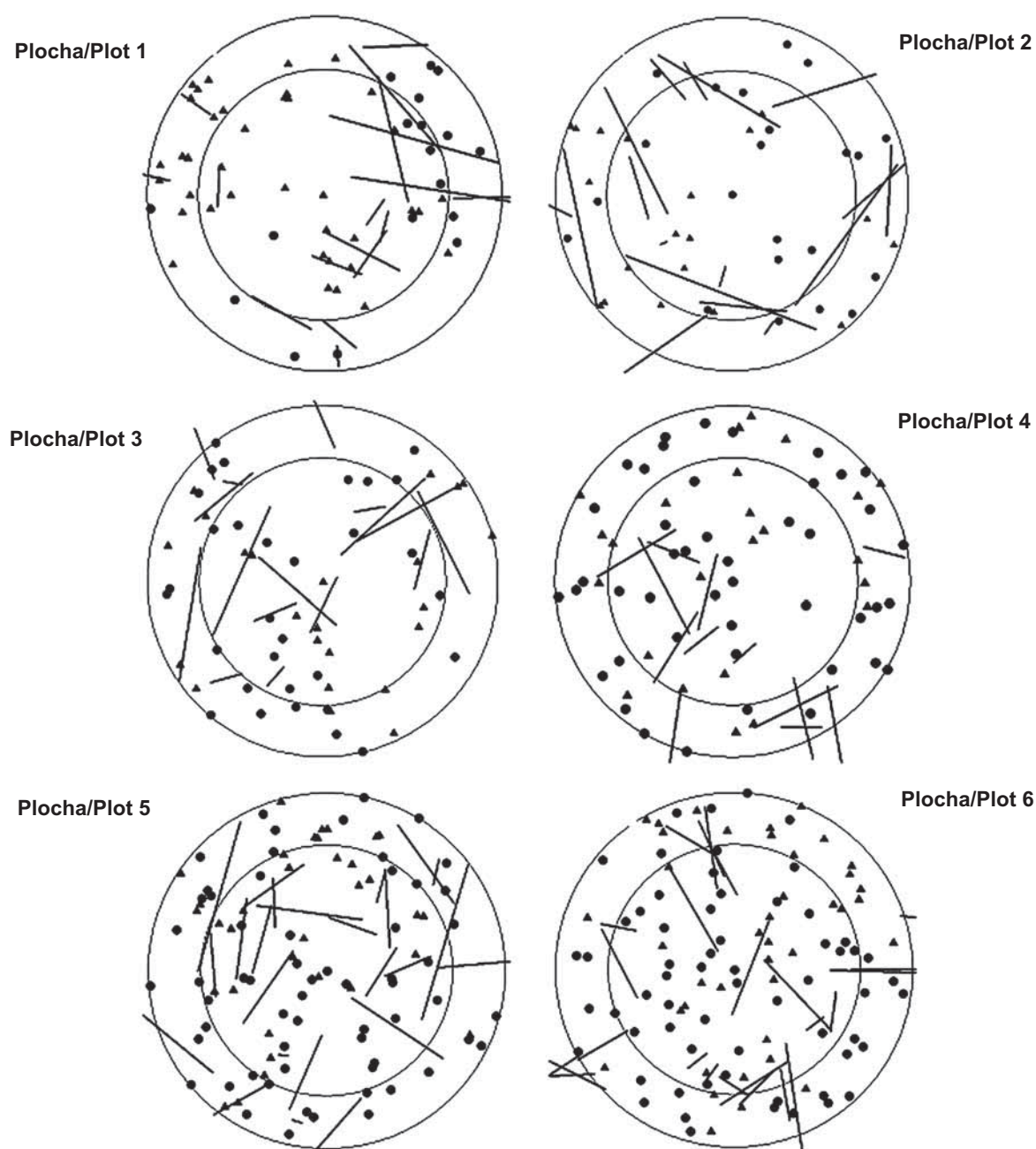
pěti až deseti let, je poměr v průměru na plochách A, B a C výrazně vyšší ve prospěch ležícího mrtvého dřeva (graf 5). Tento fakt je nutno vzít v úvahu při porovnání hodnot mrtvého dřeva s údaji nalezenými v literatuře. Dále je nutno vzít v úvahu, zda citované práce rozlišují mezi stojícím a ležícím mrtvým dřevem a zda jejich hodnoty objemu mrtvého dřeva zahrnují obě kategorie nebo pouze jednu z nich.

Průměrný objem mrtvého dřeva zaznamenaného v této studii je porovnatelný s hodnotami nalezenými v klimaticky a stanovištně srovnatelných horských lesích pralesovitěho charakteru v oblasti Krkonoš (VACEK 1982), Babí Hory (KORPEL 1989, SANIGA 2001, HOLEKSA 2001, MERGANIČ et al. 2003), Tater (KORPEL 1993), Beskyd (JEŽEK 2002) a Oravských Beskyd (SANIGA 2001) (tab. 8). Podle HOLEKSY (2001) je při porovnání objemu mrtvého dřeva z různých oblastí třeba vzít v úvahu velikost plochy, na které byla inventarizace mrtvého dřeva provedena (v této studii např. 3,5 ha; ve studii HOLEKSY (2001) 14,4 ha; ve studii KORPELA (1993) a SANIGA (2001) pouze 0,5 ha), a fakt, zda byla daná lokalita v minulosti ovlivněna odstraňováním odumřelé hmoty. Na tento fakt upozorňuje také například JEŽEK (2002), který uvádí průměrný objem mrtvého dřeva v rezervaci Kněhyně – Čertův Mlýn od 22 do 144 m³ · ha⁻¹. Tato výrazná variabilita v objemu mrtvého dřeva byla způsobena stavem lesních porostů a mírou jejich narušení (JEŽEK 2002). HOLEKSA (2001) a MERGANIČ et al. (2003) našli průměrný objem mrtvého dřeva 131 m³ · ha⁻¹ a 159 m³ · ha⁻¹ ve smrkovém pralese v masivu Babí Hory. V obou případech byla inventarizace provedena na ploše několika hektarů (HOLEKSA 14 ha, MERGANIČ 13 ha) a objem mrtvého dřeva je srovnatelný s průměrným objemem mrtvého dřeva zjištěným v této studii na ploše A, která se nejvíce blíží svým charakterem pralesu a kde bylo zjištěno 162 m³ · ha⁻¹. Odlišný přístup při inventarizaci mrtvé dřevní hmoty byl použit ve studii SANIGY (2001), KORPELA (1989, 1993) a MERGANIČE et al. (2003). Tito autoři prováděli inventarizaci mrtvého dřeva na plochách rozmístěných v porostech zařazených podle stadií definovaných v teorii

„malého vývojového cyklu“ (SCHMIDT-VOGT 1985, KORPEL 1989, MÍCHAL, PETŘÍČEK 1999). Z uvedených prací vyplývá, že nejvyšší objem mrtvého dřeva byl zjištěn ve stadiu dorůstání a ve stadiu rozpadu. Podle SANIGY (2001) se objem mrtvého dřeva pohyboval ve stadiu dorůstání od 80 do 250 m³ · ha⁻¹ a ve stadiu rozpadu 188 do 219 m³ · ha⁻¹. Podle MERGANIČE et al. (2003) se objem mrtvého dřeva na lokalitách ve srovnatelných stanovištních podmínkách pohyboval ve stadiu rozpadu průměrně kolem 280 m³ · ha⁻¹ a ve stadiu dorůstání kolem 150 m³ · ha⁻¹.

Poměr zásoby mrtvého dřeva a zásoby živých stromů analyzovali SANIGA a SCHUTZ (2001a). Z jejich studie vyplývá, že v Badínském a Dobrošském pralese byl poměr mezi zásobou mrtvé hmoty a živých stromů 1 : 5 až 1 : 6 ve stadiu optima a 1 : 2 až 1 : 3 ve stadiu dorůstání a rozpadu. Výrazně vyšší zásoba mrtvého dřeva byla zjištěna v masivu Babí Hory ve stadiu rozpadu, kde poměr mezi zásobou mrtvého hmoty a živých stromů činil 1 : 1 (MERGANIČ et al. 2003). Srovnatelný poměr mezi zásobou mrtvého hmoty a živých stromů byl zjištěn také v této studii. Na plochách skupiny A a B (zařazených do počátečních fází stadia rozpadu nebo posledních fází stadia optima) byl zjištěn poměr mrtvé (veškerá mrtvá hmota) a živé hmoty přibližně 1 : 1, zatímco na plochách skupiny C (zařazené do stadia optima) byl poměr zásoby mrtvé a živé hmoty 1 : 2 až 1 : 3. Vyšší zásoba mrtvé hmoty na plochách skupiny C (zařazené do stadia optima) zjištěné v této studii může být způsobena vyšším počtem odumřelých stromů, které vznikly v důsledku žíru kůrovce.

Zajímavé je srovnání výsledků této studie s objemem mrtvého dřeva zjištěného v boreálních a subboreálních lesích pralesovitěho charakteru. MÍCHAL (1983) uvádí, že dynamika smrkových horských lesů střední Evropy může mít za určitých podmínek (velkoplošný rozpad) stejný charakter jako smrčiny v boreální tajgové zóně Skandinávie, Sibíře a Severní Ameriky. Podle SIITONENA et al. (2000) se objem mrtvého dřeva v pralese v subboreální zóně v jižním Finsku pohyboval od 70 do



Obr. 2.

Grafické znázornění rozmístění stromů na plochách T2/1 – T2/6. Kolečka znázorňují živé stromy, trojúhelníky mrtvé stromy, černé čáry ležící kmeny. Vnější kruh je hranice plochy, vnitřní kruh hranice plochy, kde byla inventarizována obnova.

Simplified plans of plots T2/1 – T2/6 with position of trees (small black circle), snags (small black triangles) and logs (black lines). The outer circle means plot border, the inner circle means plot area where seedlings and saplings were analyzed.

184 m³ · ha⁻¹. Vyšší objem mrtvého dřeva (200 m³ · ha⁻¹) nalezl v pralese v boreální zóně v centrálním Švédsku HOFGAARD (1993). Výrazně vyšší objem mrtvého dřeva se nachází v jehličnatých přírodních lesích Severní Ameriky. V horských lesích a boreálních lesích Kanady a USA se objem mrtvého dřeva pohybuje od 30 – 1 400 m³ · ha⁻¹ (FRANKLIN et al. 1981, SPIES et al. 1988, HARMON et al. 1986, ARTHUR, FAHEY 1990, STURTEVANT et al. 1997).

Při analýze a porovnání stavu lesa na skupinách ploch A, B a C byly zjištěny následující skutečnosti. Z několika sledovaných taxačních veličin (celkový objem živé a mrtvé hmoty, objem ležícího dřeva, objem stojících souší celkem a souší třídy rozkladu 3 a 4) byl nalezen statisticky průkazný rozdíl pouze v případě objemu ležícího dřeva a to mezi plochou A a B na jedné straně a plochou C na straně druhé. Z analýzy vyplývá, že, pokud se týče celkového objemu porostů, skupiny ploch A,

B a C se mezi sebou výrazně neliší. Objem stojících souší je v důsledku silného odumírání lesa na plochách vysoký a variabilita v rámci ploch velká. Z tohoto důvodu nebyl nalezen průkazný rozdíl mezi skupinami ploch A, B a C. Rozdíly v objemu a charakteru (průměrná hmotnost kmenů a s tím související počet a rozměry kmenů) ležícího mrtvého dřeva mezi skupinami ploch A, B a C mohou být zapříčiněny několika faktory. Výškový gradient 100 m, rozdílné stanovištní podmínky a vliv lidské činnosti v minulosti jsou možnou příčinou těchto zjištění. Vliv nadmořské výšky výrazně ovlivnil výšku stromů na plochách. Rozdíl mezi maximální výškou stromů na plochách skupiny A a C se pohyboval kolem 8 m (SVOBODA 2005). Prokázaná závislost výčetní tloušťky na výšce stromu (ŠRÚTEK, LEPŠ 1994, DOLEŽAL 1998, ŠRÚTEK et al. 2002) ovlivní průměrnou hmotnost stromů na plochách a tím také rozměry a objem mrtvého dřeva. Studované porosty na plochách

se nelišily jen taxačními charakteristikami (maximální výška a tloušťka stromu), ale také průměrným počtem stromů na hektar a zařazením do vývojového stadia cyklu lesa (SVOBODA 2005). Vývojové stadium lesa, ve kterém se daný porost nachází, má výrazný vliv na zásobu mrtvého dřeva, jak prokázali SANIGA a SCHUTZ (2001a).

Na druhé straně však historické prameny literatury uvádějí, že v 18. století byla hřebenová část Trojmezenského pralesa smýcena naholo a následně zalesněna (JELÍNEK 1997). To by mohl být důvod, proč se struktura ležícího mrtvého dřeva liší mezi skupinami ploch A a C. Studium rozdílů v zásobě a charakteru mrtvého dřeva v pralese a lese hospodářském se zabývali především ve Švédsku a Finsku. Lesní hospodářství výrazně ovlivnilo množství a strukturu mrtvého dřeva (nejmenší zásoba a diverzita byla v lese ovlivněném člověkem) v hospodářském lese v porovnání s pralesem na severovýchodě Finska (ROUVINEN et al. 2002). Podobná studie byla provedena v jižním Finsku ve smrkovém lese srovnatelném s horským smrkovým lesem rostoucím v našich podmínkách. SIITONEN et al. (2000) našel výrazný rozdíl v množství a charakteru mrtvého dřeva mezi hospodářským lesem a pralesem. V hospodářském lese byla nalezena nižší zásoba mrtvého dřeva a také jeho diverzita byla nižší. Mrtvé dřevo v hospodářském lese se skládalo z kusů malé hmotnosti a menších rozměrů v porovnání s pralesem. Podobné výsledky byly nalezeny také v této studii. Ve Švédsku byla zjištěna průměrná zásoba mrtvé dřevní hmoty v hospodářském lese kolem $6,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (FRIDMAN, WALHEIM 2002), zatímco v přirozených a přírodních lesích bylo nalezeno v průměru od 20 do $80 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ mrtvého dřeva (GUNNAR 2000). V hospodářských lesích severního Švédska bylo nalezeno průměrně $2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ mrtvého dřeva; velká část zásoby tohoto mrtvého dřeva náležela do tloušťkové třídy $0 - 10 \text{ cm}$ (KRUYS et al. 1999). Pro porovnání byla provedena v roce 1987 a 1991 inventarizace nezpracovaného dřeva v lesích na území České republiky. KRAUS (1999) uvádí, že v průměru se v hospodářských lesích na našem území nalézá od 10 do $17 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ mrtvého dřeva. Zajímavé jsou údaje o zásobě mrtvého dřeva na území NP Šumava. ZATLOUKAL (nepublikováno) uvádí průměrnou zásobu mrtvého dřeva na celém území parku $63 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ hroubí a nehroubí; pokud uvažujeme pouze hmotu hroubí, tak se jedná o přibližně $55 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Podle výsledků zahraničních a domácích studií je zřejmé, že lesnické hospodaření výrazně snižuje množství mrtvého dřeva, které se přirozeně nachází v pralesovitých porostech nebo porostech s nenarušeným vývojem. Rozdíly v zásobě mrtvého dřeva mezi skupinami ploch A, B (pralesovitý charakter) a C (doložená hospodářská aktivita) zjištěné v této studii mohly být způsobeny několika již vyjmenovanými faktory (stanovištní podmínky, vliv nadmořské výšky, hospodářská aktivita). Jako nejpravděpodobnější vysvětlení se na základě dosavadních zjištění jeví souhra těchto faktorů.

Kvalitativní parametry mrtvého dřeva (stupeň rozkladu dřeva) podobně jako celková zásoba mrtvého dřeva indikují, zda byl cyklus mrtvého dřeva na dané lokalitě ovlivněn. Z údajů získaných v dostupné literatuře vyplývá, že v přírodních lesních ekosystémech a v lesních ekosystémech pralesovitého typu, kde dynamika mrtvého dřeva nebyla výrazně narušena, je nejvíce zastoupeným stupněm rozkladu třída 3 (HARMON et al. 1986, SPETICH et al. 2002). JONSSON (2000) uvádí, že v pralesovitých boreálních porostech Švédska byla nejvíce zastoupena třída rozkladu 2 a 3, ale třídy rozkladu 4 a 5 měly také na rozdíl od hospodářských lesů vysoké zastoupení. K podobným výsledkům dospěl (SIITONEN et al. 2000) v lesích jižního Finska. V pralesovitých porostech bylo nejvíce zastoupeno mrtvé dřevo třídy rozkladu 3, ale podíl třídy rozkladu 5 byl na rozdíl od hospodářských lesů vyšší. Oba autoři přisuzují nedostatek mrtvého dřeva třídy rozkladu 5 v hospodářských lesích menším rozměrům mrtvého dřeva, které se přirozeně nachází v hospodářských

lesích a jeho relativně rychlejší dekompozici v porovnání s mrtvým dřevem v pralesech. Mrtvé dřevo menších rozměrů se rozkládá relativně rychleji a také se rychleji ztrácí z půdního povrchu v důsledku zarůstání vegetací (HARMON et al. 1986). V této studii bylo zjištěno nízké zastoupení rozkládajícího se dřeva v třídě 5 a naopak vyšší zastoupení mrtvého dřeva v počátečních třídách rozkladu. Pro tento fakt existuje několik vysvětlení; mrtvé dřevo klasifikované jako třída rozkladu 5 se stává pomalu součástí půdního profilu a proto jeho nalezení v nepřehledném terénu a bylinným pokryvem je ztíženo. Další důvodem může být ovlivnění přirozené dynamiky mrtvého dřeva činností člověka. V těchto klimatických a přírodních podmínkách (8. lvs) probíhá dekompozice mrtvého dřeva velmi pomalu $25 - 155$ let (VACEK 1982) a jestliže předpokládáme, že v minulosti došlo k narušení přirozené dynamiky tohoto lesního ekosystému činností člověka, je nižší zastoupení více rozložených stadií dřevní hmoty přirozené. Tento fakt podporuje i nález pařezů nebo kmenů, které byly prokazatelně uříznuty pilou a svědčí o minulé hospodářské aktivitě na daném území. Jako nejpravděpodobnější se jeví možnost kůrovcové asanační těžby formou jednotlivého výběru stromů na plochách. Počet pařezů nebo kmenů uříznutých pilou je menší na skupinách ploch A a B v porovnání s plochami skupiny C. Vědecké práce zabývající se „kvalitou“ mrtvé dřevní hmoty v našich přírodních podmínkách jsou vzácné. V práci HORTA a VRŠKY (1999), VRŠKY et al. (2001a, b, 2002) byla použita klasifikace tříd rozkladu vycházející z jiných podkladů a výsledky proto nejsou přímo srovnatelné.

Přirozené zmlazení v závislosti na typu podkladu a substrátu

Šetření provedené v této studii potvrdilo předpoklad, že obnova smrkového zmlazení v pásmu horských smrčín střední Evropy je významnou částí vázaná na výskyt tlejícího dřeva a mikrostanošti s ním spojených (MICHAL, PETŘÍČEK 1999). Důležitost mrtvého dřeva pro obnovu jehličnatých lesů v boreální a temperátní zóně je dobře známá z prací z Japonska (NARUKAWA et al. 2003), USA (McCULLOUGH 1948, HARMON, FRANKLIN 1989, HARMON 1989), Finska (SIITONEN et al. 2000) a Švédska (HOFGAARD 1993). K podobným výsledkům dospěli JONÁŠOVÁ (2004), HEURICH (2001) a JEHL (2001) v masivu české a německé části Šumavy, SZEWCYK a SZWAGRZYK (1996), HOLEKSA (1998) a MERGANIČ et al. (2003) v masivu Babí Hory a ZIELONKA a NIKLASSON (2001) v lesích masivu Tater. Mrtvé dřevo v pralesovitých porostech Babí Hory a Tater pokrývalo pouze kolem 5% povrchu, ale počet jedinců zmlazení rostoucích na tomto typu substrátu se pohyboval v rozmezí od 30 do 80% z celkového počtu jedinců smrku (HOLEKSA 1998, ZIELONKA, NIKLASSON 2001, MERGANIČ et al. 2003). Pro uchycení a následné přežívání přirozeného zmlazení má velký význam stupeň rozkladu mrtvého ležícího dřeva a jeho množství. Zatímco jednoroční semenáčky bylo možno nalézt na všech kategoriích kmenů, obnova přesahující registrační hranici 30 cm byla nalezena jenom na silně rozložených kmenech (HARMON 1989). HOLEKSA (1998), ZIELONKA, NIKLASSON (2001) a MERGANIČ et al. (2003) uvádějí, že pro výskyt dostatečné obnovy smrku je potřeba přítomnost mrtvého dřeva stupně rozkladu 3 a více (na škále pěti stupňů). To koresponduje se zjištěním JONÁŠOVÉ (2004) a JEHLA (2001), kteří sledovali obnovu smrku v kůrovcem postižených porostech na Šumavě. V odumřelých porostech byla zjištěna vysoká zásoba mrtvého dřeva, která vznikla v důsledku žíru kůrovce. Vzhledem k jeho malému stupni dekompozice se na jeho povrchu nevyskytovalo téměř žádné zmlazení. Zmlazení bylo nalezeno na kmenech, které nepocházely ze současné kalamity nebo na mikrostanoštích poblíž nově vzniklých kmenech, ale ne přímo na nich. Podle výsledků této studie se odrůstající zmlazení smrku v Trojmezenském pralese objevuje nejdříve na kmenech třídy rozkladu 3.

Závěr

Zásoba mrtvého dřeva ve studovaných porostech byla proměnlivá. Na plochách skupiny A byla průměrná zásoba mrtvého dřeva $134 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, na plochách skupiny B $92 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ a na plochách skupiny C $64 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Při srovnání výsledků této studie s údaji prezentovanými v dostupné literatuře lze dojít k názoru, že zjištěná zásoba mrtvého dřeva odpovídá množství, které se vykytuje v původních lesích. Na plochách A a B byl zjištěn poměr mrtvé a živé hmoty přibližně 1 : 1; zatímco na plochách C byl poměr zásoby mrtvé a živé hmoty 1 : 2 až 1 : 3. Podíl mrtvého dřeva v jednotlivých třídách rozkladu na plochách byl také proměnlivý. Z jednotlivých tříd rozkladu mrtvého dřeva byly na plochách nejvíce zastoupeny třídy jedna a dva. Mrtvé dřevo třídy rozkladu pět bylo na plochách zastoupeno méně. Tyto údaje naznačují, že dynamika mrtvého dřeva v dané oblasti mohla být v minulosti nějakým způsobem narušena. Rozdíly v zásobě a charakteru mrtvého dřeva na plochách A, B a C mohou mít několik příčin. Jedna z nich jsou rozdílné stanovištní a klimatické podmínky mezi spodní a horní částí rezervace. Další možnou příčinou je vliv hospodářské činnosti člověka v horní části rezervace. Výsledky této studie neumožňují jednoznačně stanovit příčinu, ale jako nejpravděpodobnější se jeví vliv všech jmenovaných faktorů. Na dalším výrazném ovlivnění dynamiky mrtvého dřeva v dané oblasti se podílí probíhající kůrovcová kalamita. Na výzkumných plochách bylo evidováno značné zastoupení souší, které však na druhou stranu nepřesahuje na většině ploch 40 %. U velké většiny těchto stromů dojde v důsledku hniloby doprovázející žír kůrovce k rozlámání a rozpadu během několika, maximálně však deseti let. Šetření provedené v této studii potvrdilo předpoklad, že vývoj smrkového zmlazení v pásnu horských smrčín střední Evropy je z velké části vázán na výskyt tlejícího dřeva a mikrostanovišť s ním spojených. Podobně jako v jiných studiích, tvořil podíl povrchu mrtvého dřeva z celkové plochy pouze 5 – 10 %. Přesto se na tlejícím dřevě nalézala významná část (v některých případech až 70 %) z celkového počtu jedinců zmlazení.

V průběhu této studie byly sledovány kvalitativní a kvantitativní charakteristiky odumřelého dřeva v rezervaci Trojmezna. Zásoba a kvalita mrtvého dřeva na plochách byly proměnlivé. Na plochách skupiny A bylo nalezeno v průměru $134 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, na plochách skupiny B $92 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ a na plochách skupiny C $64 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Při srovnání výsledků týkajících se množství mrtvého dřeva s údaji prezentovanými v dostupné literatuře je možné dojít k názoru, že množství odumřelého dřeva zjištěné na výzkumných plochách odpovídá ve většině případů objemu mrtvého dřeva vyskytujícího se v přirozených lesích. Výsledky podílu mrtvého dřeva v jednotlivých třídách rozkladu (kvalita mrtvého dřeva) na plochách byly také proměnlivé. Z jednotlivých tříd rozkladu mrtvého dřeva byly na výzkumných plochách nejvíce zastoupeny třídy jedna a dva, na druhou stranu výrazně chyběla třída pět. Tyto údaje naznačují, že dynamika mrtvé dřevní hmoty byla v minulosti narušena pravděpodobně sanitární těžbou stromů.

Rozdíly v zásobě a charakteru mrtvého dřeva na plochách A, B a C mohou mít několik příčin. Jedna z nich jsou rozdílné stanovištní podmínky mezi spodní a horní částí rezervace, které výrazně ovlivnily charakter lesa, a další je vliv hospodářské činnosti člověka v horní části rezervace. Výsledky této studie neumožňují jednoznačně stanovit příčinu, ale nejpravděpodobnější se jeví souhra obou dvou jmenovaných faktorů.

Na dalším výrazném ovlivnění dynamiky mrtvé dřevní biomasy v dané oblasti se podílí probíhající kůrovcová kalamita. Na výzkumných plochách bylo zjištěno poměrně značné zastoupení stojících odumřelých stromů právě v důsledku žíru kůrovce, které však na druhou stranu nepřesahuje na většině ploch 40 %. U velké většiny těchto stromů dojde v důsledku hniloby doprovázející žír kůrovce k rozlámání a rozpadu během několika maximálně však deseti let.

Mrtvé dřevo slouží jako substrát pro obnovu nové generace dřeva. Třebaže podíl povrchu mrtvého dřeva z celkové plochy tvořil pouze 5 – 10 %, nalézalo se na něm od 16 do 68 % celkového počtu jedinců zmlazení.

Ačkoli je mrtvé dřevo přirozenou a důležitou součástí všech typů lesních ekosystémů, údaje týkající se dynamiky mrtvého dřeva v lesních porostech v našich podmínkách jsou značně roztržité. Daná problematika si zasluhuje hlubší výzkum, zaměřený ne pouze na kvantitativní a kvalitativní zjištění charakteristik mrtvého dřeva, ale především na procesy a dynamiku rozkladu mrtvého dřeva.

Literatura

- AGEE, J. K., SMITH, L.: Subalpine tree reestablishment after fire in the Olympic Mountains. *Ecology*, 65, 1984, s. 810-819
- ARTHUR, M. J., FAHEY, T. J.: Mass and nutrient content of decaying boles in an Engelmann spruce – subalpine fir forest, Rocky Mountains National Park, Colorado. *Can. J. For. Res.*, 1990, č. 20, s. 730-737
- DOLEŽAL, J.: Druhov a prostorová struktura temperátního a boreálního lesa. Ms. (depon Katedra botaniky, Bf JU České Budějovice), 1998, 37 s.
- FRANKLIN, J. F., CROMACK, K., DENISON, W., MCKEE, A., MASER, C., SEDELL, J., SWANSON, F., JUDAY, G.: Ecological characteristics of old-growth Douglas-Fir forest. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-118*, 1981, 48 s.
- FRIDMAN, J., WALHEIM, M.: Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 131, 2000, s. 23-36
- GOFF, F. G.: Canopy-understory interaction effects on forest population structure. *Forest Science*, 21, 1975, č. 2, s. 99-108
- GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K.: Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39, Monograph, 29, 1993, 49 s.
- HANSEN, A. J., SPIES, T. A., SWANSON, F. J., OHMAN, J. L.: Conserving biodiversity in managed forest. *Lessons from natural forests. Bioscience*, 41, 1991, s. 382-392
- HARMON, M. E.: The influence of litter and humus accumulations and canopy openness on *Picea sitchensis* (BONG.) CARR. and *Tsuga heterophylla* (RAF.) SARG. Seedlings growing on logs. *Can. J. For. Res.*, 17, 1987, s. 1475-1479
- HARMON, M. E.: Effects of bark fragmentation on plant succession on conifer logs in the *Picea-Tsuga* forests of Olympic National Park, Washington. *American Midland Naturalist*, 121, 1989, s. 112-124
- HARMON, M. E., FRANKLIN, J. F., SWANSON, F. J., SOLLINS, P., GREGORY, S. V., LATTIN, J. D., ANDERSON, N. H., CLINE, S. P., AUMEN, N. G., SEDELL, J. R., LIENKAEMPER, G. W., CROMACK, K., CUMMINS, K. W.: Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 15, 1986, s. 133-302
- HARMON, M. E., FRANKLIN, J. F.: Tree seedlings on logs in *Picea-Tsuga* forests of Oregon and Washington. *Ecology*, 70, 1989, s. 48-49
- HEURICH, M.: Waldentwicklung im montanen Fichtenwald nach großflächigem Buchdruckerbefall im Nationalpark Bayerischer Wald. In: Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall. Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe 14, 2001, s. 99-177
- HOFGAARD, A.: Structure and regeneration pattern in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. *J. Veg. Sci.*, 4, 1993, s. 601-608
- HOLEKSA, J.: Rozpad drzewostanu i odnowienie swierka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego. *Monographie botanicae*, 82, 1998, 210 s.
- HOLEKSA, J.: Coarse woody debris in a Carpathian subalpine spruce forest. *Forstw. Cbl.*, 120, 2001, s. 256-270

- HORNGER, G., OHLSON, M., ZACKRISSON, O.: Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forest. *Can. J. For. Res.*, 27, 1997, s. 1015-1023
- HORT, L., VRŠKA, T.: Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých útvech v ČR. In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. T. Vrška (eds.), 8. – 9. 10. Vranov nad Dyjí, Správa NP Podyjí & Česká lesnická společnost 1999. 117 s.
- JAKUŠ, R.: Stanovisko k problematice odumierania lesa a ochranných opatrení v oblasti rezervácie Trojmezna v NP Šumava. www.sos-sumava.cz/indexy/posudjakus.htm, 2002
- JEHL, H.: Die Waldentwicklung nach Windwurf in den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald. In: Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall. Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe, 14, 2001, s. 49-99
- JELÍNEK, J.: Historický průzkum – Ověřování genofondu smrku ztepilého *P. abies* (L.) na vytypovaných lokalitách NP Šumava. Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, 1997
- JEZEK, K.: Množství odumřelého dřeva a přirozeného zmlazení na něm v horském lese. In: Současné trendy v pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, ČZU 2002, s. 33-38
- JONÁŠOVÁ, M.: Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) forests: regeneration of tree species after bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 2004, 23, s. 15-27.
- JONSSON, B. G.: Availability of coarse woody debris in a boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 11, 2000, s. 51-56
- KORPEL, Š.: Dynamics of natural spruce forest in the Western Tatras on the example of the state nature reserve Kotlový Zlab. *Zborník Prac o TANAP*, 33, 1993, s. 193-225
- KORPEL, Š.: Pralesy Slovenska. Bratislava, Slovenská akadémia vied 1989. 328 s.
- KRAUS, M.: Šetření objemu nezpracovaného dřeva v lesích na území České republiky. In: Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. T. Vrška (eds.). Vranov nad Dyjí, Správa NP Podyjí & Česká lesnická společnost 1999, s. 68-73
- KRUYIS, N., FRIES, C., JONSSON, B. G., LAMAS, T., STAHL, G.: Wood-inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Picea abies*) trees in managed Swedish boreal forests. *Can. J. For. Res.*, 29, 1999, s. 178-186
- KRUYIS, N., JONSSON, B. G.: Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. *Can. J. For. Res.*, 29, 1999, s. 1295-1299
- LEPŠOVÁ, A.: Ectomycorrhizal system of naturally established Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) seedlings from different microhabitats – forest floor and coarse woody debris. *Silva Gabreta*, 7, 2001, s. 223 – 234
- MASER, C., TRAPPE, J. M.: The seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-164, 1984, 54 s.
- MASER, C., STEVEN, P. C., CROMAK, K., TRAPPE, J. M., HANSEN, E.: What we know about large trees that fall to the forest floor. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-229, 1988, 153 s.
- MASER, C., TARRANT, R. F., TRAPPE, J. M., FRANKLIN, J. F.: From the forest to the sea: a story of the fallen tree. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-229, 1998, 153 s.
- MCCULLOUGH, H. A.: Plant succession on fallen logs in a virgin spruce-fir forest. *Ecology*, 29, 1948, s. 508-513
- MERGANIČ, J., VORČÁK, J., MERGANICOVÁ, K., ĎURSKÝ, J., MIKOVÁ, A., ŠKVARENINA, J., TUČEK, J., MINDÁŠ, J.: Monitoring diverzity horských lesov severnej Oravy. *Tvrdošín, EFRA 2003*. 200 s.
- MÍCHAL, I., PETŘÍČEK, V. (eds.): Péče o chráněná území II. Lesní společenstva. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny v ČR 1999. 714 s.
- MÍCHAL, I.: Dynamika přírodního lesa I až VI. *Živa*, 1983, XXXI (LXIX), s. 1-6, 8-13, 48-53, 85-88, 128-133, 163-168, 233-238
- MOSEK, K.: Diameter structure as an indicator of the forest state and of the future forest development. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava, Kostelec nad Černými lesy, ČZU 2000, s. 107 – 113
- NARUKAWA, Y., IIDA, S., TANOUCI, H., ABE, S., YAMAMOTO, S. I.: State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. *Ecological Research*, 18, 2003, č. 3, s. 267-277
- NEUHASLOVÁ, Z. (ed.): Mapa potenciální přirozené vegetace národního parku Šumava. *Silva Gabreta, Suplementum 1*, 2001. 190 s.
- OHLSON, M., SODERSTROM, L., HORNGER, G., ZACKRISSON, O., HERMANSSON, J.: Habitat qualities versus long-term continuity as determinants of biodiversity in boreal old-growth swamp forests. *Biological Conservation*, 81, 1997, s. 221-231
- PRŮŠA, E.: Přirozené lesy České republiky. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1990. 246 s.
- ROUVINEN, S., KUULUVAINEN, T., KARJALAINEN, L.: Coarse woody debris in old *Pinus sylvestris* dominated forests along a geographic and human impact gradient in boreal Fennoscandia. *Can. J. For. Res.*, 32, 2002, č. 12, s. 2184-2200
- SANIGA, M.: Dynamika zmeny podielu mrtvého dreva v smrkovom pralese v rámci jeho vývojového cyklu. *Acta Facultatis Forestalis, Zvolen – Slovakia*, XLIII, 2001, s. 295-308
- SANIGA, M., SCHUTZ, J. P.: Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. *J. For. Science*, 47, 2001a, č. 12, s. 557-565
- SANIGA, M., SCHUTZ, J. P.: Dynamik des Tothholzes in zwei gemischten Urwaldern der Westkarpaten in pflanzen-geographischen Bereich der Tannen-Buchen und Buchen. *Waldern in verschiedenen Entwicklungsstadien. Schweiz. Z. Forstwes.*, 152, 2001b, s. 407-416
- SCHMIDT-VOGT, H.: Struktur und Dynamik natürlichen Fichtenwalder in der borealen Nadelwaldzone. *Schweiz. Zeitschr. Forstw.*, 136/12, 1985, s. 977-944
- SIOTEN, J., MARTIKAINEN, P., PUNTILLA, P., RAUH, J.: Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *Forest Ecology and Management*, 128, 2000, s. 211-225
- SPETICH, A. M.: Coarse woody debris of a prerestoration shortleaf pine-bluestem forest. In: Outcalt, K. W., (ed.) Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Gen. Tech. Rep. SRS-48. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 2002, 622 s.
- SPIES, T. A., FRANKLIN, F. J., THOMAS, T. B.: Coarse woody debris in Douglas-Fir forests of western Oregon and Washington. *Ecology*, 69, 1988, s. 1689-1702
- ŠRÚTEK, M., LEPS, J.: Variation in structure of *Larix-olgensis* stands along the altitudinal gradient on Paektu-san, Changbai-shan, North-Korea. *Arctic and Alpine Research*, 26, 1994, č. 2, s. 166-173
- ŠRÚTEK, M., DOLEŽAL, J., HARA, T.: Spatial structure and associations in a *Pinus canariensis* population at the treeline, Pico del Teide, Tenerife, Canary Islands. *Arctic and Alpine Research*, 4, 2002, č. 2, s. 201-210
- STEVENS, V.: The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B. C. forests. *Res. Br., B. C. Min. For., Victoria, B. C. Work. Pap.* 30, 1997, 26 s.
- STURTEVANT, B. R., BISSONNETTER, J. A., LONG, J. N., ROBERTS D. W.: Coarse woody debris as a function of age, stand structure, and disturbance in boreal Newfoundland. *Ecological Applications*, 7, 1997, s. 702-712

- SVOBODA, M.: Biological activity, nitrogen dynamics, and chemical characteristics of the Norway spruce forest soils in the National Park Šumava (Bohemian Forest). *J. For. Science*, 49, 2003a, č. 7, s. 302-312
- SVOBODA, M.: Tree layer disintegration and its impact on understory vegetation and humus forms state in the Šumava National Park. *Silva Gabreta*, 9, 2003b, s. 201-216
- SVOBODA, M.: Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezny ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*, 2005, v tisku.
- SZEWCZYK, J., SZWAGRZYK, J.: Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand. *Vegetatio*, 122, 1991, č. 1, s. 37-46
- VACEK, S.: Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčinách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27, 1982, č. 2, s. 5-11
- VOJTĚCHOVSKÝ, J.: Hospodářská úprava lesů 1. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1980. 132 s.
- VRŠKA, T., HORT, L., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D., ADAM, D.: The Boubín virgin forest after 24 years (1972 - 1996) – development of tree layer. *J. For. Science*, 47, 2001a, č. 10, s. 439-460
- VRŠKA, T., HORT, L., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D., ADAM, D.: The Milešice virgin forest after 24 years (1972 - 1996). *J. For. Science*, 47, 2001b, č. 6, s. 255-277
- VRŠKA, T., HORT, L., ADAM, D., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D.: Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Svazek I – Českomoravská vrchovina – Polom, Žákova hora. Praha, Academia 2002. 213 s.
- VRŠKA, T., HORT, L.: Terminologie pro lesy v chráněných územích. *Lesnická práce*, 11, 2003, s. 585-587
- ZIELONKA, T., NIKLASSON, M.: Dynamics of dead wood and regeneration patterns in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland. *Ecol. Bull.*, 49, 2001, s. 159-163

Poděkování:

Tato studie vznikla za finanční podpory MŽP ČR, projektu VaV /620/8/03 „Sledování dynamiky a obnovy lesa v oblasti postižené kůrovcem v NP Šumava“ a podpory GA FLE, projektu „Hodnocení tlejícího dřeva z hlediska výskytu dekompozičních typů a jeho funkce jako substrátu pro obnovu dřevin v horském smrkovém lese“.

Autor příspěvku děkuje A. Lepšové z BF JČU za cenné konzultace při přípravě a zpracování projektu. Poděkování patří také V. Struhalovi a L. Sládkové z FLE ČZU za pomoc při terénním sběru dat.

Recenzováno

Lokalita/Locality	Rok/Year	Objem/Volume (m ³ · ha ⁻¹)	Zdroj/Source
Šumava (Trojmezenský prales)	2001	88 - 158 ³	tato studie/this study
Oravské Beskydy (Pilsko)	1995	74 - 218	SANIGA (2001)
Babí Hora (Kotlina)	1995	188 - 240	SANIGA (2001)
Babí Hora	1980	158 ¹	KORPEL (1989)
Babí Hora	2002	147 ¹	MERGANIČ et al. (2003)
Kotlový Žlab (Tatry)	1988	159 ¹	KORPEL (1993)
Babí Hora (Jižní svah)	1999	131 ¹	HOLEKSA (2001)
Krkonoše (Labský důl)	1980	114 ¹	VACEK (1982)
Beskydy (Kněhyně – Čertův Mlýn)	2001	22 – 144 ²	JEŽEK (2002)

1 Objem mrtvého dřeva zahrnuje ležící kmeny i stojící souše/Deadwood volume includes lying stems and standing snags.

2 Objem mrtvého dřeva zahrnuje pravděpodobně pouze ležící kmeny/Deadwood volume may include only lying stems.

3 Objem dřeva zahrnuje ležící kmeny a stojící souše třídy rozkladu 3 a 4/Wood volume includes lying stems and standing snags of decline class 3 and 4.

Tab. 8.

Objem mrtvého dřeva (souše i ležící kmeny) v horském smrkovém lese v horských oblastech střední Evropy
Deadwood volume (snags and logs) in mountain spruce forests in mountain areas of Central Europe region

RETENČNÍ SCHOPNOST SVRCHNÍ VRSTVY PŮD LESNÍCH POROSTŮ S RŮZNÝM DRUHOVÝM SLOŽENÍM

Retention potential of the upper soil layer in forest stands with different species composition

Abstract

Species composition determines the function potential of particular forest stands. Forest ecosystems of the Czech region are highly changed as for their species, age and space structure. Presented study deals with changes of retention potential after tree species shift of forest ecosystems, in the humus forms (holorganic layers and the top part of the mineral soil profile). This retention potential depends on the holorganic matter amounts and the soil physical characteristics of the mineral soil profiles. Both soil compartments were studied in stands of the natural species composition (mixed broadleaved forests - oak-hornbeam), and in the stands of changed composition: Norway spruce and introduced conifers - Douglas fir and Giant fir. Age of all stands was comparable and the site characteristics were the same. Results confirmed different organic matter dynamics in coniferous stands compared to the broadleaved forest, as well as minor differences in pedophysical characteristics. These facts reflect similar retention capacities of stands with changed tree species composition. Degradation trends can be supposed on clear-cut.

Klíčová slova: lesní půdy, retenční potenciál, hydrická funkce, druhové složení, hospodářské zásahy

Key words: forest soils, retention potential, hydrological function, species composition, management

Úvod

V souvislosti se záplavami pozdního léta roku 2002 se objevilo mnoho spekulací, nakolik se na vzniklé situaci podílelo lesní hospodářství se svými aktivitami, resp. hospodařením. Od ekologických aktivistů až po ministerskou úroveň zazněly názory o tom, že listnaté porosty s původním druhovým složením by zabránily vzniku takových stavů, jakých jsme byli bohužel svědky. Některé zmínky byly při současných znalostech až nesmyslné. Výsledky lesnického (resp. ekologického) výzkumu však dokládají podstatně realističtější obraz (KANTOR, ŠACH 2002). Všechny lesní ekosystémy mají určitý limit pro plnění svých ekologických i environmentálních funkcí. Cílem předkládaného příspěvku pak je doložit retenční potenciál svrchní vrstvy půdy lesních porostů s různým druhovým složením v typické oblasti středních Čech. Právě zde byla většina lesů s původním složením nahrazena jehličnatými monokulturami, z nichž značnou část zaujímají porosty smrku. Časté jsou i výsadby produkčně zajímavých exot. Na dvě z nich, douglasku tisolistou a jedlí obrovskou, se rovněž zaměřil představovaný výzkum.

Metodika

Výzkumné práce byly soustředěny do série porostů v typických stanovištních podmínkách širokých oblastí středočeského regionu. Porosty se nacházejí na území Školního lesního podniku ČZU v Praze. Typologicky se jedná o svěží stanoviště třetího, tj. dubo-bukového vegetačního stupně, nadmořská výška lokalit je 350 m n. m., průměrná roční teplota kolem 7,5 °C, průměrné roční srážky byly v minulých desetiletích kolem 650 mm, v roce 2001 přes 850 mm a v r. 2002 přes 900 mm (meteorologická stanice provozovaná našim pracovištěm se nachází několik set metrů od sledované lokality). Charakteristiky porostů jsou uvedeny v tab. 1. Holina vznikla ve vegetační sezoně roku 2001. Půdní typ je určen jako Luvizem až Kambizem luvická.

Retenční potenciál byl stanovován pro nejsvrchnější vrstvu půd, resp. pro humusovou formu (GREEN et al 1993). Holorganické horizonty byly odebírány kvantitativně pomocí železného rámečku 25 x 25 cm podle jednotlivých genetických horizontů nadložního humusu. Hmotnost sušiny byla stanovena při 105 °C. Ze svrchní vrstvy (10 cm) minerálního půdního tělesa byly vzorky odebírány pomocí Kopeckého válečku v pěti opakováních a standardními postupy byly stanoveny základní

pedofyzikální charakteristiky. Odběry byly prováděny vždy v podzimním období let 2000 – 2002, na místech bez přizemní vegetace (pokryvnost byla do 10 %).

Rozdíl retenčního potenciálu pro holorganické vrstvy půd jednotlivých dřevin byl stanoven jako rozdíl obsahů vlhkosti horizontů nadložního humusu stanovených v jiných terénních šetřeních. Při stanovení obsahu vody (procentické vlhkosti) byly v terénních podmínkách v rámci velkého množství pokusů ve všech oblastech ČR zjištěny našim pracovištěm hodnoty v rozmezí 80 - 20 váhových procent. Rozdíl těchto hodnot, předpokládaných jako rozmezí přibližně plného nasycení a naopak minimálního stavu v suché periodě, vynásobený hmotností holorganických horizontů, představoval odhad retenčních schopností nadložního humusu v terénních poměrech. Výsledky byly přepočteny na mm vodního sloupce (zachycených srážek). Organická hmota tak mohla zadržet až 4x více vody, než činila hmotnost sušiny. Retenční potenciál svrchních 10 cm minerálního půdního tělesa byl vypočten z hodnot maximální vodní kapacity, přepočtených na mm vodního sloupce.

Plocha/Plot	1	2	3	4	5	6
Porost/Stand	118B5	118B3	118B5	118B2	118B3	121A
Lesní typ -LT/ Forest type	3S1	3S1	3S1	3S1	3S1	3S1
Nadm. výška/ Elevation	350	350	350	350	350	350
Druh/Species	DB, HB	DG	SM	SM	JDo	Holina
Věk (roky)/ Age (years)	55	39	55	24	35	0

Tab. 1.

Charakteristika studovaných porostů

Description of examined forest stands

DB- dub/oak; HB – habr/hornbeam; DG – douglaska/Douglas fir; SM – smrk/spruce; JDo – jedle obrovská/giant fir; Holina/Clearcut

Výsledky a diskuse

Výsledky šetření prokázaly značně rozdílný charakter humusových forem v jednotlivých porostech. Akumulace byla nejvyšší v porostech s dominancí smrku (holina vznikla na místě porostu s dominujícím smrkem a borovicí), introdukované dřeviny se vyznačovaly tvorbou opadu s rychlejším rozkladem a humifikací (tab. 2). Nejintenzivnější cyklus organické hmoty byl doložen v porostu s přirozeným druhovým složením. Humusové formy je v porostech jehličnanů a na holině (po jehličnatém porostu) možno určit jako moder, v porostu listnáčů jako mul.

Také pedofyzikální charakteristiky nejsvrchnějšího půdního minerálního horizontu se dosti lišily (tab. 3), a to dokonce statisticky významně. Byly poměrně příznivé v porostu listnáčů a dosti zhoršené v porostech konifer a především na holině. Vznik holiny tak přispívá k výraznému zhoršení podmínek půdního prostředí.

Tab. 4 uvádí rozdíly v retenční schopnosti půd různých typů porostů. Zde se hodnoty retenčního potenciálu nelišily příliš výrazně. Nejnížší byly v jednom ze sledovaných porostů smrku a potom podle očekávání na holině. Nejnížší retenční potenciál holorganických vrstev listnatého porostu byl kompenzován nejvyššími hodnotami této veličiny v minerální zemině.

Vyšší objemová vlhkost na holině a pod listnáči snižuje retenční schopnost svrchní deseticentimetrové minerální vrstvy půdy tak, že okamžitý retenční potenciál této vrstvy je na holině 6,6 mm vodního sloupce a pod listnáči 13,9 mm vodního sloupce. Pod jehličnany se přitom pohybuje od 25,7 do 29,8 mm s výjimkou nejmladšího smrku, kde dosahuje jen 17,6 mm vodního sloupce.

Pro poměrně nízký věk studovaných porostů nelze předpokládat výrazné rozdíly v charakteru půd. Přesto byly v daných podmínkách zjištěny změny pedochemických vlastností humusových forem, indikující počátek jejich degradace (PODRÁZSKÝ 2003, PODRÁZSKÝ, REMEŠ, LIAO 2002). Na druhé straně dosud nelze hovořit o degradaci pedofyzikálních podmínek. Z hlediska hydrických funkcí lesa, respektive složky humusových forem, jsou dosud studované lesní ekosystémy rovnocenné. Kritičtější je však situace na holině, kde po mineralizaci nadložního humusu a ulehnutí lesních půd hrozí skutečně výrazné zhoršení plnění hydrických funkcí lesa.

Závěr

Výsledky sledování nedoložily výrazné změny v retenčním potenciálu humusových forem studovaných porostů za období 30 - 40 let. Smíšený porost s přirozeným druhovým složením se vyznačoval nejnížší retenční schopností holorganických a nejvyšším potenciálem minerálních horizontů. Výraznější trend degradace lze předpokládat na holině.

Jako prevenci nežádoucích trendů lze jednoznačně doporučit pěstování porostů s vysokou produkční schopností, ale i s příměsí způsobující zlepšení pedofyzikálních vlastností hlubších horizontů. Zastoupení listnatých dřevin do výše neomezující výrazně produkci dominantní porostní části, zhruba do 30 - 40 % výčetní základny, by mělo značně přispět k zamezení degradace, eventuálně ke zlepšení půdních vlastností. Výrazný pak bude spíše rozdíl lesní-nelesní ekosystémy a z toho vyplývající zásadní význam vhodné krajinné struktury i struktury lesních porostů, včetně vhodného typu hospodaření v lesích, omezujícího holoseče a výrazný vliv mechanizace.

Porost/Stand Horizont/Horizon	¹ DB+HB	² DG	³ SM	⁴ SM	⁵ JDo	⁶ Holina
L + F1	0,96	---	6,24	6,02	4,38	
F2	2,68	6,8	7,00			5,00
H	6,10	15,2	11,17	22,62	12,15	20,00
Suma/Sum	9,74	21,80	24,47	28,64	16,53	25,00

Tab. 2.

Akumulace nadložního humusu ve studovaných porostech (zásoba sušiny – t/ha)

Storage of forest floor in examined forest stands (dry matter in metric tons per ha)

DB - dub/oak; HB – habr/hornbeam; DG – douglaska/Douglas fir; SM – smrk/spruce; JDo – jedle obrovská/giant fir; Holina/Clearcut

Dřevina/Tree species	Objemová vkost/ Volume moisture	Objemová hmotnost/ Volume weight	Specifická hmotnost/ Specific weight	Pórovitost/ Porosity	Max. vodní kapacita dle NOVÁKA ¹	Min. vzdušná kapacita ²
	%	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%
Listnáče/Deciduous	31,1 d	0,82 a	2,50 a	67,5 d	45,0 d	22,5 b
DG	13,1 ab	1,05 c	2,57 b	59,0 b	38,8 bc	20,2 ab
SM1	16,1 c	0,92 ab	2,57 b	64,1 cd	33,7 a	30,4 c
SM2	12,3 a	0,97 bc	2,58 b	62,4 bc	42,1 cd	20,3 ab
JDo	15,4 bc	0,97 bc	2,58 b	62,3 bc	43,9 d	18,4 ab
Holina/Clearcut	29,8 d	1,25 d	2,55 ab	51,0 a	36,4 ab	14,6 a

¹ Max. water capacity according to NOVÁK; ² Min. air capacity

Tab. 3.

Základní pedofyzikální charakteristiky svrchní vrstvy minerální půdy v porostech různých dřevin (momentální hodnoty po týdnu bez srážek)

Basic hydrophysical properties of the upper layer of the mineral soil in forest stands with various tree species composition (momental values after one week of rainless period)

DG – douglaska/Douglas fir; SM – smrk/spruce; JDo – jedle obrovská/giant fir; Holina/Clearcut

Dřevina/ Tree species	Max. retenční schopnost nadložního humusu/ Max. retention ability of forest floor	Max. retenční schopnost svrchních 10 cm minerální zeminy/ Max. retention ability of upper 10 cm of mineral soil	Celkový retenční potenciál humusové formy (povrchových půdních horizontů)/ Total retention potential of humus form (surface soil horizons)
	mm	mm	mm
Listnáče/ Deciduous	3,7	45,0	48,7
DG	8,1	38,8	46,9
SM1	9,2	33,7	42,9
SM2	10,7	42,1	52,8
JDo	6,2	43,9	50,1
Holina/Clearcut	9,4	36,4	45,8

Tab. 4.

Maximální retenční schopnost půd v porostech různých dřevin

Maximum water holding capacity of soil in forest stands with various tree species composition

DG – douglaska/Douglas fir; SM – smrk/spruce; Jdo – jedle obrovská/giant fir; Holina/Clearcut

Literatura

- GREEN, R. N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K.: Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science. 39, 1993, Monograph č. 29, Supplement to Nr. 1, 49 s.
- KANTOR, P., ŠACH, F.: Možnosti lesů při tlumení povodní. Lesnická práce, 81, 2002, č. 11, s. 494 - 495.
- PODRÁZSKÝ, V.: Effects of Giant fir cultivation on the humus form. Scientia Agriculturae Bohemica, 34, 2003, č. 3, s. 63 – 66.
- PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., LIAO, CH. Y.: Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (MIRB./FRANCO) na stav humusových forem lesních půd – srovnání se smrkem ztepilým. Zprávy lesnického výzkumu, 46, 2002, č. 2, s. 86 – 89.

Recenzent: Doc. Ing. J. Kulhavý, CSc.

Poznámka: Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu LF ČZU v Praze, VaV 610/10/00 Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diversity ve zvláště chráněných územích a výzkumného záměru LF ČZU v Praze MSM 414100008 Možnosti zvyšování ekologické stability, retence a akumulace vody v krajině. Předběžné výsledky byly prezentovány na semináři Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů 20. a 21. 11. 2003 v Kostelci nad Černými lesy.

POZNATKY Z MONITORINGU JAKOSTI DROBNÝCH VODNÍCH ZDROJŮ V ZALESNĚNÝCH POVODÍCH

Experiences with qualitative monitoring of small water resources in forested catchments

Abstract

Comprised in monitoring of forest ecosystems from the viewpoint of human nutrition chain, in 2000 - 2003 the assessment of small resources and streams was carried out related to chemical composition of water. Samples from 267 localities were analyzed within 37 forest areas distributed all over the territory of the Czech Republic. One of the assessed coefficients was water acidity. Values of pH for 75.3 % of samples ranged between 6.5 – 9.5, 24.7 % of samples had pH lower than 6.5 (minimal value pH 3.83). Occurrence of low pH values is principally significant and in many cases corresponds with high content of aluminium. The most critical acidity was in the forest area Jizerské Mts. (94.1 % of samples with pH lower than 6.5 and average pH value only 5.82). Most samples with pH lower than 6.5 also overrun the limiting value for aluminium ($0.2 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Totally the limiting value for Al exceeded 20.2 % of samples. The values for magnesium (Mg) are very low. The average real value of concentrations is only $5.36 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Totally 82.4 % of samples show Mg concentrations lower than minimal $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. The lowest average concentrations are in the forest area Novohradské Mts. (average $1.236 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) and Šumava Mts. (average $1.305 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), average concentrations are also very low in the forest areas Jizerské Mts., Lužická Sandstones, Český les, Krkonoše Mts., and Jihočeské basins. Values of calcium did not reach the minimal limiting value of $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ and were found in 77.2 % of samples, mainly also in the forest areas of the Bohemian boundary mountains. The area of south-eastern Moravia showed to be the most favourable. Also here, similarly as at magnesium, mineral parent rock and soil influence the water. Of other elements coefficients of iron overrun the standard in much lower extent (18.4 %). Values of sodium, manganese, copper and sulphates did not overreach the limiting values in any case. Only in one case the value of fluorides was over the limit defined by the instruction.

Klíčová slova: lesní oblasti, vodní zdroje, monitoring, analýzy, povodí, zalesňování

Key words: forest areas, water sources, monitoring, analyses, catchments, forestation

Úvod

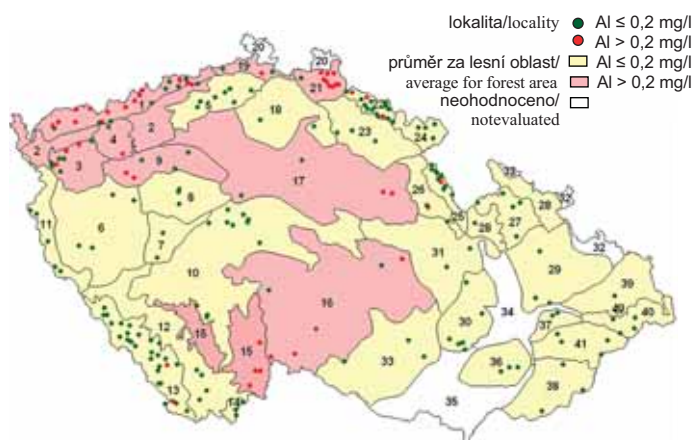
Sledování kvalitativních ukazatelů vody, odtékající z lesa, má ve VÚLHM dlouholetou tradici. V řadě výzkumných úkolů, zaměřených na koloběh prvků v lesních ekosystémech a změny, způsobené depozicí imisních látek, byla této problematice věnována pozornost již od 70. let 20. století. V té době byl výzkum zaměřen převážně na dlouhodobé výzkumné plochy v imisních oblastech Krušných hor, Orlických hor a Beskyd. Chemické složení vody v drobných zdrojích bylo vždy zkoumáno v souvislosti s dynamikou prvků v celém lesním prostředí. Bylo potvrzeno, že jakost odtékající vody je dobrým indikátorem stavu celého ekosystému i jeho antropického ovlivnění.

Proto bylo sledování drobných vodních zdrojů zařazeno od roku 2000 i do programu monitoringu lesních ekosystémů s vazbou na potravní řetězec, který garantuje odbor potravinářské výroby Ministerstva zemědělství. V rámci tohoto programu jsou v lesním prostředí monitorovány i další složky, které jsou významné z hlediska kontaminace cizorodými látkami. Jako indikátory zatížení těžkými kovy, organochlorovými pesticidy, polycyklickými aromatickými uhlovodíky a polychlorovanými bifenoly jsou využívány jedlé houby, případně i některé druhy mechorostů.

Voda ze zalesněných povodí je důležitým zdrojem pro další využití v systému zásobení obyvatelstva pitnou vodou. Povodí většiny vodárenských nádrží tvoří lesní porosty, zanedbatelné nejsou ani drobné zdroje pro lokální využití. Voda se tak stala jednou z komodit, u níž jsou sledovány některé její ukazatele nejen při technologické úpravě a dodávce ke spotřebiteli, ale již přímo v prostředí, kde se tyto zdroje přirozeně vytvářejí a transformují.

Metodika

Sledování vodních zdrojů v rámci programu monitoringu cizorodých látek je založeno na plošném pokrytí nejdůležitějších lesních oblastí (LO) České republiky. Od roku 2000 probíhalo základní orientační šetření, v jehož rámci byly v naprosté většině lesních oblastí vybrány reprezentativní profily a provedeny odběry vzorků s následnou analýzou chemického složení vody. V této fázi šlo o přibližně 5 lokalit v každé z hodnocených lesních oblastí. Lesní oblasti byly jako základ pro hodnocení vybrány záměrně proto, že toto geografické rozčlenění nejlépe vystihuje oblasti s obdobnými stanovištními, růstovými i dalšími ekologickými podmínkami. Výběr konkrétních lokalit (odběrních profilů) byl zaměřen přednostně do povodí s maximálním podílem lesní půdy a s minimem bodových zdrojů kontaminace vody (komunální znečištění v okolí sídel). Převážnou část vybraných zdrojů tvořily drobné vodní toky, menší část prameny a jiné zdroje podzemní vody. Pod pojmem „vodní zdroj“ jsou v tomto šetření chápány zejména neupravené drobné vodní toky, prameny a pramenní vývěry a jen v ojedinělých případech k přímému odběru pitné vody upravené prameny a studny. Jednotlivé profily jsou charakterizovány



Obr. 1.
Obsah AL ve vodách v letech 2000 - 2003/
Al content in water in 2000 – 2003

v zeměpisných souřadnicích, které slouží následně i pro zpracování výsledků rozborů v systému GIS.

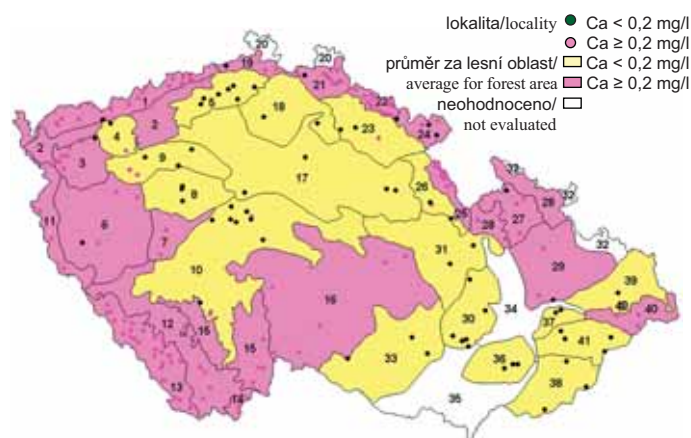
V následujícím období byla soustava profilů postupně dále zahušťována a na základě výsledků tohoto šetření dochází postupně k podrobnějšímu hodnocení jednotlivých vodohospodářsky a lesnický významných oblastí. V této fázi je rozšířen počet odběrů na cca 20 - 30 v rámci jedné lesní oblasti a cílem je postihnout širší spektrum konkrétních podmínek. To umožňuje mnohem lépe charakterizovat sumárně vlastnosti odtékající vody v jednotlivých oblastech a zejména regionální specifika a trendy. Celkem je koncem roku 2003 analyzováno již 267 profilů.

Pozornost byla věnována i časovému měřítku, resp. potřebné frekvenci odběrů. V rámci orientačního šetření byly vybrány profily, kde byly prováděny opakované odběry během roku, v různých klimaticko-hydrologických podmínkách. Již na základě dlouhodobých výsledků předchozích výzkumů existoval předpoklad, že kolísání hodnot jednotlivých hlavních parametrů v průběhu roku bude pro daný účel nevýznamné. To potvrdilo i provedené vyhodnocení podrobných opakovaných rozborů a proto je i nadále preferováno hodnocení většího množství profilů v jednorázovém termínu před analýzami opakovaných odběrů. K těm se přistupuje pouze v odůvodněných případech při zjištění nadlimitních hodnot nebo z jiných důvodů.

Vzorky vody byly analyzovány v útvaru zkušebních laboratoří VÚLHM Jíloviště–Strnady podle metodiky, užívané v rámci mezinárodního programu ICP Forests. Výjimku tvořila v roce 2000 rtuť, jejíž analýza byla provedena v laboratoři Slovákých vodáren a kanalizací, a. s., v Uherském Hradišti (podle TNN 71 74 40 a ČSN EN 1483). Na základě výsledků z roku 2000 již nebyla v letech 2001 až 2003 rtuť analyzována.

Základem hodnocení byly v letech 2000 – 2001 vybrané ukazatele ČSN 75 7111 z hlediska chemického složení vody. Nebyly hodnoceny fyzikální, biologické a mikrobiologické ukazatele. Od roku 2002 bylo hodnocení prováděno podle ukazatelů Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 376/2000 Sb. Současně bylo provedeno přehodnocení souborů výsledků z předchozích let podle této vyhlášky.

Cílem probíhajícího monitoringu je postupně výše uvedeným podrobnějším šetřením analyzovat stav jednotlivých významných lesních oblastí a to nejen jako informaci o stavu vodních zdrojů, ale i jako odraz antropogenního ovlivnění lesního prostředí. V případě vhodně zvolené periodicity opakování mohou být zajímavé i trendy vývoje.



Obr. 2.
Obsah Ca ve vodách v letech 2000 - 2003
Ca content in water in 2000 – 2003

Výsledky a diskuse

Předložené vyhodnocení se vztahuje k celému souboru výsledků z let 2000 – 2003. Původně bylo hodnocení prováděno podle ukazatelů ČSN 75 7111. V roce 2002 byl celý soubor výsledků přehodnocen podle ukazatelů vyhlášky MZd č. 376/2000 Sb. Do tohoto hodnocení byly zahrnuty i výsledky následujících let 2002 a 2003.

Ukazatele, dané vyhláškou MZd č. 376/2000 Sb., zpřísnily hodnocení oproti dříve použité ČSN 75 7111 zejména u reakce vody (pH), kde to mělo přímý dopad na výsledky hodnocení. Dále pak k určitým změnám ukazatelů došlo i u manganu, mědi a železa, zde však s výjimkou železa leží zjišťované koncentrace hluboko pod mezními hodnotami. Specifickou otázkou je vápník a hořčík, kde nová legislativa reagovala na skutečný zdravotně-hygienický význam těchto prvků a stanovila pro ně naopak spodní minimální hranice koncentrací (mezní hodnotu) a doporučenou hodnotu. Některé významné ukazatele, resp. jejich úroveň ve srovnání s mezními hodnotami jsou znázorněny v obrázcích - mapkách.

U všech vzorků byla měřena reakce – hodnota pH. Z tohoto hlediska leželo 75,3 % vzorků v rozpětí poměrně vysokých normovaných hodnot pH 6,5 – 9,5, naopak u 24,7 % vzorků bylo zjištěno pH nižší než 6,5 (minimální hodnota pH 3,83). Jako závažný je nutno hodnotit výskyt nízkých hodnot pH, často nižších než 5,0, které v mnoha případech navíc korespondují s vysokým obsahem hliníku. Z dosavadních výzkumů lesního prostředí vyplývá, že hliník je uvolňován z půdního prostředí právě v důsledku okyselení a narušení pevných chemických vazeb. Z pohledu kyselosti byla nejkritičtější LO Jizerské hory (94,1 % vzorků s pH nižším než 6,5), kde byla zároveň vypočtena jedna z nejnižších průměrných hodnot pH - 5,823. Dále to byly Krušné hory (65 % vzorků s pH nižším než 6,5) - průměrná hodnota pH 6,038. Rovněž v LO Jihočeské pánve je vysoký podíl velmi kyselých zdrojů (průměr pH 5,597), zde však jde především o vliv přirozeně kyselých slatinných a zrašelinělých půd zkoumaných povodí.

U většiny ze vzorků, u nichž je pH nižší než 6,5, byla zároveň překročena mezní hodnota pro hliník (0,2 mg · l⁻¹). Celkem byla mezní hodnota Al překročena u 20,2 % vzorků. Výrazné to bylo zejména u LO Jihočeské pánve (100 % vzorků – zde je to ale především dáno výběrem profilů v souvisle zalesněných povodích s převahou slatinných půd), Jizerské hory (70,6 %), Krušné hory (65 %), Českomoravská vrchovina (57,1 %), Krkonoše (15 %).

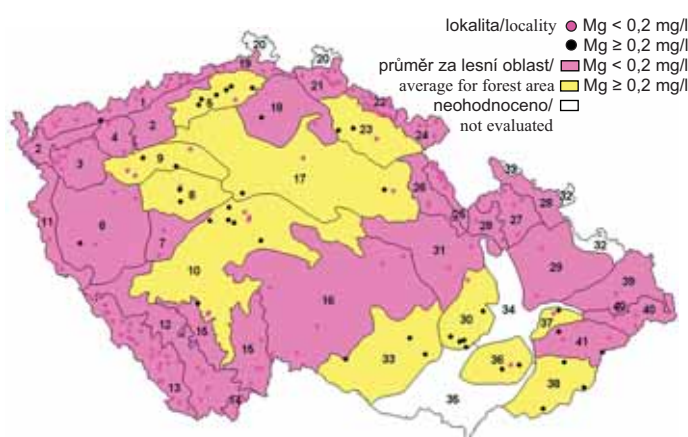
Z dalších prvků bylo již v mnohem menší míře zjištěno překročení normovaných ukazatelů u železa (18,4 %). Hodnoty sodíku, manganu, mědi ani síranů nepřekročily mezní hodnoty v žádném případě. V jednom případě byla překročena vyhláškou stanovená mezní hodnota fluoridů. Bylo to v povodí v Krušných horách, kde v minulosti probíhala těžba fluoritu a jsou zde dosud patrné pozůstatky důlní činnosti.

Koncentrace rtuti byla zjišťována na omezeném souboru 44 lokalit v roce 2000. Ve všech případech byly výsledky negativní – koncentrace pod mezí detekce použité metody stanovení, tedy menší než 0,05 µg · l⁻¹. Proto bylo od roku 2001 od tohoto sledování upuštěno. Přesto jde o velmi významný údaj, neboť rtuť je často zjišťována v lesních ekosystémech při analýzách vzorků hub.

Koncentrace dusičnanů (NO₃⁻) byly v odebraných vzorcích velmi nízké (průměr mg · l⁻¹). Mezní hodnota 50 mg · l⁻¹ pro pitnou vodu nebyla překročena v žádném případě. Hodnoty amoniakálního dusíku (NH₄⁺) byly rovněž nízké a překročení mezní hodnoty 0,5 mg · l⁻¹ nebylo zaznamenáno.

Také velmi nízké byly obsahy fosforu, pro který není stanovena mezní hodnota, mírně zvýšené koncentrace oproti požadovaným hodnotám byly zaznamenány pouze v lokalitách, kde je pravděpodobné určité okrajové ovlivnění splachem ze zemědělských půd.

Specifickými prvky jsou z hlediska prováděného hodnocení vápník (Ca) a hořčík (Mg). U Mg uvádí vyhláška minimální mezní hodnotu $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a doporučenou hodnotu $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, u Ca pak minimální mezní hodnotu $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a doporučenou hodnotu $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Zjištěné hodnoty u Mg jsou velmi nízké. Průměrná hodnota skutečně zjištěných koncentrací je pouze $5,36 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, nedosahuje tedy ani minimální mezní hodnoty. Dokonce 82,4 % vzorků má koncentraci Mg menší než minimálních $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Nejnížší průměrné koncentrace vykazují LO Novohradské hory (průměr $1,236 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a Šumava (průměr $1,305 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), velmi nízké jsou i průměrné koncentrace v LO Jizerské hory, Lužická pískovcová vrchovina, Český les, Krkonoše, Jihočeské pánve, vyšší obsahy jsou naopak v lesních oblastech na jihovýchodě Moravy (LO Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, Středomoravské Karpaty) a také v oblastech s bohatším minerálním podloží ve vnitrozemí Čech (České středohoří, Křivoklátsko a Český kras).



Obr. 3.
Obsah Mg ve vodách v letech 2000 - 2003
Mg content in water in 2000 - 2003

Tato zjištění korespondují s výsledky analýz stavu výživy lesních porostů v mnoha oblastech ČR. Prováděné listové analýzy, zaměřené v rámci poradenské a expertní činnosti převážně na zjišťování příčin poškození lesních dřevin, ukazují, že právě nedostatek hořčíku je jedním z důležitých faktorů, které snižují vitalitu dřevin. Deficit hořčíku je zaznamenáván u většiny poškozených porostů v horských oblastech ČR.

Obdobná situace je i u vápníku. Hodnoty vápníku nedosahující minimální mezní hodnoty $30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ byly zjištěny v 77,2 % vzorků, převážně v lesních oblastech pohraničních pohoří Čech. Oblast jihovýchodní Moravy byla opět nejpříznivější. I zde jde, stejně jako u hořčíku, největší měrou o vliv složení minerálního podloží a půd. Průměrná hodnota je $23,14 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, obdobně jako u hořčíku nedosahuje ani minimální mezní hodnoty.

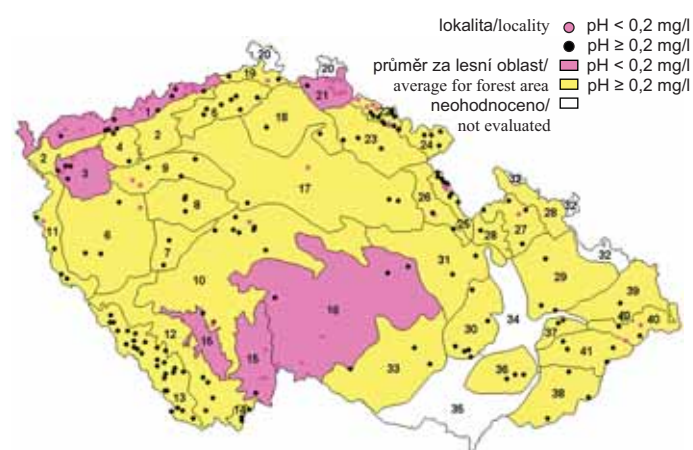
Podrobné šetření (v rozsahu cca 20 lokalit v rámci jedné LO) bylo provedeno v letech 2002 - 2003 v LO Krušné hory, Jizerské hory, Krkonoše, Šumava a Orlické hory. To potvrdilo trendy, zjištěné orientačním šetřením v předchozích letech na menším počtu vzorků. Jako první byly zpracovány tradiční tzv. imisní oblasti, zejména Krušné hory a Jizerské hory. U LO Krušné hory byly hlavním problémem nízké hodnoty pH (65 % vzorků s pH nižším než 6,5), vyšší obsah Al (překročení mezní hodnoty u 65 % vzorků) a současně také velmi nízký obsah Ca a Mg (95 % vzorků pod minimálními mezními hodnotami).

Ještě nepříznivější je situace v LO 21 – Jizerské hory. Zde dokonce 94,1 % vzorků má pH nižší než 6,5 (průměrná hodnota pH 5,82) a u Ca a Mg nedosahuje minimálních mezních hodnot celých 100 % vzorků. Také překročení mezních hodnot Al bylo zaznamenáno u 70,6 % vzorků. Vysvětlení této situace je třeba hledat v pokračující atmosférické depozici v této oblasti, kde se doposud projevují vlivy dálkového přenosu kyselých depozic (zřejmě převážně ze zahraničních zdrojů). Přirozená pufrací schopnost půdního prostředí je zde velmi nízká, vyskytuje se vysoký podíl přirozeně kyselých rašelinných a zrašelinělých půd a jde i o vliv kyselého horninového podloží.

V LO Krkonoše bylo průměrné pH poněkud vyšší (6,93) a podíl vzorků s pH nižším než 6,5 byl 30 %. Naopak velmi nízké byly zjištěné koncentrace Mg (průměr $1,39 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a celých 100 % vzorků nedosahovalo minimální mezní hodnoty. U Ca pak byl podíl nedosažení mezní hodnoty 95 %. Překročení mezních hodnot u Al bylo zaznamenáno u 15 % vzorků.

LO Orlické hory je charakteristická také zejména nízkými koncentracemi Mg (průměr $1,79 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) a Ca (průměr $7,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), naopak hodnoty pH jsou poměrně příznivé (průměr 7,03) a jen 9,5 % vzorků s pH nižším než 6,5. Také překročení koncentrací Al bylo zaznamenáno pouze u 4,8 % vzorků. Vzhledem k tomu, že jde v současné době v rámci ČR o oblast, kde dochází k relativně nejrychlejšímu nárůstu poškození lesa, bude vhodné tuto oblast i nadále monitorovat.

Velmi zajímavé a současně i znepokojující jsou výsledky z LO Šumava. Tam byl zaznamenán prakticky nejnížší obsah Mg a Ca ve vodách ze všech sledovaných oblastí (u Mg spolu s Novohradskými horami, u Ca spolu s Českým lesem). U obou prvků celých 100 % vzorků nedosahovalo minimálních mezních hodnot a průměrné koncentrace byly pouhých $1,30 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ u Mg a $3,84 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ u Ca. Relativně příznivější bylo pH (průměr 6,996) a všechny vzorky měly pH nad 6,5. Koncentrace Al přesáhla mezní hodnotu také jen u 5,6 % vzorků. Přesto je z těchto údajů patrné, že půdy v této lesní oblasti mají malou pufrací kapacitu a velmi snadno by v případě vyšší antropogenní zátěže mohlo dojít k výraznému narušení ekologické stability lesních porostů se všemi negativními důsledky.



Obr. 4.
Obsah (pH) ve vodách v letech 2000 - 2003
pH content in water in 2000 - 2003

Závěr

Podle výsledků provedeného šetření a s přihlédnutím k předchozím výzkumům, prováděným v rámci ostatních projektů a činností VÚLHM je možno hodnotit vodu odtékající ze zalesněných povodí z hlediska obsahu cizorodých látek jako vcelku kvalitní. Z hlediska chemického složení vody ze zdrojů v lesních ekosystémech je možno za hlavní zjištění považovat nízké obsahy vápníku a zejména hořčíku, které v 82,4 % případů nedosahují doporučených hodnot a to i v oblastech relativně málo ovlivněných, jako je Šumava. S tím souvisí i výrazně kyselá reakce vody v některých lesních oblastech (zejména LO Jizerské hory). Za znepokojivý je možno považovat údaj o vyšších koncentracích hliníku ve vazbě na nízké pH, který svědčí o vyšší mobilitě tohoto prvku, uvolňovaného v důsledku okyselení z pevných vazeb v půdním prostředí. Z tohoto pohledu se jako nejkritičtější jeví lesní oblasti pohraničních pohoří severozápadních Čech (Jizerské hory).

Koncentrace dusičnanů, které jsou problémem zejména u zemědělských povodí, jsou v lesních povodích velmi nízké. Příznivé působení lesa dokumentuje i skutečnost, že ani v jednom případě nebyla překročena mezní hodnota 50 mg · l⁻¹. U ostatních sledovaných prvků byly zvýšené koncentrace zaznamenány pouze v ojedinělých případech a z hlediska globálního hodnocení nejsou ve sledovaných oblastech významné.

Literatura

- ANDREAE, H.: Ecological Impacts of Some Heavy Metals related to Long-range Atmospheric Transport. Materiál UN/ECE ICP Forests, Sächsishe Landesanstalt für Forsten 1996.
- BÍBA, M.: Les a voda v krajině. Farmář, 2001, č. 11, s. 103 – 104
- BÍBA, M., CHLEBEK, A., JAŘABÁČ, M., JIŘÍK, J.: Les a voda – 45 let trvání vodohospodářského výzkumu v Beskydech. Zprávy lesnického výzkumu, 46, 2001, č. 4, s. 231 - 238.
- BÖHM, S. et al.: Hodnocení stavu životního prostředí. Monitoring cizorodých látek v potravních řetězcích v roce 1995. Praha, VŠCHT 1996. 171 s.
- DE VRIES, W., REINDS, G. J., DEELSTRA, H. D., Klap, J. M., VEL, E. M.: Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. 1998 Technical report. EC-UN/ECE, 1998, Brussels, Geneva, 193 s.
- LOCHMAN, V., BÍBA, M., FADRHOŇSOVÁ, V.: Air pollution load of forest stands in Vojíšov and the impact on soil and run-off water chemistry. Journal of Forest Science, 48, 2002, č. 7, s. 292 – 309
- UHLÍŘOVÁ, H., FADRHOŇSOVÁ, V., BÍBA, M., LOCHMAN, V.: Depozice a pohyb vybraných látek v lesních ekosystémech s vazbou na potravní řetězec. Chemické listy, 96, 2002, s. 598 – 606
- UHLÍŘOVÁ, H., MIOVSKÁ, B., FABIÁNEK, P.: Mechy jako biondikátory zatížení lesních ekosystémů stopovými prvky. Zprávy lesnického výzkumu, 40, 1995, č. 2, s. 27 - 30
- UN-ECE, 1998. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. MANUAL on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 4th edition, Hamburg, Germany.
- VANMECHELEN, L., GROENEMANS, R., VAN RANST, E.: Forest Soil Condition in Europe, Forest Soil Co-ordinate Centre, EC - UN/ECE, Brussels, Geneva 1997. 261 s.

Recenzent: Prof. Ing. V. Tlapák, CSc.

PŘÍSPĚVEK K ŘEŠENÍ PROBLÉMU VZTLÍNÁNÍ PODZEMNÍ VODY NA POVODÍ U DVOU LOUČEK V ORLICKÝCH HORÁCH

Contribution to solving problem of capillary rise of groundwater on the catchment U Dvou louček in the Orlické hory Mts.

Abstract

The paper is aimed at possible supplying root zone of forest stands on the experimental catchment U Dvou louček in the Orlické hory Mts. by capillary rise of soil water from groundwater level. For homogenous, isotropic soil, a partitioned model and a compact model of capillary rise of soil water were derived. The partitioned model makes possible to determine the rate of capillary elevation of water flux upwards through particulate sections of a soil profile. The compact model derives the rate of capillary elevation of water flux upwards for a whole soil profile. On the humus podzol, the height of capillary rise is 80 – 90 cm in the sandy-loam soil horizon Bv with middle permeability for water (content of non-capillary pores equal to 7%) at the rate of capillary rise equal to 2 mm per day. The level of groundwater in the depth greater than 1.2 to 1.3 m and the summer draught weather are able to cause insufficient supplying of forest stands by capillary rise of water.

Klíčová slova: lesní porosty, lesní půdy, vodní režim, stanovištní podmínky, podzemní vody, zamokření

Key words: forest stands, forest soils, water regime, site conditions, groundwater, waterlogging

Úvod

Zamokření lesní půdy na imisních holinách je reálným problémem lesních půd. Obnova lesních porostů je zde často možná jen po úpravě vodního režimu zamokřených lesních půd. Současně zde ovšem vzniká otázka, jak velké může být snížení hladiny podzemních vod, aby nedošlo k přerušení vztlínání kapilární půdní vody od hladiny podzemní vody do kořenové vrstvy lesních porostů.

Tento problém má i význam obecně, protože dává odpověď na otázku, jaké jsou parametry dotace kořenové vrstvy lesních porostů vzestupným proudem kapilární vody od hladiny podzemních vod. To umožní identifikovat vliv stanovištních podmínek na zásobování lesních porostů podzemní vodou a stanovit eventuálně kritická období tohoto procesu. Navržený postup řešení má praktický význam i pro stanovení kritické hloubky hladiny podzemních vod, kdy je přerušen nebo minimalizován proud podzemní vody do kořenové vrstvy, tj. při jaké hloubce podzemních vod jsou lesní porosty dotovány pouze srážkovou vodou i jaká je povaha tohoto procesu. Tento příspěvek k řešení vztlínání podzemní vody je počátečním vstupem do celé množiny konkrétních problémů spojených s vodním režimem lesních půd.

Materiál a metoda

Problém přítoku podzemní vody od hladiny do kořenové zóny stromového patra byl řešen na zvoleném povodí U Dvou louček ve vrcholové partii Orlických hor. Rozloha geografického povodí je 32,6 ha, nadmořská výška 880 - 950 m n. m. Zalesněná plocha bukosmrkového porostu činí 5,7 ha (17,5 %), zbytek povodí je imisní holina s různověkou smrkovou monokulturou se zakmeněním 0,6. Povodí zahrnuje lesní typy 7K3, 7P1, 7T1 a je tvořeno půdními typy humusový podzol, podzol rašelinný glejový, pseudoglej a rašelina. Dlouhodobý roční průměr ovzdušných srážek činí 1 350 mm, odtoků 910 mm a územního výparu 440 mm (ČERNOHOUŠ 2003). Pro řešení problému vztlínání podzemní vody do kořenové vrstvy stromového patra byla vybrána lokalita na lesním typu 7K3 (kyselá bk SM třtinová), charakterizovaném půdním typem humusový podzol na červené pararule. Jako typická byla vybrána pro tento okrsek sonda S 6. Popis jejího půdního profilu je uveden v tab. 1.

Pro sondu S 6 byl proveden podrobný hydropedologický rozbor, z něhož pro řešení problému vztlínání byly převzaty z horizontu Bv textura, drenážní a kapilární retenční kapacita půdy pro vodu, koeficient nasycené hydraulické vodivosti stanovený výpočtem a kontrolně měřením v terénu a retenční křivka (tab. 2, 3, 4). Retenční kapacita půdy pro vodu byla stanovena z pórovitosti a maximální kapilární kapacity (podle NOVÁKA) a kontrolně z retenčních křivek. Tento postup je v příloze archivního paré této statě, protože se vymyká ze zde řešené problematiky.

Sonda S 6 byla vybrána pro modelový výpočet pro poměrně homogenní horizont Bv o mocnosti 1,9 m. V hloubce 1,9 - 5,0 m se nachází červenohnědá hrubozrnná rula, intenzivně rozpukaná, zvodnělá. Koeficient nasycené hydraulické zvodně Cd horizontu určený čerpacím pokusem se blíží hodnotám stanoveným pro horizont Bv.

Výsledky řešení vztlínání od hladiny podzemní vody

Řešení vychází ze dvou rovnic:

$$K[h(W)] = K(0) e^{-\alpha h(W)} \quad (1)$$

$$v_f = -K[h(W)] \left(\frac{\Delta h(W)}{\Delta z} - 1 \right). \quad (2)$$

Zavedením diferenciálů místo diferencií Δ a separací proměnných se dostane diferenciální rovnice

$$dz = \frac{\frac{K(0)}{v_f} \cdot e^{-\alpha h(W)}}{1 - \frac{K(0)}{v_f} \cdot e^{-\alpha h(W)}} dh(W). \quad (3)$$

Řešením rovnice (3) se dostane obecně

$$z = \frac{1}{\alpha} \ln \left\{ \frac{v_f + K(0)}{v_f + K[h(W)]} \right\}, \quad (4)$$

když se do rovnice (4) dosadí $|v_f|$. Rovnice (4) je celkovým modelem pro řešení vztlínání.

$K[h(W)]$	- koeficient nenasyčené hydraulické vodivosti - capillary conductivity
$K(o)$	- koeficient nasycené hydraulické vodivosti - hydraulic conductivity
v_f	- rychlost kapilárního vzestupného proudu (LT^{-1}) - velocity of the capillary flux
z	- vzdálenost od hladiny podzemní vody (HPV) (L) - distance from the water table
a	- koeficient
$h(W)$	- coefficient - sací tlak (-L)
W	- capillary pressure - vlhkost půdy (%)
q	- soil moisture - mocnost (rychlost) kapilárního vzestupného proudu na jednotku plochy [$L \cdot T^{-1}$]
pF	- density of the capillary flux - log sacího tlaku - log of the capillary pressure

Dílčí model se potom dostane speciálním řešením rovnice (3) autorem statě

$$\int_{z_1}^{z_2} dz = \int_{h(W,1)}^{h(W,2)} \frac{\frac{K(o)}{v_f} \cdot e^{-\alpha h(W)}}{1 - \frac{K(o)}{v_f} \cdot e^{-\alpha h(W)}} dh(W)$$

$$(z_2 - z_1) = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{v_f + K[h(W,1)]}{v_f + K[h(W,2)]} \right] \quad (5)$$

V limitě platí $z_1 = 0$, $K[h(W,1)] = K(o)$ a $K[h(W,2)] \rightarrow 0$

$$z = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{v_f + K(o)}{v_f} \right], \quad (6)$$

což je model celistvý.

Při analýze postupu řešení však autor prokázal, že α v rovnici (1) není konstantou, jak předpokládá teorie, naopak platí $\alpha = f[h(W)]$. Na základě experimentálních dat publikovaných v roce 1966 J. LUTHINEM bylo jasně zjištěno, že ve Rijtemově vztahu (RIJTEMA 1965)

$$K[h(W)] = K(o) \cdot e^{-\alpha h(W)} \quad (1)$$

není α konstantou, ale mění se v závislosti na hodnotách $h(W)$. Detailním rozбором experimentálních dat a logaritmickou anamorfózou vztahu $\alpha = f[h(W)]$ bylo odvozeno přibližně

$$\alpha = e^{-[a + b \ln h(W)]}, \quad (7)$$

přičemž α se liší podle jednotlivých druhů půd, tj. výraz (7) má konstanty a , b odlišné pro písčité, hlinitopísčité, hlinité, jílovito-hlinité a jílovité půdy.

Pro písčité půdy $a = -1,00$, $b = -0,49$; pro hlinité půdy $a = -1,90$, $b = -0,26$. Pro náš případ písčito-hlinité půdy bylo nutno průměrovat hodnoty $K[h(W, \text{hlína})]$ a $K[h(W, \text{písek})]$.

Vlastní výpočet hodnoty nenasyčené hydraulické vodivosti byl potom realizován podle vztahu:

$$K[h(W)] = K(0) \cdot e^{-[h(W)] \cdot h(W)}, \text{ když } \alpha = f[h(W)] = e^{-[a + b \ln h(W)]}. \quad (1)$$

Pro výpočet vztlínání kapilární vody v obvodu sondy S 6 povodí U Dvou louček byl tedy odvozen komplexní hydrodynamický model. Pro zvolenou hodnotu $q = 2 \text{ mm d}^{-1}$, počáteční podmínky v profilu 0

$$h(W) = 0, z = 0, W(o) = 34,7 \% \text{ a } K(0) = 370 \text{ mm d}^{-1}$$

se dostane výsledek zobrazený v obr. 1, který znázorňuje stacionární vzestupné kapilární proudění půdní vody při vzestupném proudu o velikosti $q = 2 \text{ mm d}^{-1}$ formou charakteristického profilu půdní vlhkosti. Výška vztlínání je 86 cm. Postup výpočtu je uveden v tab. 5 - 7.

Podrobný výpočet byl porovnán s celistvým přístupem Rijtemy (RIJTEMA 1965). Výšku vztlínání stanovil vztahem

$$H = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{v(K) + K(o)}{v(K) + K(o) \cdot e^{-\alpha[h(W)] \cdot h(VS)}} + \frac{K(0) \cdot h(VS)}{v(K) + K(o)} \quad (7)$$

$$v(K) = q = 0,2 \text{ cm d}^{-1}$$

$$h(VS) = \text{vstupní odpor vzduchu}$$

$$v(K) = v_f$$

Dosažením hodnot pro případ S 6 bude:

$$H = \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \frac{0,2 + 37,0}{0,2 + 0,0} + \frac{37 \cdot 5}{0,2 + 37} = \frac{1}{\alpha} \cdot 5,2 + 5,0 = \frac{1}{0,0608} \cdot 5,2 + 5 = 90 \text{ cm}$$

Souhlas děleného modelu (experiment) a modelů celistvých je evidentní. Výška vztlínání kapilárního proudu vody od hladiny podzemní vody po půdní profil S 6 je při velikosti stacionárního vzestupného proudu $q = v(K) = 2 \text{ mm d}^{-1}$ bezpečně 86 cm, při možném výkyvu 4 cm. Pro jiné hodnoty q je mohutnost vztlínání uvedena v obr. 2.

Diskuse a komentář k výsledkům řešení

Pro odvození modelu bylo použito řešení diferenciální rovnice (3). Protože parametr α v rovnici (1) je funkcí $h(W)$, bylo přikročeno k nahrazení konstantní hodnoty jejím průměrem v intervalu $\Delta h(W)$, při kroku $k = 5 \text{ cm}$, pro nízká $|h(W)|$ a $k = 50 \text{ cm}$ pro vysoká $|h(W)|$.

Protože α není konstantou, ve výpočtu se nahrazuje α $h(W)$ průměrnou hodnotou

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{h(W,2) - h(W,1)} \int_{h(W,1)}^{h(W,2)} e^{-[b + a \cdot \ln h(W)]} dh(W) =$$

$$= \frac{k}{[h(W,2) - h(W,1)]} \left[\frac{\alpha_1}{2} + \alpha_2 + \dots + \frac{\alpha_n}{2} \right]$$

(k - interval aproximace),

protože integrál v rovnici (8) nemá jednoduché řešení. Výsledek výpočtů je uveden v tab. 5, 6, 7 a obr. 1, 2.

Postup procesu vztlínání se dostane potom postupnými kroky v dílčích stacionárních intervalech. Pro představu tohoto postupu bylo zvoleno snížení HPV při vzestupném proudění kapilární vody 2 mm d^{-1} o 10 cm . Potom z nenasyčené zóny bude odebráno vzestupným proudem vody $10,6 \text{ mm}$, z nenasyčené zóny 10 cm $15,7 \text{ mm}$, celkem $26,3 \text{ mm}$. Při průtoku 2 mm d^{-1} bude snížení HPV o 10 cm trvat 13 dní, tj. denně klesne HPV přibližně o 8 mm .

Bude-li kořenová vrstva sahát do hloubky 45 cm pod povrch terénu, pak při vztlínání 2 mm d^{-1} asi za 13 dní bude přítok podzemní vody $q = 2 \text{ mm d}^{-1}$ z počáteční hladiny v hloubce 86 cm do těžiště kořenové

vrstvy ukončen a následně dojde k jeho snížení. Kapilární vzestupný proud vody ovšem bude pokračovat, ale při průtoku menším než 2 mm d⁻¹. Bude-li pak HPV v hloubce menší než 86 cm, bude kapilární vzestupný proud vyšší než 2 mm d⁻¹ (obr. 2).

Velikost vzestupného kapilárního proudění půdní vody 2 mm d⁻¹ byla zvolena jako průměrná reálná hodnota evapotranspirace buku lesního ve vegetačním období na výzkumném povodí. Vzestupný kapilární proud půdní vody je determinován profilem půdní vlhkosti. Hraniční vzestupné proudění kapilární vody od HPV v hloubce 86 cm je dáno vlhkostí svrchní vrstvy půdy v centru kořenové vrstvy blízké bodu lentokapilárnímu (SEKERA 1938), určenému z retenční křivky pro náš případ vlhkostí 23,3 % při pF ~ 3. (Modelový výpočet končí při W₍₈₆₎ = 24,6 % a pF = 2,9.) Vzestupný proud kapilární vody končí při pF → 3 z toho důvodu, že v tom případě se K[h(W)] → 0 a přestává souvislý kapilární pohyb půdní vody.

Je zajímavé, že do výšky asi 55 cm od HPV se vlhkosti půdy při vzestupném modelovém proudění kapilární vody v půdě blíží vlhkostem při profilu vyrovnané vlhkosti. V tomto úseku se též sklony hydraulických potenciálů minimalizují. Je to dáno poměrně vysokými hodnotami K[h(W)]. Teprve při vyšším poklesu K[h(W)] a vzrůstu $\Delta\phi/\Delta z$ se profily modelové vlhkosti a hodnoty profilu vyrovnané vlhkosti vzdalují. (Pro profil vyrovnaní vlhkosti platí H(W) za $\phi = 0$, kde ϕ - hydraulický potenciál.) Výše uvedený fakt svědčí o platnosti zákona minimální energie při procesu vztlínání kapilární vody půdním profilem.

Z naměřené momentální vlhkosti při odběru vzorků (obr. 1) je zřejmé, že pokles půdní vlhkosti v horizontu Bv pod bod lentokapilární nastává a tím signalizuje přerušení kapilárního vztlínání půdní vody. Výsledky vztlínání získané odvozeným přesnějším modelem děleným se dobře shodují s výpočty podle modelů celistvých (obdobně RUTEMA 1965). Pro praktické stanovení možné výšky vztlínání lze doporučit proto výpočet podle modelů celistvých, které nevyžadují tak detailní výpočetní postup a nejsou proto tolik náročné na experimentálně zjišťované parametry.

Závěry

V předložené stati je odvozen model pro stacionární vztlínání kapilární půdní vody od hladiny podzemní vody do kořenové vrstvy v homogenním, izotropním půdním profilu. Pro konkrétní půdní profil humusového podzolu na červené pararule bylo prokázáno dostatečné zásobení kořenové vrstvy lesních porostů při hloubce hladiny podzemní vody 1,1 m a výšce vztlínání 80 - 90 cm. Při větších hloubkách HPV než 1,2 - 1,3 m je lesní vegetace na tomto typu lesních půd odkázána na zásobení vodou převážně jen ovzdušnými srážkami. V době letních přísušků a v sušších letech to může znamenat nedostatečné zásobení lesních porostů v Orlických vodách vodou.

Poznámka

Příspěvek byl zpracován s finančním přispěním GA ČR, projektu 526/02/0851 Horské lesní ekosystémy a jejich obhospodařování s cílem tlumení povodní, a MZe ČR, výzkumného záměru MZe 000 2070201 Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí.

Recenzováno

Hloubka/ Depth cm	Horizont/ Horizon	Popis/ Description
0- 3	Of, Om	drn + zbytky kořenů trav, rezavá drt/turf + remnants of grass roots, rusty detritus
3 - 12	Oh	výrazně černý, prokořeněný vlhký surový humus, měl/markedly black, rooted moist raw humus, mull
12 - 20	Ahn	černo-šedavěhnědá zemina, hlinitá, kyprá a vlhká, humusem obohacená/black-grey-brown soil, soft and moist, enriched in humus
20 - 31	Ep	šedavá hlinitá zemina, slehlejší, vlhká, kyprá, zrnitá, šterkovitost 30 %/grey loamy soil, well-packed, granular, grittiness 30 %
32 - 190	Bv	okrová zrnitá zemina, provlhlá, skelet 3 - 5 % s úlomky šterku 30 - 50 mm, drobný šterk 30 %, hladina vody v hloubce 32 cm/ochre granular soil, wet, skeleton 3 - 5 % with grit fragments 30 %, water level in depth of 32 cm
190 +	Cd	navětralá hrubozrnná pararula červenohnědá/weathered red-brown coarse paragneiss

Tab. 1.

Půdní profil modelové sondy S6

The soil profile of the model probe S6

Sonda/ Probe	Půda/Soil	Horizont/ Horizon	Drenážní/ Draining RVKP %	Kapilární/ Capillary RVKP %	Koeficient nasycené hydraulické vodivosti K (0)/Coefficient of saturated hydraulic conductivity mm d ⁻¹
S 6	písčitolinitá/ sandy-loamy	(B)	7.1 - 7.3	8.4 - 8.6	370

RVKP - retenční vodní kapacita půdy/retention water soil capacity

Tab. 2.

Parametry pro řešení modelu vztlínání podzemní vody

The parameters for solving the model of capillary rise of groundwater

Literatura

- ČERNOHOUS, V.: Vliv obnovy hydrografické sítě devastované při imisních těžbách na odtokový proces. Písemný rozbor literatury pro státní doktorskou zkoušku. Praha, ČZU – Lesnická fakulta 2003. 47 s.
- LUTHIN, J. N.: Drainage Engineering. New York, Wiley 1966. 250 s.
- RIJTEMA, P. E.: An analysis of actual evapotranspiration. Agricultural Research Reports 659. Wageningen (Netherlands), Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Verlagen landbouwkundige Onderzoekingen 1965. 8, 108 s.
- SEKERA, F.: Statik und Dynamik des Bodenwassers. Bodenkunde und Pflanzenernährung, 1938, 6/51.

pFlog. sacího tlaku/ pF log. of suction pressure	Vlhkost půdy/ Soil moisture [% obj.]
1,48	32,77
1,78	31,89
2,01	31,28
2,31	30,14
2,61	27,29
3,01	23,56
3,31	19,62
3,49	17,81

Tab. 3.

Retenční křivka vlhkosti

The retention curve of soil moisture

Kategorie Kopeckého/ Category Kopeckého	Frakce/ Fraction mm	Procento hmotnosti/ Weight proportion
I.	< 0,01	20,9
II.	0,01 - 0,05	22,1
III.	0,05 - 0,1	13,2
IV.	0,1 - 0,2	43,9

Tab. 4.

Křivka zrnitosti

The curve of soil texture

h(W)cm	a	K [h(W,2)]mm/d	K [h(W,1)]mm/d	Z2 - Z1cm	Zcm
0	0,2587 x	-	370,00	0	0,00
0 - 5	0,1958 x	139,00	370,00	4,95 x	4,95
5 - 20	0,0970 x	53,12	139,00	9,67	14,63
20 - 50	0,0632	15,66	53,12	18,01	32,64
50 - 100	0,0470	3,36	15,66	25,37	58,01
100 - 200	0,0364	0,25	3,36	23,84	81,85
200 - 300	0,0302	0,044	0,25	3,18	85,03
300 - 500	0,0256	0,00102	0,044	0,83	85,85
500 - 800	0,0216	0,0000	0,00102	0,02	85,87
I -	0,0608	Ø	370,00	-	85,95]

$K(0) = 370$

Tab. 5.

Výpočet polohy hladiny podzemní vody (z) jako funkce sacího tlaku h(W)

Calculation of ground water position (z) depending on capillary pressure h(W)

z	pF [h(W)]	W(1) %	pF (z)	W(2) %
0	- ∞	34,7	- ∞	34,7
4,95	0,70	34,4	0,69	34,4
14,63	1,30	33,3	1,16	33,8
32,64	1,70	32,1	1,51	31,7
58,01	2,00	31,3	1,76	31,9
81,85	2,30	30,2	1,91	31,5
85,03	2,48	28,5	1,93	31,5
85,85	2,70	26,4	1,93	31,5
85,87	2,90	24,6	1,93	31,5

W(1) - vlhkost půdy při vztlínání 2 mm d⁻¹/W (1) soil moisture at capillarity 2 mm d⁻¹

W(2) - vlhkost půdy při profilu vyrovnání vlhkosti, tj. při nulovém vztlínání/W2 soil moisture for profile of moisture balance, i. e. at zero capillarity

Tab. 6.

Vlhkost půdy (W) jako funkce polohy hladiny podzemní vody (z)

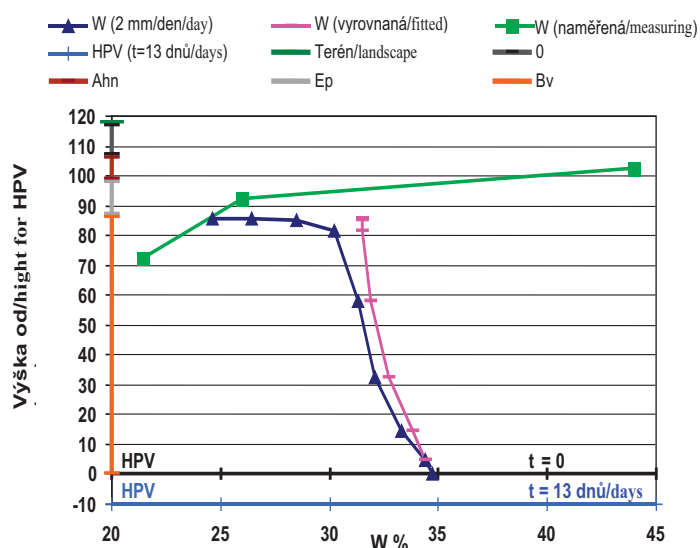
Soil moisture (W) depending on ground water position (z)

q mm d ⁻¹	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Z (cm)	108,68	97,31	90,66	85,87	82,30	79,31	76,81	74,64	71,01	68,06	65,56	63,41	61,50	59,83

Tab. 7.

Možnost kapilárního vzestupného proudu (g) jako funkce úrovně hladiny podzemní vody (z)

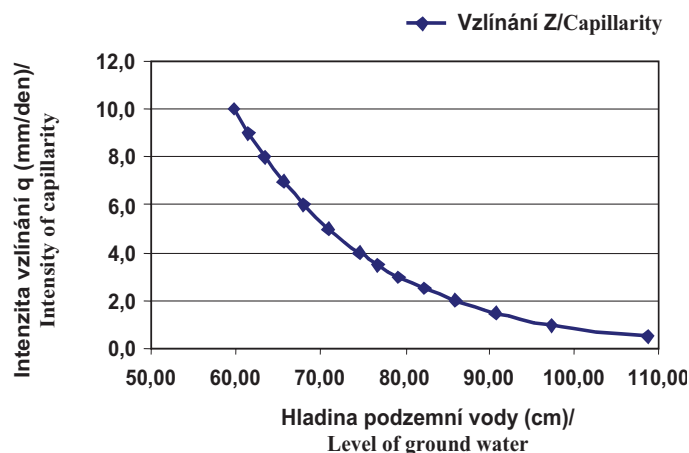
Capillary elevation (g) depending on ground water position (z)



Obr. 1:

Půdní vlhkost naměřená, vyrovnaná a při intenzitě kapilárního vztlínání 2 mm za den a pokles hladiny podzemní vody po 13 dnech vztlínání při této intenzitě v profilu humusového podzolu na pararule

Soil moisture measured, smoothed and during intensity of capillary elevation 2 mm per day and a groundwater level decrease after 13 days of elevation 2 mm per day in podzol profile with gneiss bedrock



Obr. 2:

Závislost intenzity vztlínání q na vzdálenosti od hladiny podzemní

vody vyjádřená funkcí $Z = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{q + k_0}{q} \right]$ v půdním profilu humusového podzolu na pararule

Dependence between capillary elevation intensity q and a distance from groundwater level formulated as in soil profile of podzol with gneiss bedrock

$$Z = \frac{1}{\alpha} \left[\frac{q + k_0}{q} \right]$$

KLONOVÉ VÝSADBY SMRKU ZTEPILÉHO – IZOENZYMOVÉ ANALÝZY VYBRANÝCH KLONŮ I

Clonal plantations of Norway spruce – isozyme analyses of selected clones I

Abstract

Isozyme analysis of dormant buds of 33 clones from Norway spruce clonal plantations Benecko and Dvoračky and Trutnov nursery were performed. GDH, G-6-PDH, SDH, PGM enzyme systems were analyzed by means of one-dimensional horizontal starch gel electrophoresis. Genetic uniformity of the investigated clones was confirmed and 5 combinations of genetic variants were distinguished. Molecular genetic characteristics of the clones were compared with growth and phenology manifestations.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, výsadby, klony, izoenzymy, analýzy, genetika

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, plantings, clones, isozymes, analyses, genetics

Úvod

V rámci řešení projektu NAZV QD1274 „Strestolerantní klonové směsi pro horské oblasti“ probíhá rozsáhlé hodnocení klonových výsadeb smrku ztepilého. Tyto klonové výsadby byly postupně zakládány řízkovanci získanými z generativní matečnice zahrnující polosesterská potomstva vybraných vitálních stromů z různých oblastí Krkonoš. Součástí hodnocení je i sledování některých genetických znaků pomocí izoenzymových analýz.

Analýza izoenzymů, které patří do skupiny proteinových genetických markerů a které se vzájemně liší molekulární hmotností, nábojem aj. – geneticky kódovanými znaky na molekulární úrovni, umožňuje tyto proteiny rozdělit a identifikovat. Tyto molekulárně genetické znaky lze na rozdíl od běžných, vizuálních morfologických znaků identifikovat v různých vývojových a věkových stádiích organismu, v jeho různých částech, tj. v pupenech, listech, semenech, atd. Izoenzymy odpovídají různým alelám – geneticky podmíněným variantám enzymů, resp. enzymatických systémů (např. PRUS-GLOWACKI, GODZIK 1995, IVANEK 1998, IVANEK 2003).

Cílem hodnocení je ověřit klonovou čistotu hodnoceného rostlinného materiálu a zjistit případné vztahy mezi sledovanými genetickými znaky a fenologickými nebo růstovými projevy vybraných klonů.

Materiál

Isoenzymové analýzy se uskutečnily na vzorcích pupenů odebíraných ze dvou klonových výsadeb smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) (tabulka 1). Klonové výsadby byly založeny v roce 1997 (Benecko) a 1999 (Dvoračky 1) řízkovanci získanými ze dvou generativních matečnic (Trutnov a Lesní Bouda), kam byla v roce 1989 vysazena polosesterská potomstva vybraných vitálních smrků z autochtonních krkonošských porostů. Číslo jednotlivých stromů v těchto generativních matečnicích jsou dále používána jako čísla klonů v klonových výsadbách.

Z klonových výsadeb Benecko a Dvoračky 1 byly pro izoenzymové analýzy vybírány jednotlivé klony ze dvou polosesterských potomstev - Malá Kotelní jáma, strom 2 (mkj2) a Černohorská rašelina, strom 8 (cr8) (tabulka 2). Klony byly zvoleny podle výsledků morfologických a fenologických šetření prováděných v roce 2001, a to klony s nadprůměrným, průměrným a podprůměrným výškovým a tloušťkovým růstem a klony s výrazně časným nebo pozdním rašením. Pro posouzení genetické stability v různých podmínkách byly vzorky odebírány z vegetativních potomstev stejných klonů rostoucích v klonové výsadbě na Benecku i na Dvoračkách (tab. 2).

Metoda

Ze sazenic odpovídajících uvedeným klonům byly odebrány dormantní pupeny, které byly skladovány při teplotě -20°C a pak podrobeny extrakci enzymů homogenizací 5 - 10 mg rostlinné tkáně s 40 - 60 μl extrakčního pufru. Izoenzymy byly děleny horizontální jednorozměrnou elektroforézou na škrobovém gelu při 3°C s použitím Tris-citrátového pufráčního systému. U vzorků z jarního odběru byla analyzována variabilita polymorfních lokusů následujících enzymů: glukózo-6-fosfátdehydrogenáza (G-6-PDH), šikimátdehydrogenáza (SDH, lokusy SDH-A, SDH-B) a fosfoglukomutáza (PGM). U vzorků z podzimního odběru byl navíc analyzován enzym 6-fosfoglukonátdehydrogenáza (6-PGDH). Výsledky analýz elektroforegramů (zymogramů) představují zjištěné genetické varianty sledovaných enzymů: U G-6-PDH, SDH a PGM vychází jejich vyjádření ze značení alel 1, 2, 3... (odpovídajících pohyblivosti izoenzymů v elektrickém poli) pomocí kombinací těchto alel 11, 12, 22... U enzymu 6-PGDH jsou výsledky vyjádřeny empiricky, na základě vizuální odlišnosti fenotypů značených A, B, C..., lišících se vzájemně jednoznačnou strukturou, intenzitou a vzájemnou vzdáleností pásů na zymogramech (obr. 1). Analýzy byly provedeny podle modifikovaných postupů izoenzymové extrakce, dělení izoenzymů pomocí elektroforézy a barvicích postupů podle PASTEURA et al. (1988). Celkem byly proměřeny 4 enzymatické systémy pro 395 vzorků, představujících 33 klonů původem z 5 polosesterských potomstev.

Lokalita (klonová výsadba)/ Locality (clonal planting)	Nadmořská výška/ Elevation	Odběr řízků pro klonovou výsadbu/ Cutting gathering for clonal planting	Založení klonové výsadby/ Establishment of clonal planting
Benecko	750 m n. m.	1993	1997
Dvoračky 1	1 000 m n. m.	1995	1999

Tab. 1.

Klonové výsadby, ze kterých byly odebírány vzorky pro hodnocení izoenzymů
Clonal plantings of which the samples were taken for isozyme analyses

Polosesterské potomstvo/ Halb-sib progeny	Nadmořská výška původu/ Elevation of origin	Benecko	Dvoračky 1	Počet ramet/ Number of ramets
mkj2	1 100	772		9
		774		18
		802		20
		807		13
		808		20
		776		10
		793		10
		791	791	8
		798	798	19
		811	811	12
cr8	1 190	548	548	10
		551	551	12
		553	553	10
		554	554	17
		557	557	15
		558	558	14

Tab. 2.

Klony smrku ztepilého sledované pomocí izoenzymových analýz
Norway spruce clones investigated by isozyme analysis

Klonová výsadba/ Clonal planting	Polosesterské potomstvo/ Halb-sib progeny	Klon/ Clone	Počet stromů/ Number of trees	6PGDH	G6PDH	SDH-A	SDH-B	PGM
Dvoračky 1	cr8	548	5	A	12	33	22	22
		551	6	A	22	33	22	22
		553	6	B	22	33	22	22
		554	5	C	22	33	22	22
		557	5	A	22	33	22	22
		558	6	B	22	23	22	22
	mkj2	791	3	A	22	33	22	22
		798	5	A	12	33	22	22
		811	2	C	12	33	22	22
Benecko	cr8	548	5	A	12	33	22	22
		551	6	A	22	33	22	22
		553	4	B	22	33	22	22
		554	12	C	22	33	22	22
		557	10	A	22	33	22	22
		558	8	B	22	33	22	22
	mkj2	791	5	A	22	33	22	22
		798	14	A	12	33	22	22
		811	10	C	12	33	22	22

Tab. 3.

Genetické varianty klonů smrku ztepilého zjištěné pomocí izoenzymových analýz
Genetic variants of Norway spruce clones found out by isozyme analysis

Výsledky a diskuse

Výsledky izoenzymových analýz klonů smrku ztepilého ukázaly jejich pravděpodobnou genetickou uniformitu, resp. klonovou čistotu. S využitím výsledků analýz enzymatických systémů G-6-PDH a 6-PGDH, vykazujících polymorfismus, bylo vylišeno 5 kombinací genotypů, nezávisle na stanovišti, které však nevykazují prokazatelné rozdíly v charakteristikách růstu a rašení. Tyto výsledky ukazují také na stabilitu jednotlivých genotypů v rozdílných podmínkách prostředí růstu. V příštích letech budou šetření doplněna o další systémy enzymů, aby bylo možné spolehlivě posoudit, zda existují genetické znaky, které jsou v korelaci

s růstem nebo fenologickými projevy sledovaných klonů a dále potvrdit genetickou uniformitu, resp. homogenitu klonových výsadeb řízkovanců smrku ztepilého. Ta kontrastuje například s vnitroklonovou heterogenitou roubovanců zjišťovanou běžně v semenných sadech (BRUCHÁNIK 2001) a její sledování je tedy nezbytné pro kontrolu a ověřování původu reprodukčního materiálu obecně.

Tab. 3 ukazuje z tohoto hlediska 5 skupin kombinací genetických variant (genotypů) enzymů G-6-PDH a 6-PGDH, z nichž každá odpovídá několika klonům. Získané výsledky byly porovnávány s fenologickými projevy a intenzitou růstu jednotlivých klonů. Tyto výsledky jsou shrnuty v tab. 4, ve které jsou navíc uvedeny charakteristiky růstu

Kombinace/Combination	G-6-PDH	6-PGDH	Klony/Clones	Růst/rašení Growth/flushing
I	12	A	548, 798	+/-p, +/č
II	12	C	811	-/p
III	22	A	551, 557, 791	+/p, +/-p, -/p
IV	22	B	553, 558	+/-p, -/p
V	22	C	554	+/č

Tab. 4.

Genotypy a charakteristiky růstu a rašení klonů smrku ztepilého (podzim 2002)

Genotypes and characteristics of growth and flushing of Norway spruce clones (autumn 2002)

(+ nadprůměrný, +- průměrný, - podprůměrný) a rašení (p = pozdní, č = časně). Ukazují, že při daném rozsahu sledování nebyly zjištěny vazby mezi skupinami genotypů a růstem, resp. rašením.

Závěr

Výsledky izoenzymových analýz klonů smrku ztepilého ukázaly jejich pravděpodobnou genetickou uniformitu, resp. klonovou čistotu. S využitím výsledků analýz enzymatických systémů G-6-PDH a 6-PGDH, vykazujících polymorfismus, bylo vylišeno 5 kombinací genotypů, nezávisle na stanovišti, které však nevykazují prokazatelné rozdíly v charakteristikách růstu a rašení. Tyto výsledky ukazují také na stabilitu jednotlivých genotypů v rozdílných podmínkách prostředí růstu. V příštích letech budou šetření doplněna o další systémy enzymů, aby bylo možné spolehlivě posoudit, zda existují genetické znaky, které jsou v korelaci s růstem nebo fenologickými projevy sledovaných klonů a dále potvrdit genetickou uniformitu, resp. homogenitu klonových výsadb řízkovanců smrku ztepilého. Ta kontrastuje například s vnitroklonovou heterogenitou roubovanců zjišťovanou běžně v semenných sadech (BRUCHÁNIK 2001) a její sledování je tedy nezbytné pro kontrolu a ověřování původu reprodukčního materiálu obecně.

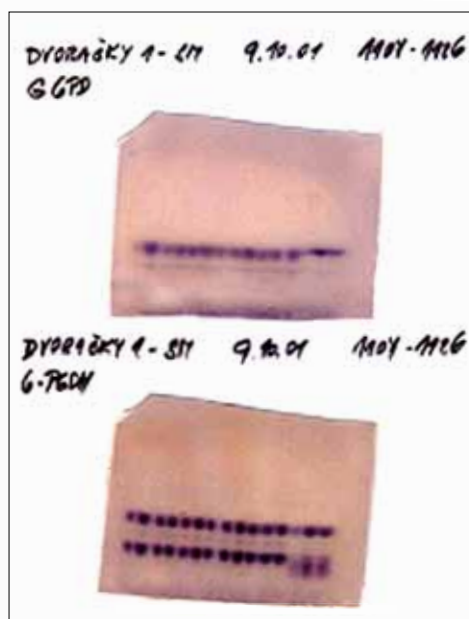
Literatura

- BRUCHÁNIK, R.: Šlechtitelský program borovice lesnej pre pahorkatiny stredného Slovenska. Dizertačná práca. Banská Bystrica, s. 113, 2001.
- IVANEK, O.: Genetics of Norway spruce from northern parts of CR studied by isoenzyme gene markers. IUFRO All-Division 2 Conf., Peking, 22 - 28 August 1998.
- IVANEK, O.: Isoenzyme analysis of Norway spruce in the Ore Mts.. Comm. Inst. For. Boh. 20, p. 95-99, 2003.
- PASTEUR, N., PASTEUR, G., BONHOMME, F., CATALAN, J., BRITTON-DAVIDIAN, J.: Practical Isozyme Genetics - Ellis Horwood series in gene technology. New York, Wiley & Sons 1988.
- PRUS-GLOWACKI, W., GODZIK, S.: Genetic structure of *Picea abies* tolerant and sensitive to industrial pollution. *Silvae Genetica*, 44, s. 62-65, 1995.

Recenzováno

Poděkování:

Příspěvek vznikl za finanční podpory MZe v rámci řešení výzkumného projektu MZe QD1274 Strestolerantní klonové směsi pro horské oblasti.

**Obr. 1.**

Příklad zymogramů G-6-PDH (nahore - kombinace alel 12, 22) a 6-PGDH (dole - fenotypy A, B)

Examples of G-6-PDH zymogramms (above – combination of alleles 12, 22, and G-6-PDH (below - phenotypes A, B)

TERÉNNÍ POSUZOVÁNÍ VĚKU POROSTU

Field estimation of stand age

Abstract

Correct and comparable estimation of stand age is a crucial problem of many practical and scientific tasks in forestry (evaluation of stand origin, reconstruction of silvicultural programmes, expertise reports, calculation of obligatory regulations of forest management plans, etc.). Presented paper describes a general methodology for age estimation based on direct measurements in relation with mean values of basic stand variables.

Klíčová slova: lesní porosty, věk, lesní hospodářské plány, metodiky, porostní složky, klasifikace

Key words: forest stands, forest management plans, methodologies, stand compositions, classification

Úvod

Problematika stanovení věku porostu při zpracovávání lesních hospodářských plánů je záležitostí zásadní mající vliv jednak na odvození závazného stanovení maximální nepřekročitelné výše těžeb, jednak na vlastní realizaci těžby v rámci zákonného limitu nad 80 let. Obě záležitosti spolu úzce souvisí. Dojde-li např. při stanovení věku k omylu, kdy se věk nadhodnotí, logicky se zvýší těžební ukazatel a tedy i rozsah těžby. Zároveň, pokud k takovéto chybě dojde u porostu, jehož věk se přesune nad 80 let, je z legislativního hlediska možné jej těžít. Podhodnocení věku má důsledek logicky opačný. Lze říci, že snížení věku porostů obecně omezí využití majetku vlastníkem lesa, zvýšení pak může v určitých případech vést k zásahu do podstaty lesa. Chyby mohou vznikat neúmyslně, při prosté aktualizaci (připočtení 10 let), a nesprávně stanoveném věku porostů v minulém lesním hospodářském plánu, případně při integraci nerozlišených porostních složek, nelze však pochybovat, že mohou vzniknout i úmyslně. Ať se však jedná o kterýkoli případ, je třeba pro posouzení mít možnost věk porostu v terénu objektivizovat, což je možné na základě provozně využitelné metodiky. Takovouto metodiku ve zjednodušené formě prezentuje předložený příspěvek.

Praktický postup

1. Vylišení porostních složek, klasifikace porostu
2. Stanovení biometrických hodnot středního kmene porostních složek
3. Stanovení věku středního kmene a porostní složky
4. Stanovení věku porostu v závislosti na jeho klasifikaci

1. Vylišení porostních složek

Za porostní složku považujeme část porostu ať ve smyslu vertikálním či horizontálním (etáž, část plochy), která se odlišuje věkem (hranice 10 let), zastoupením dřevin (hranice příměsí – 10 %), genetickým původem, cílem a záměrem hospodaření. Odlišení porostních složek je zásadní záležitost. V LHP bývá často uplatňována přílišná prostorová a věková integrace (SIMON, BUČEK 2002). Při odlišení porostních složek typu etáže je zásadním úkolem rozlišení, jedná-li se o porostní složku nebo podružný porost, kde je střední věk víceméně stejný jako u porostu hlavního. Uvedené rozlišení lze prověřit na základě předložené metodiky, předodhad se ale provádí na základě okulárního hodnocení, kde kromě základních dendrometrických veličin (d , h) jsou zásadní i korunové parametry.

1.1 Základní aspekty rámcového okulárního odlišení porostních složek

- pro střední hodnoty „ d “, „ h “, obecně platí, že spadají do intervalu ($x - 2s_x$ %, $x + 2s_x$ %), kde
- křivky rozdělení četností veličin d , h vykazují pro stejnou dřevinu obdobný tvar, ale mají v ose x posun,
- průměrná délka koruny ve vztahu k výšce stromu je zhruba 2/3 až 3/4,
- tvar koruny u jedinců ve volném zápoji v porostu odpovídá časovému horizontu v růstovém modelu.

2. Stanovení biometrických hodnot středního kmene porostních složek

- 2.1 Střední tloušťka odpovídající objemu středního kmene (d_v) - je tloušťka stromu, který má objem ($\bar{V}$). Je třeba znát zásobu porostu (V), počet stromů (N), pak:

$$\bar{V} = \frac{V}{N} = \frac{\sum_{j=1}^k n_j \cdot v_j}{\sum_{j=1}^k n_j},$$

- kde – n_j – počet stromů v tloušťkovém stupni,
 v_j – objem středního kmene v tloušťkovém stupni,
 d_j – tloušťkový stupeň.

Stanoví se graf závislosti v_j na d_j (lineární vyrovnání), d_v se odčítá.

Možné varianty - WEISEHO procento

- odhadní vzorec

$$d_v = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} + c$$

2.2 Střední výška (h_v)

- je výška stromu, který reprezentuje střední tloušťku (d_v), tedy

$$h_v = f(d_v)$$

Pro stanovenou hodnotu d_v změřit 10 – 25 výšek, pak

$$h_v = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}.$$

3. Stanovení věku středního kmene

Na vývrtu se stanoví počet letokruhů, připočte počet roků, než strom dosáhl výšky navrtání (průměrně 8 – 12 let).

Spodní hranice přepočtu – nižší polohy, porost z umělé obnovy, světlo milné dřeviny a dřeviny s rychlou růstovou dynamikou

Horní hranice přepočtu – vyšší polohy, přirozená obnova, stín tolerantní dřeviny

Odběr vývrtů u vzorníků $\bar{v}(d_v, h_v)$

Počet vzorníků – závisí na variabilitě hodnot věků (t_i), počtu letokruhů, dále na požadované přesnosti a spolehlivosti výsledku.

$$\text{Vzorice: } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_x \% = \frac{S_x \%}{\bar{x} \%} \cdot 100$$

Počet vzorníků musí splňovat pro 95% pravděpodobnost podmínku, že skutečná chyba se pohybuje v rámci $\pm 2 s_x \%$

$$\text{Tedy } n = Z_d^2 \cdot \frac{S_x \%^2}{\Delta \%^2}, \text{ kde}$$

n – minimální velikost výběru,

$s_x \%$ – variační koeficient,

$\Delta \%$ – relativní chyba odhadu parametru – (5%),

Z_d – koeficient spolehlivosti $Z_{0,05} = 2,0$.

Věk středního kmene je pak dán hodnotou $\bar{x}(\bar{t})$. Uvedenou hodnotu, doplněnou rozmezím měřených veličin pak ztotožňujeme s věkem porostní složky.

4. Stanovení věku porostu v závislosti na jeho klasifikaci

4.1 Stejnověkový porost

Věková diference je maximálně 10 let. Věk je roven hodnotě $\bar{t}$, neudává se věkové rozpětí. Pakliže se jedná o nestejnoroďý porost se zastoupením složek (dřevin) více než 10 – 20 let, je nutné vylišit samostatné etáže.

4.2 Nestejnověkový porost

Pakliže se nevylišují etáže, pak věk se ztotožňuje s váženým aritmetickým průměrem věků t_i jednotlivých složek porostu. Tedy:

$$\bar{t} = t_s = t_1 \cdot w_1 + t_2 \cdot w_2 + \dots + t_k \cdot w_k = \sum_{i=1}^k t_i \cdot w_i,$$

kde w_i jsou relativní podíly zásoby (V_i) nebo výměry (P_i) těchto částí ze zásoby (V) nebo výměry (P) celého porostu. Tedy:

$$W_i = \frac{V_i}{V} \text{ nebo } \frac{P_i}{P}$$

Zaokrouhluje se na 5 let. Střední věk se vyjadřuje zaokrouhlenou hodnotou a rozmezím krajních hodnot. Pakliže se jedná o nestejnoroďý porost, je nutné stanovit věk pro každou dřevinu zvlášť. Pakliže rozdíl věků je více než 10 – 20 let, je nutné vylišit etáže.

Střední věk porostu, pakliže etáže vylišeny nejsou, lze stanovit podle stejného vzorce s tím, že za váhu (w_i) se používá zastoupení dřevin podle redukovaných ploch dřeviny (ŠMELKO 2003).

4.3 Výběrný porost (rozdělení četnosti tloušťek je klesající)

Pojem věku ztrácí význam, nahrazuje se pojmem času, tzn.

- doba přechodu z jednoho do následujícího tloušťkového stupně, nebo

- doba na dosažení dimenze mýtního typu.

Je možné uvést rozmezí hodnot věků.

Závěr

Oblast lesních hospodářských plánů a osnov je sice nejvýznamnější, ale ne jedinou oblastí, kde přesné stanovení věku je zásadní. Namátkou lze jmenovat například:

- analýzy původu a vzniku porostů,
- rekonstrukce uplatňovaného pěstebního programu,
- hodnocení srovnatelnosti porostů při soudních odhadech nezákonných těžeb atd.

Objektivní, srovnatelné stanovení věku je samozřejmě zásadní i ve vědecko-výzkumné práci, např. v oblasti matematického modelování na časových řadách porostů.

Literatura

- SIMON, J., BUČEK, A.: Hodnocení stavu lesa ve zvláště chráněných územích při zhotovování LHP. Lesnická práce, 81, 2002, č. 10, s. 460 – 461.
- SIMON, J., DRÁPELA, K.: Hospodářská úprava lesů pro soudní znalce v lesním hospodářství. Brno, LDF MZLU 2002. 35 s.
- ŠMELKO, S.: Dendrometria. Zvolen, TU 2003.

Recenzováno

AKTUÁLNĚ O TESTOVÁNÍ OBALŮ KRYTOKOŘENNÉHO SADEBNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN

Report on current testing of containers for growing containerized planting stock of forest trees

Abstract

In nurseries of the Czech Republic, the production of bare-rooted planting prevails. The amount of container-grown and balled plants dropped from 12 – 14 % in the late 1980s to 5 – 7 % at the turn of millennium. In 2003, the number of containerized planting stock is estimated about 10 %. After 2005, the number is even expected to increase (20 – 40 %). A new approach to container planting, which is developed in Europe at the present time, is prognosticated. It is characterized by a highly rationalized (partially automated) production of containerized medium-sized plants grown from sowing in multi-cell firm plastic containers in an intensive, maximally two-year growing cycle and these plants are used like substitution for bare-rooted planting material in common (not only extreme or specific) conditions. The condition of proper technological principles in forest nursery practice must be fulfilled if we want to succeed. The main factor is to avoid the future disturbance of stability and health status of stands. From this point of view, every new type of container and technology must be thoroughly verified. The impact of various container types and growing technology on root system formation and follow-up root development after outplanting is very important. Current testing results of containers for growing containerized planting stock of forest trees are presented on web pages of Forest Research Station in Opočno (<http://vulhm.opocno.cz>).

Klíčová slova: krytokořenný sadební materiál, lesní dřeviny, testování
Key words: container-grown planting stock, forest tree species, testing

Úvod

Optimální podíl krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin z celkového množství v České republice (ČR) produkovaného a při obnově lesa vysazovaného sadebního materiálu je odhadován na 30 % (JURÁSEK, MARTINCOVÁ, LOKVENC 1999). V loňském roce (2003) se tento ukazatel pohyboval na úrovni kolem 10 %, nicméně jde pouze o hrubý odhad, neboť údaje o dosahované produkci či realizovaném odbytu nejsou tuzemskými lesními školkaři zveřejňovány (JURÁSEK 1996, KLEČKA 1997, MAUER 1997, 2000).

Předkládaný příspěvek pojednává o aktuálním stavu ověřování biologické vhodnosti nových i starších typů obalů krytokořenného sadebního materiálu v našich podmínkách a připomíná některé souvislosti a momenty, které předcházely nebo se přímo týkají „Katalogu biologicky ověřených obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin“ (dále jen Katalog obalů).

Předpokládané trendy v požadavcích odběratelů sadebního materiálu

Prognózy z přelomu tisíciletí uvádějí (JURÁSEK 2000), že klasické technologie pěstování prostokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin na minerální půdě nekrytých školkařských polí budou v ČR základem pro pěstování kvalitního sadebního materiálu i v nejbližší budoucnosti.

Některé prognostické práce z téhož období poukazyvaly jednak (ŠINDELÁŘ 1999, NERUDA, ŠVENDA 2000) na nezastupitelnou roli přímé a aktivní zainteresovanosti samotných odběratelů sadebního materiálu na budoucím rozvoji školkařských provozů v ČR, jednak (NÁROVEC 2000, s. 28) na možnost, že kolem roku 2005 může nastat jistý posun v požadavcích odběratelů, který se odrazí v preferenci některých nových, moderních technologií včetně produkce krytokořenné sadby (KSA) tzv. „středního typu“. Tyto technologie by mohly podle výše citovaného pramene i v našich podmínkách zaujmout relativně vysoký podíl (20 až 40 %) na celkovém odbytu sadebního materiálu lesních dřevin. Tzv. nové pojetí KSA charakterizované produkcí středního typu KSA, intenzivně pěstovanou v nanejvýše 2letém pěstebním cyklu z výsevů do plastových sadbovačů o velikosti nádob (buněk) 0,2 až 0,3 litru, bude pravděpodobně pro tuzemské odběratele sadebního materiálu atraktivní, neboť

produkovaný sadební materiál je určen jako náhrada za prostokořenný sadební materiál v běžných (tedy nikoliv jen extrémních či specifických) podmínkách a mimo jiné není jeho výsadba úzce vázána na průběh počasí (srážek) v jarním či podzimním období (NERUDA, ŠVENDA 2000).

Tradice i nová aktuálnost testování obalů KSA

Technologie pěstování KSA středního typu nacházejí nejširší uplatnění v lesním hospodářství zejména skandinávských, západoevropských a některých zámořských zemí. V posledních letech se pozvolna prosazují i ve střední Evropě vč. České republiky (např. VACA 2001, SZABLA 2002). Jestliže lze již nyní v našem lesním školkařství zaznamenat úsilí o rozšíření spektra pěstovaných a nabízených typů KSA včetně zavádění nových obalů ze skupiny středního typu KSA, pak se předpokládá zachování či zesílení těchto trendů na tuzemském trhu se sadebním materiálem lesních dřevin i v období po vstupu ČR do EU.

V minulosti již byly u nás s celou řadou různých technologií pěstování krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin získány značné zkušenosti (LOKVENC 1962 a další), a to jak pozitivní, tak i negativní. Významnou součástí resortního aplikovaného lesnického výzkumu bylo i rozsáhlé ověřování růstu kultur, založených s použitím různé KSA. Získané poznatky o deformacích kořenů, vznikajících ve školkách u některých dřevin a obalů KSA a prohlubujících se po výsadbě do kultur, vedly k úpravám technologií pěstování KSA i k rozvoji technologických postupů výsadby KSA na konkrétních lokalitách (KRIEGL 2000, LOKVENC 2001 aj.).

U nových typů KSA, zaváděných do ČR v posledních letech, však tyto zkušenosti chybějí nebo jsou pro místní podmínky nedostatečné. Konečný uživatel (vlastník či správce lesa) je v případě uvedení nových obalů KSA na trh odkázán zpravidla pouze na informace a doporučení, které mu poskytuje smluvní dodavatel sadebního materiálu nebo zahraniční či tuzemský producent školkařské technologie.

Aby měl vlastník lesa při nákupu KSA ve školkách dostatek informací a včas se vyvaroval potenciálních budoucích komplikací se vznikem deformací kořenů po použití KSA k obnově lesa, byla Odborem tvorby lesa MZe ČR v rámci státního poradenského servisu pro vlastníky lesa rozpracována iniciativa (ŘEŠÁTKO, JURÁSEK 2001), jejímž finálním záměrem je, aby byl v lesních školkách produkovan a uživatelům v ČR nabízen

takový krytokořenný sadební materiál, u něhož byla ověřena tzv. „biologická vhodnost obalů“ a jenž odpovídá obchodovatelným standardům sadebního materiálu lesních dřevin podle vyhlášky č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin. Posloupnost dílčích „kroků“ uvedeného záměru již zevrubně popsali JURÁSEK a MARTINCOVÁ (2001).

Metodika a průběh testovacích prací

Výpracováním metodického postupu ověřování biologické vhodnosti pěstebních obalů KSA i praktickou realizací testů byla Odborem tvorby lesa MZe ČR pověřena VÚLHM-Výzkumná stanice Opočno, resp. zde působící Zkušební laboratoř Školkařská kontrola. Práce na ověřování biologické vhodnosti obalů, aktuálně uváděných na náš trh, byly na VS Opočno zahájeny v roce 2001 a 2002. Postupně se u jednotlivých obalů vyhodnocovala nejen kvalita výpěstků (a případný vznik kořenových deformací) ve fázi pěstování ve školce, ale zejména po výsadbě na holinu. Při hodnocení kvality KSA se důsledně vychází z ustanovení norem ČSN 48 2115 a ČSN 48 2115 Z1. Za standardní soubor sadebního materiálu je považován ten, který obsahuje méně než 5 % nestandardních jedinců. K neopominutelným parametrům (z hlediska kořenových soustav) pro hodnocení standardu KSA náleží poměr objemu kořenů k nadzemním částem (K/N) a nepřipustné deformace kořenových systémů. Přihlíží se k doporučeným velikostem obalů, uváděným citovanou technikou normou a její „Změnou“ (Z 1) pro pěstování standardního výsadbyschopného sadebního materiálu.

Prezentace výsledků testování obalů (Katalog obalů)

Protože prvotní výsledky u řady nově zaváděných a perspektivních pěstebních obalů lze očekávat nejdříve v období 2 až 3 let po zahájení zkoušek, bylo možné dílčí závěry (pro fázi pěstování v lesní školce) testování biologické vhodnosti obalů publikovat nejdříve na podzim roku 2003. Výstupem je „Katalog biologicky ověřených obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin“, jenž má jednak elektronickou podobu na internetu (dokumenty v elektronickém formátu PDF jsou dostupné na adrese: <http://vulhm.opocno.cz/sluzby4.html>), jednak tištěnou podobu (distribuce do lesnické praxe se realizuje prostřednictvím časopisu Lesnická práce).

Katalog obalů zahrnuje úvodní komentář a jednotlivé katalogové listy pro každý z obalů, u nichž byla biologická nezávadnost dlouhodoběji prokázána již v minulých letech nebo u nichž testování úspěšně probíhalo minimálně jeden rok po výsadbě na trvalé stanoviště. Aktuálně Katalog obalů zahrnuje přehled již otestovaných obalů (JIFFY POTS /RCK/, ROOTRAINER, ROOTRAINER SHERWOOD) a dále seznam obalů, u kterých testování probíhá nebo u kterých bylo v uplynulých letech zahájeno: JIFFY 7, QUICK POT D 60 T/15, QUICK POT D 60 T/17, QUICK POT 12 T/18, QUICK POT 24 T, QUICK POT 35 T, PLANTEK 63 F, PLANTEK 35 F, QUICK POT 12 T/10, HIKO V-120 SS, HIKO V-265, HIKO V-530, HIKO V-310, HIKO V-350, QUICK POT 6T/12 a QUICK POT 6T/20.

Výhled na letošní a příští rok (Závěr)

Současnou etapu testování obalů KSA je možné charakterizovat jako „období rozpracování“ výchozího záměru publikovat ucelené výsledky testování konkrétních obalů KSA v průběžně aktualizovaných katalogových listech Katalogu obalů. Definitivní stanovisko k testovaným obalům mohou zkušební laboratoře poskytnout teprve po minimálně 3letém sledování růstu výsadeb KSA v kulturách. Nejdůležitějším

hlediskem pro doporučení obalů bude zejména charakter rozrůstání kořenových soustav testované KSA, tj. absence nežádoucích deformací kořenů.

Na podkladě požadavků výrobců nebo dodavatelů obalů KSA bude v letošní roce zahájeno testování dalších typů pěstebních obalů. Řada jiných pěstebních obalů již prochází fází testování ve školce a katalogové listy těchto obalů budou za předpokladu pozitivních výsledků z kontrolních výsadeb KSA vytištěny v příštím roce. Katalog obalů by tak mohl již v roce 2005, kdy bude možné uzavřít další etapu zkoušek obalů, začít plnit svůj účel, tj. zahrnovat základní spektrum pěstebních obalů, které je možné pro KSA v našich podmínkách doporučit, a stát se tak v lesnické praxi pomůckou pro výběr kvalitní KSA lesních dřevin pro obnovu lesa. Nadále totiž zůstává v platnosti konstatování, které vyslovili NERUDA a ŠVENDA (2000), že „k oživení školkařských provozů je nutná přímá a aktivní zainteresovanost samotných odběratelů sadebního materiálu, kteří mají přirozený zájem na kvalitě a hospodárnosti obnovy lesa.“

Literatura

- JURÁSEK, A.: Informační tok o zdrojích reprodukčního materiálu a produkci sadebního materiálu. In: K aktuálním úkolům lesního školkařství. Sborník referátů. Praha, 27. 6. 1996. Opočno, VÚLHM-VS 1996, s. 12 – 14.
- JURÁSEK, A.: Kam směřuje naše lesní školkařství? Lesnická práce, 79, 2000, č. 3, s. 99 – 101.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J., LOKVENC, T.: Krytokořenný sadební materiál a úspěšnost obnovy lesa. In: Pěstování a užití krytokořenného sadebního materiálu. Sborník referátů mezinárodní konference. Trutnov, 26. – 28. 5. 1999. Brno, LDF MZLU 1999, s. 5 – 23.
- JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J.: Obaly pro pěstování sadebního materiálu. Lesnická práce, 80, 2001, č. 5, s. 202 – 204.
- KLEČKA, S.: Informační tok o sazenicích. Zprávy lesnického výzkumu, 42, 1997, č. 1, s. 25.
- KRIEGL, H.: Vývoj kultur zakládáných v exponovaných horských polohách Sudet. Zprávy lesnického výzkumu, 45, 2000, č. 3, s. 10 – 14.
- LOKVENC, T.: Perspektivy použití rašelinocelulózových pohárků v ČSSR. Lesnická práce, 41, 1962, č. 5, s. 234 – 235.
- LOKVENC, T.: Přínos opočenského pracoviště pro vědu a praxi v oborech lesního školkařství a zalesňování. In: 50 let pěstebního výzkumu v Opočně. Sborník z celostátní konference. Opočno, 12. – 13. 9. 2001. Sest. A. Jurásek a kol. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 2001, s. 29 – 46.
- MAUER, O.: Kvalita služeb školkařských provozů. Zprávy lesnického výzkumu, 42, 1997, č. 1, s. 17 – 18.
- MAUER, O.: Lesní školkařství po transformaci lesního hospodářství. Lesnická práce, 79, 2000, č. 3, s. 101 – 103.
- NÁROVEC, V.: Aktuální stav školkařské výroby u LDP Vltava, a. s., Vlašim a náměty na její výhledovou optimalizaci s ohledem na disponibilní zdroje a předpokládané odbytové možnosti. Poradenská zpráva pro LDP Vltava, a. s., se sídlem ve Vlašimi. Opočno, VÚLHM-VS 2000. 42 s.
- NERUDA, J., ŠVENDA, A.: Technický a technologický rozvoj v lesních školkách. Lesnická práce, 79, 2000, č. 3, s. 111 – 113.
- SZABLA, K.: Ekonomická efektivita produkce sazenic v kontejnerové školce Nadlesnictva Rudy Raciborskie. Lesnická práce, 81, 2002, č. 3, s. 126 – 128.
- ŘEŠÁTKO, M., JURÁSEK, A.: Služby vlastníkům lesa. Lesnická práce, 80, 2001, č. 12, s. 548 – 549.
- ŠINDELÁŘ, J.: Některé cíle a možnosti racionalizace v lesním školkařství. Zprávy lesnického výzkumu, 44, 1999, č. 3, s. 11 – 14.
- VACA, D.: Technologie BCC v České republice. Lesnická práce, 80, 2001, č. 6, s. 272 – 273.

Lesní hospodářství v České republice, Maďarsku, Polsku a Ukrajině

V rámci programu INCO Copernicus podpořila Evropská unie část programu SCEFORMA (ERBIC15-CT989-0122), který se zabývá problémy zemí ve střední a východní Evropě. Ekonomické přeměny v České republice, Maďarsku, Polsku a Ukrajině zasahují i oblast lesního hospodářství. Cílem projektu SCEFORMA je odhadnout příští vývoj lesů v těchto zemích. Na základě údajů získaných od příslušných institucí bylo vypracováno šest scénářů pro hodnocení úrovně v lesním hospodářství:

- pokračování v těžbě jako dosud (BAU)
- rychlý vzrůst těžby během 20 let při zachování dřevní zásoby (MAX)
- postupné zvyšování těžby respektující přírodu blízké hospodaření (MTF)
- postupné zvyšování těžby respektující přírodu blízké hospodaření odrážející změny klimatu (MTF_CCH)
- postupné zvyšování těžby respektující přírodu blízké hospodaření při snižování defoliace (MTF_DD)
- postupné zvyšování těžby respektující přírodu blízké hospodaření při zvyšování defoliace (MTF_ID)

Pro vyhodnocování podkladů byl použit model EFISCEN, který je flexibilní a je vhodný pro všechny zmíněné země. Vkládané údaje byly odvozeny z národních inventarizací porostních zásob a ročního přírůstu každé věkové třídy a typu lesa. V kapitolách věnovaných jednotlivým zemím jsou při hodnocení zohledňovány kraje, typy vlastnictví, bonitní třída a druh dřeviny. Také způsoby lesního hospodaření (probírky, mýtní věk apod.) jsou zahrnuty do úvah o budoucím vývoji lesa v jednotlivých zemích. Model EFISCEN umožňuje simulaci vývoje lesů během předpokládaných klimatických změn. Projekt SCEFORMA modeluje vývoj defoliace, její vztah k znečištění ovzduší a její dopad na lesní porosty.

Všechny scénáře byly zpracovány pro období od poslední národní inventarizace do roku 2050. Vývoj lesního hospodářství po roce 1990 byl hodnocen na základě souhrnných výsledků. Vyplynulo z nich, že úroveň těžby klesla ve všech čtyřech sledovaných zemích. V projektu je zařazeno 6 scénářů, které hodnocené země mohou adaptovat na své podmínky a využít při hodnocení vývoje lesního hospodářství ve svých zemích.

SCHLHAAS, M. J. et al.: Scenarios on Forest Management in Czech Republic, Hungary, Poland and Ukraine. Leiden, Brill NV 2004. 107 s.

Kp

Přeměna smrkových porostů – metody a důsledky

V rámci EFI (European Forest Institute) vznikla v roce 2000 tři regionální projektová střediska a další tři se vytvořila v roce 2001. Jedním z programů těchto později vytvořených středisek je tzv. program CONFOREST, který se zabývá problémy přeměny monokultur smrku ztepilého na listnaté porosty v lokalitách, kde listnaté porosty převládají. V šesti zemích (Rakousko, Dánsko, Německo, Francie, Španělsko, Rusko) byla zřízena projektová střediska, která zpracovávají materiály pro přeměnu lesů zvláště střední Evropy na přírodu blízké, většinou smíšené lesní porosty.

Přeměna smrkových porostů v Evropě

(SPIECKER H. et al.)

V Evropě byly po staletí vysazovány smrk ztepilý (*Picea abies* L. KARST.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), protože jejich rychlý růst

sliboval brzkou ekonomickou návratnost. Během 19. a 20. století byla rozloha listnatých dřevin silně zredukována. Dnes se smrkové porosty nacházejí často mimo své přirozené prostředí, kam byly vysazeny z ekonomických důvodů.

Současné požadavky na trvale udržitelné lesní hospodářství zdůrazňuje princip biodiversity a přírodě blízkého hospodaření, ochrany vodních zdrojů, prevenci eroze při určité úrovni těžby. Také rekreační úlohu lesa a ochranu kulturního dědictví je nutno uvažovat.

Těmto požadavkům lze velmi těžko vyhovět v zemích s druhotnými smrkovými kulturami. Proto bylo založeno Regionální projektové středisko (Regional Project Centre – RPC) při EFI, které zpracovává výsledky výzkumu zabývajícího se přeměnou smrkových porostů. RPC analyzuje ekologické, ekonomické, praktické a sociální dopady smrkových monokultur, zkoumá jejich vývoj v prostředí listnatých porostů a zároveň zohledňuje místní podmínky v historickém a kulturním kontextu. Výsledky tohoto výzkumu slouží jako podklad expertům při hodnocení strategií přeměn a zlepšují kvalitu výzkumu. V Evropě byla vytvořena výzkumná síť, která předává informace ze zúčastněných institucí majitelům lesa a politikům v mnoha státech.

Regionální projektové středisko je řízeno zvolenou pětičlennou vědeckou radou (E. Klimo, J. P. Skovsgaard, H. Spiecker, H. Sterba, K. von Teuffel), koordinátor (J. Hansen) zajišťuje denní administrativu. Rada zajišťuje mezioborovou spolupráci a realizaci společných rozhodnutí. Vědecký dohled vykonává Vědecká rada (EFI's Scientific Advisory Board). RPC zahrnuje 8 pracovních týmů, které se informují o svých aktivitách na pravidelných setkáních; vedoucí každého týmu koordinuje tým expertů z evropských institucí. Celkově se RPC skládá ze 14 členů z 12 evropských zemí, které podepsaly Memorandum porozumění (Memorandum of Understanding), 21 výzkumných organizací z 12 zemí činnost RPC-CONFOREST podporují.

Termíny a definice

(HASENAUER, H.)

V posledních letech se trvalá udržitelnost stala klíčovým pojmem ve vztahu pokrok - příroda. Přeměna smrkových porostů se zdá být nutností. Evropské lesy jsou velmi poškozeny lidskou činností, kromě poškození pastvou, hrabáním steliva, apod., je hlavní příčinou degradace lesů náhrada listnatých porostů na jejich původním stanovišti porosty smrkovými a borovými. Cílem tohoto hospodaření bylo trvalé zvyšování dřevní produkce a tím zvyšování příjmů majitelů lesa.

Pochybnosti o správnosti tohoto stylu hospodaření se objevovaly již od začátku 20. století. V 90. letech, kdy lesy střední Evropy již prokazatelně hynuly, bylo zjevné, že lesní ekosystém má určité hranice, kde končí jeho resistance vůči stresu a monokulturní hospodářství tuto hranici ještě snižuje.

Prováděné výzkumy potvrdily možnost zvýšit odolnost lesních porostů přeměnou buď na čisté listnaté nebo smíšené lesy, většinou bukové nebo dubové. Zkoumaly se různé kombinace dřevin, při nichž jedna dřevina podporuje růst druhé.

V současné době se střetávají zájmy ekologické a ekonomické a proto bylo nutno vytvořit výzkumnou základnu a stanovit ekologická, ekonomická a sociální kritéria a jejich vzájemné vztahy. Byly ustanoveny pracovní skupiny (inventarizační, ekologická, pěstební, metodická, ekonomická, lesnická, historická), které definovaly své cíle. Jako základ další práce definovaly tyto pracovní skupiny nejužívanější slovní pojmy, které jsou zařazeny v závěru článku.

Historie výskytu sekundárních smrkových porostů v Evropě

(JOHANN, E. et al.)

Původní krajina Evropy byla pokryta převážně listnatými stromy. Změny ve skladbě lesa nastaly v 18. století a jsou spojeny s potřebou dřeva v rozvíjejícím se průmyslu (sklářství, důlní těžba) a zemědělství (chov dobytka).

Technika výsevu jehličnatých dřevin byla objevena německým obchodníkem již v roce 1368 a byla příležitostně využívána jak v Německu, tak v sousedních zemích. Teprve od 16. století se však začaly upřednostňovat jehličnany, v 18. století se v Evropě jehličnany staly ekonomickou dřevinou a vysazovaly se uměle na úkor listnatých porostů. Na konci 19. století se nacházely listnaté porosty pouze jako přirozený nálet na holinách vzniklých požárem nebo připravených pro zalesňování.

Monokulturní hospodářství znamenalo růst lesní plochy, ale již druhá a třetí generace porostů vykazuje značnou redukci růstu. Nepřirozená introdukce smrku do nižších poloh přinesla také degradaci půdy, porosty jsou ohroženy sněhem, větrem a hmyzem.

I když 400 let byly preferovány smrkové, borové a později i modřínové porosty, lze na základě historického a ekologického rozboru jednotlivých lesních oblastí obnovit alespoň přibližně původní porosty.

Současné rozložení druhotných porostů smrku ztepilého v Evropě

(VON TEUFFEL, K. et al.)

Smrk je jednou z nejrozšířenějších a hospodářsky nejvýznamnějších dřevin v Evropě. Roste ve svém přirozeném areálu, ale také ve střední a západní Evropě, tedy mimo svůj přirozený areál. To potvrdily i údaje získané z Rakouska, Belgie, České republiky, Dánska, Francie, Německa, Irska, Lucemburska, Nizozemí, Polska, Slovenska, Švédska, Švýcarska a Velké Británie.

Z dat zpracovaných RPC vyplynulo, že nejčistší smrkové porosty se nacházejí ve Švédsku, následuje Německo, Rakousko a Česká republika. Inventarizace také zpracovala druhy smíšených porostů, dřevní zásobu, typy vlastnictví a věkové třídy porostů.

Růst, vitalita a resistance porostů smrku ztepilého proti biotickým i abiotickým škodám jsou v první řadě ovlivněny stanovištěm. Mimo svůj přirozený areál se smrk zpočátku projevuje jako adaptabilní, během dalšího vývoje však dochází k poškození porostů.

Přeměna porostů smrku ztepilého je v zemích Evropy ovlivňována ekonomickými faktory, způsoby lesního hospodářství a tradicí a v neposlední řadě též majiteli. Smrkové monokultury je možné přeměnit dvěma způsoby: druhotné smrkové porosty se zcela nahradí druhy, které jsou na tomto stanovišti přirozené, nebo na stanovištích, kde převládají listnaté porosty, se smrkové porosty jimi obohacují.

Po ukončení celého projektu budou údaje získané během této studie uveřejněny na internetu.

Přeměna jehličnatých lesů – sociální a politické aspekty

(SCHRAML, U., VOLZ, K. R.)

V rámci zemí zapojených do projektu byl vztah veřejnosti k lesu důkladně analyzován v německy mluvících zemích, hlavně v samotném Německu, kde se o programu na přeměnu jehličnatých lesů začalo vážně uvažovat po povětrnostních kalamitách v roce 1990. Průzkumy veřejného mínění naznačují pokles preference smrkových porostů na úkor listnatých lesů, v případě, že majitelé lesa jsou z průzkumu vyděleni. Preference určitého druhu lesa závisí na věku, vzdělání a bydlišti tázaných a na majetkovém vztahu k lesu. Většina otázaných dávala přednost listnatým lesům z estetického hlediska, laici neuvažovali o typu lesa z ekologických hledisek.

V Německu se až 33 % populace nikdy nesetkalo s pojmem zvyšování zastoupení listnáčů v lese, většina lidí žádné změny v lese nezaregis-

trovala. Zatímco o těžbě v tropických lesích měla veřejnost svůj názor - byla jednoznačně odmítána, v otázce ostatních lesů se tázaní dělili na absolutní odpůrce lesní těžby a na zastánce neomezené těžby.

Informovaná nelesnická veřejnost přijímá přeměnu lesa kladně, specifickou skupinou jsou majitelé lesů, kteří musí změnit svůj přístup ke smíšeným lesům a přestat je vnímat jako ekonomicky riskantní. Průzkum ukázal, že veřejnost ví o nevhodnosti smrkových monokultur, ale povědomí o probíhajících opatřeních a přeměně je nízké. Jehličnaté lesy jsou považovány za méně ekologické, sociálně méně vhodné, veřejnost nezaujímá negativní postoj k intenzivnímu využívání dřeva. Úkolem do budoucna je přesvědčit vlastníky lesa o výhodách smíšených lesů.

Pěstební postupy při přeměně lesních porostů

(VON LÜPKE, B. et al.)

Tato kapitola se zabývá současným stavem transformace lesních porostů v Rakousku, České republice, Dánsku, Francii, Německu, Velké Británii, Polsku, Slovensku a Švédsku. Důvod transformace je ve všech zemích podobný - monokultury smrku ztepilého jsou ohrožovány klimatickými faktory, nevyhovují stanovištním podmínkám ani požadavkům ochrany přírody.

Strategie pěstebních postupů lze rozdělit do tří skupin:

- zmýcení porostu – je nejužívanější metoda, při které se vzniklá holoseč zalesní smíšenými porosty; používá se tam, kde jsou smrkové porosty nestabilní, nevýhodou jsou vysoké náklady na sazenice, pozdější škody myšovitými, okus zvěří, pozdní mrazy a zabuření, je vhodná pro drobné vlastníky lesa
- podsadba cílové dřeviny do krycí kultury – umožňuje postupnou přeměnu na bohatě strukturovaný porost, převažuje podsadba do starých smrkových monokultur. Podmínkou je, aby dospělé porosty byly odolné vůči silnému větru a podsadba nevyžadovala příliš mnoho světla; metoda musí být prováděna lesnickými odborníky.
- přeměna zaměřená na strukturální změny – je specifickou formou předcházející metody; mateřský porost se pěstuje co nejdéle a regeneračně se obnovuje pouze na malých plochách. Konečným cílem je nestejnověký porost s rozdílnými druhy jehličnatých i listnatých dřevin, popř. i smrkové monokultury různého věku, přičemž podíl smrku ztepilého závisí na stanovišti, plánech vlastníka; v některých zemích jsou strukturální změny regulovány legislativně.

Ve všech výše jmenovaných zemích se upřednostňují pěstební metody před holosečným způsobem hospodaření a mladé stromky rostou pod zápojem. Klíčovou roli proto hraje tolerance dřeviny k zastínění; do budoucna se nesmí zapomínat, že rostoucí semenáčky budou vyžadovat v dalších etapách růstu více světla. V tomto smyslu je třeba pokračovat ve výzkumu.

Ekologické dopady přeměny

(KULHAVÝ, J. et al.)

Smrkové porosty byly v průběhu minulého století stále více poškozovány biotickými i abiotickými vlivy, zatímco se ukázalo, že smíšené porosty odolávají nepříznivým vlivům lépe. Proto se cílem výzkumu posledních let stává biodiverzita lesních porostů, její vliv a ekologické důsledky na životní prostředí.

Při transformaci lesních porostů dochází ke změnám půdní kyselosti, mění se složení mikrobiální populace a nutričních složek v porostech, jsou ovlivňovány kořeny a množství biomasy, vodní bilance. Přeměnou lesních porostů, zvláště monokultur smrku ztepilého, je omezeno přemnožení škodlivého hmyzu, sníženo nebezpečí sněhových a větrných polomů. Smíšené lesní porosty mohou lépe vzdorovat případným budoucím kli-

matickým změnám, z estetického hlediska jsou tyto porosty pro veřejnost mnohem přitažlivější, je tedy snazší zajistit multifunkčnost lesa.

Na druhé straně má tato transformace i své negativní stránky: dlouhodobý vývoj nového porostu, větší spotřeba živin, akumulace uhlíku a dusíku, destabilizace vodní bilance a změna půdních podmínek. V současné době naráží transformace porostů na nedostatečně propracované metody a prognózy dalšího vývoje, které by měly brát v úvahu i historický vývoj stanoviště.

Metody těžby při přeměně porostů

(NORDFJELL, T. et al.)

V rámci programu CONFOREST je preferována sortimentní metoda těžby. Výběr těžební techniky při přeměně monokultur smrku ztepilého na stanovištích původně obsazenými listnatými dřevinami závisí na charakteru terénu (příkré svahy, rovina), pěstebních způsobech (clonná seč, probírka) a ekologických cílech. V ekonomické rovině je nutno do nákladů na znovuzalesňování započítat také finanční výdaje na pracovní síly.

Následné zalesňování se provádí buď výsadbou nebo sítí při použití vhodných mechanizačních prostředků. Většina problémů nastává teprve po ukončení těžby, kdy je třeba vybrat pro zalesňování vhodné mechanizační prostředky jak z hlediska technického, tak z hlediska rekreačního.

Transformační proces lze uhradit nebo alespoň zmírnit ekonomické ztráty prodejem vytěženého dřeva, vhodným výběrem typu kultur pro zalesňování, vhodnými pěstebními metodami nově zasazených nebo ponechaných stromů.

Ekonomický pohled na přeměnu porostů

(JACOBSEN, J. B. et al.)

Z literárních rešerší vyplývá, že transformace porostů je ovlivňována různými ekonomickými položkami, např. výnosem z porostu (návratnost investic), realizační hodnotou dřeva (platební schopnost), nepředvídatelností (vývoj trhu, vnitřní vývoj výrobních procesů v dřevařství), flexibilitou (možnost reakce na okolní změny).

Ekonomická analýza transformace porostů byla prováděna na základě údajů o porostní struktuře v Sollingském lese v Německu. Je to státní les, v kterém se nachází smrkové a smíšené smrko-bukové porosty. Analýza procesu přeměny porostu byla hodnocena na základě simulace vývoje přeměny monokultury smrku ztepilého na dva rozdílné cílové porosty.

Získané výsledky mají své lokální omezení. Nicméně se ukázalo, že transformace porostů sebou nese celou řadu problémů, které je nutno dále řešit. V budoucnu se musí monitorovat větší soubor charakteristik. Tato studie se omezila na perspektivy majitelů lesa, další vývoj by se měl soustředit na výhody a náklady transformace lesních porostů včetně z toho vyplývajícího mimoprodukčního užitku.

Závěry

V mnoha evropských zemích se stala konverze smrkových porostů důležitou součástí lesnické politiky. Konverze má však vliv na konečné výstupy – výrobky i služby. Zasahuje do ekologické, ekonomické, sociální a kulturní sféry na stanovištní, krajinné, regionální i národní úrovni. Základem výběru vhodné strategie konverze je integrace místní historie, stanovištních podmínek, přírodních podmínek s potřebami a očekáváním majitelů lesa i veřejnosti. Existuje několik možností konverze, každá však vyžaduje určité časové období pro dosažení cíle.

Hlavní výhodou přeměny na smíšené nebo nestejnověkové lesy je ekologická stabilita, tzn. menší rozsah poškození hmyzem, houbami, sněhem, apod. Nevýhodou je špatný růst smrku ztepilého ve smíšeném lese, způsobený kompeticí mezi stromy, dočasná destabilizace porostu, ekonomická ztráta při prodeji dřeva. Strategie přeměny se proto musí zavádět diferencovaně na základě studia lokálních předpokladů a podmínek.

SPIECKER, H. et al. (ed.): Norway spruce conversion – options and consequences. Leiden, Brill NV 2004. 269 s.

Kp