

## EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - PLANÁ (1969)

## Norway spruce thinning experiment – Series Planá (1969)

## Abstract

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

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

## ÚVOD

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

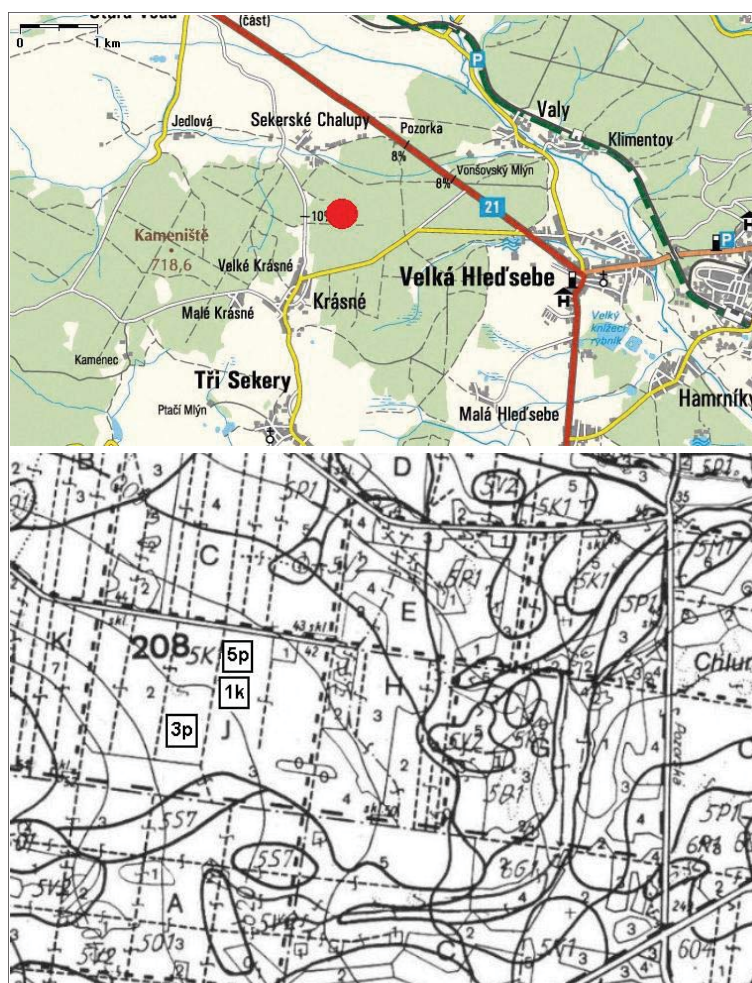
## METODIKA

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

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

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

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



Obr. 1.

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

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

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

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

## PRŮBĚH EXPERIMENTU

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

### Počet stromů a výčetní základna

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

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

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

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

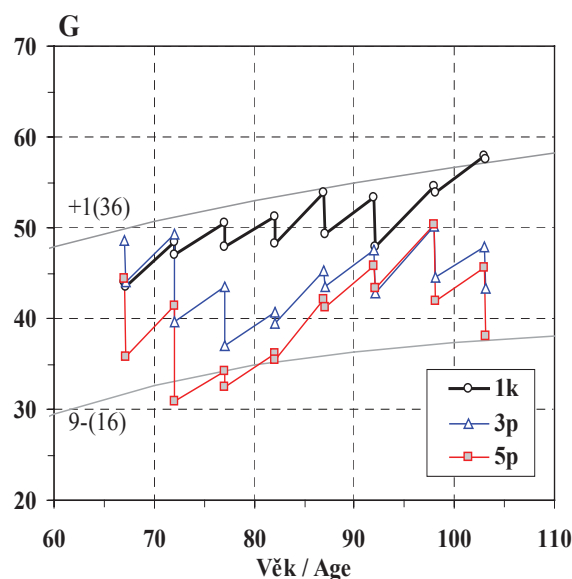
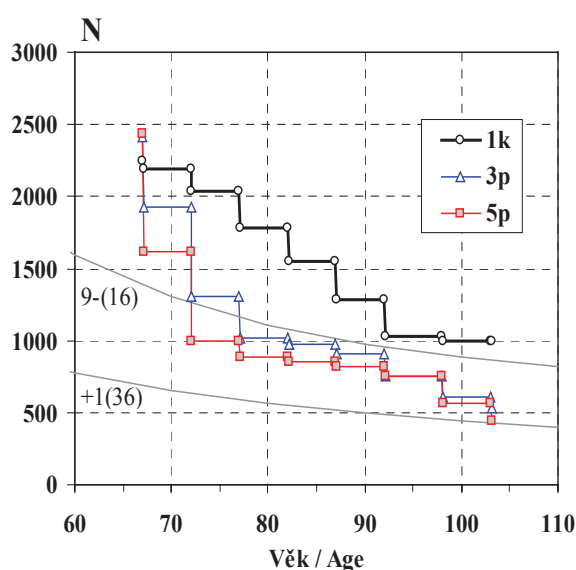
- na variantě 1k celkem 1 784 stromů (mortalita 464 stromů, 21 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 020 stromů (při výchově odstraněno 1 392 stromů, tj. 58 % N),
- na variantě 5p celkem 888 stromů (při výchově odstraněno 1 552 stromů, tj. 64 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 77 let:

- na variantě 1k – 47,9 m<sup>2</sup> (nárůst o 3,9 m<sup>2</sup>),
- na variantě 3p – 37,0 m<sup>2</sup> (pokles o 11,6 m<sup>2</sup>),
- na variantě 5p – 32,4 m<sup>2</sup> (pokles o 11,9 m<sup>2</sup>).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 67 – 77 let) představoval, po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole, na plochách 3p a 5p – 9,0 a 9,6 m<sup>2</sup> a byl tedy o 0,4 a 1,0 m<sup>2</sup> větší než na kontrole (8,6 m<sup>2</sup>).

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



Obr. 2.

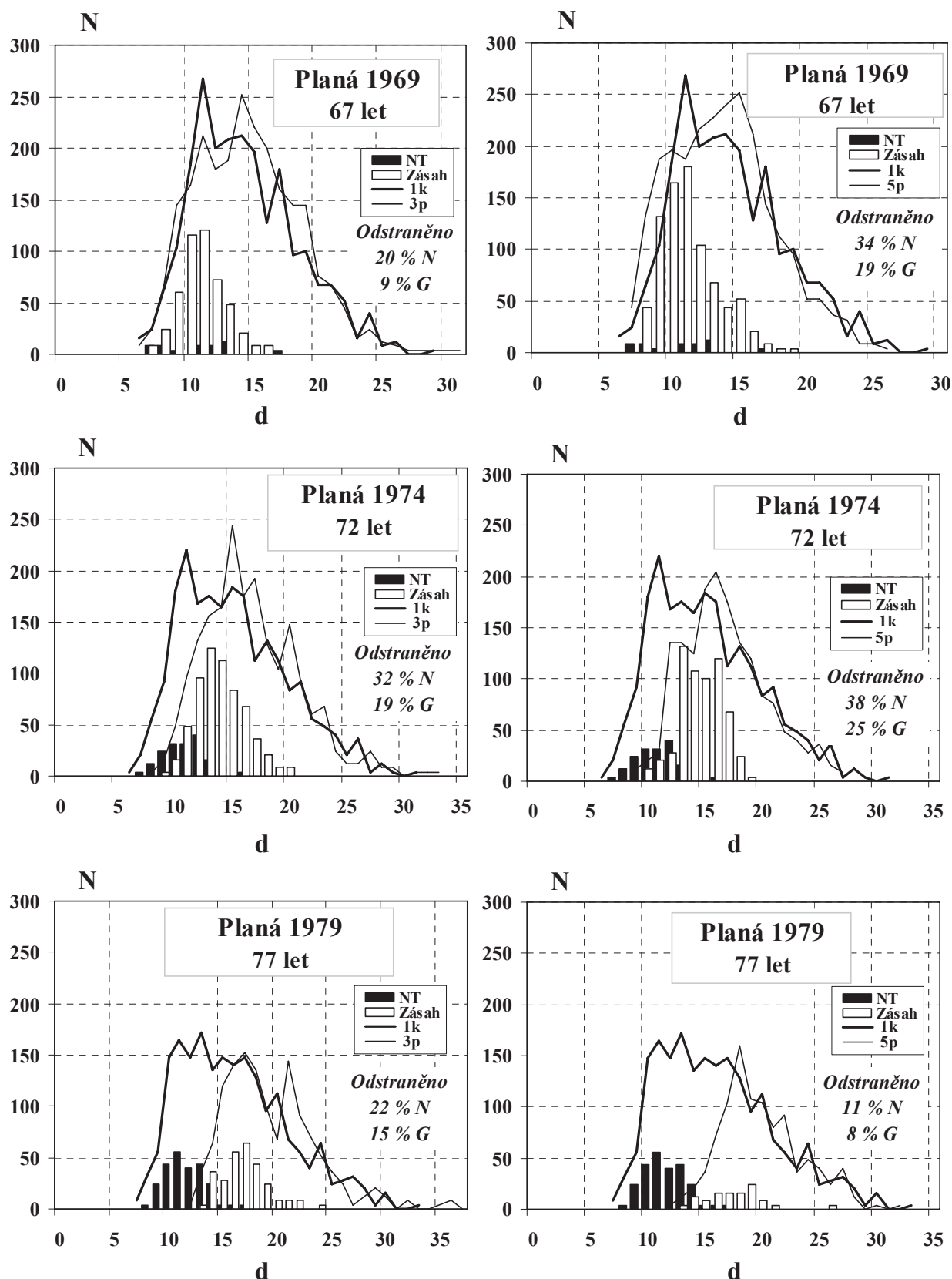
Vývoj počtu stromů N (ks.ha<sup>-1</sup>) a výčetní kruhové základny G (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) na srovnávacích plochách experimentální řady Planá ve věku 67 - 103 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N - trees.ha<sup>-1</sup>) and basal area (G - m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) on comparative plots of experimental series Planá at the age 67 – 103 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

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

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

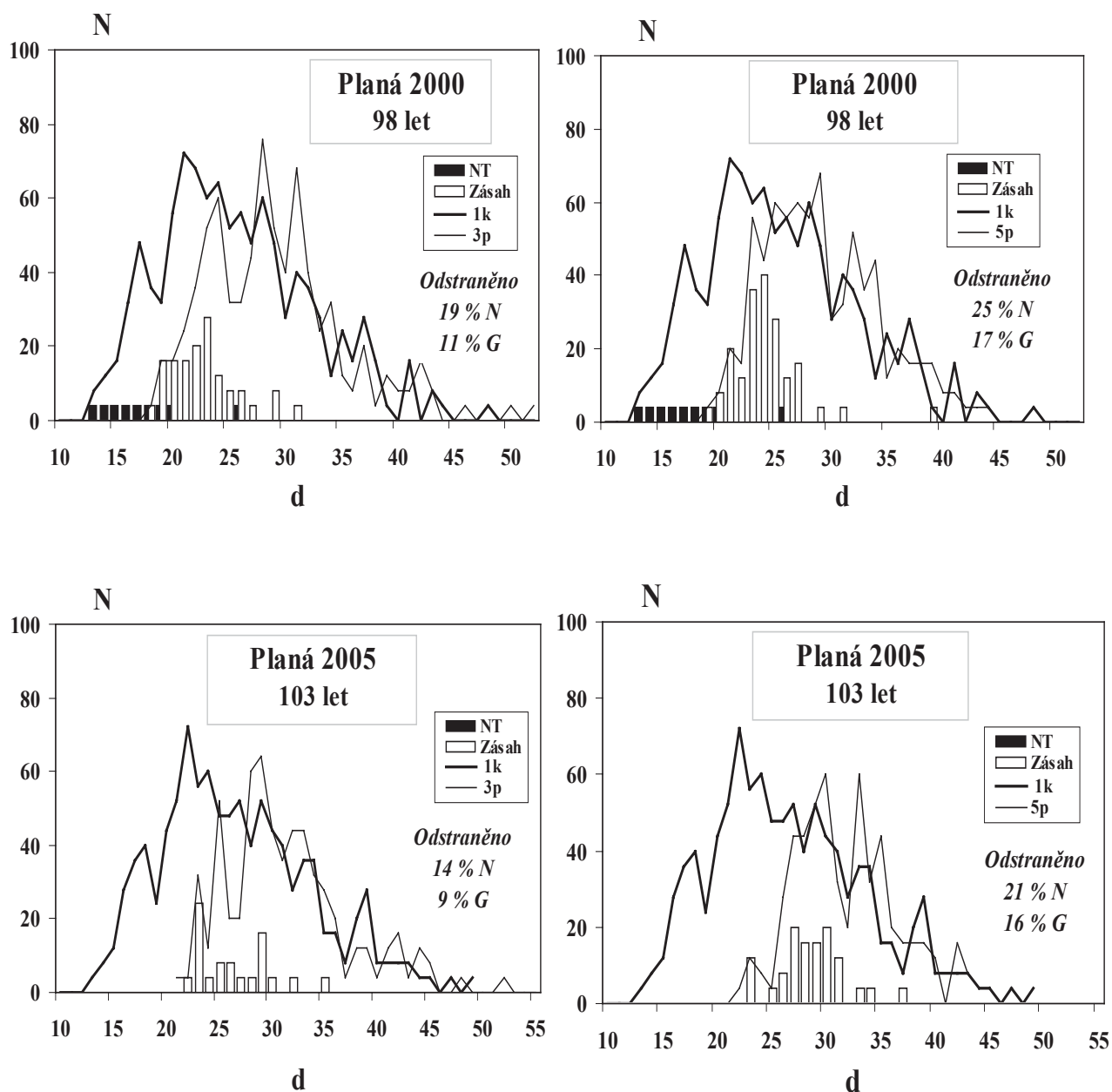
Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předmytí, Sdružený porost (porost většně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), P – přírůst, 1k – kontrolní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



Obr. 3a.

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

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



Obr. 3b.

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

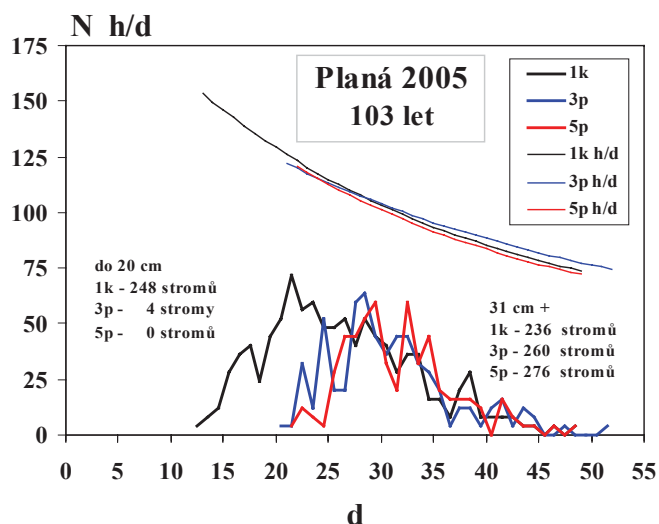
Diameter structure and experimental treatments on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Planá experimental series at the age of 98 and 103 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm,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

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

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

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při šesté revizi ve věku 92 let (1994), kdy ubylo po větrném polomu 20 % počtu (252 stromů) a 10 % výčetní základny G (5,4 m<sup>2</sup>). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu (8 % G, tj. 4,6 m<sup>2</sup>) se během sledování vyskytlo ještě jednou ve věku 87 let (1989).

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



Obr. 4.

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

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

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

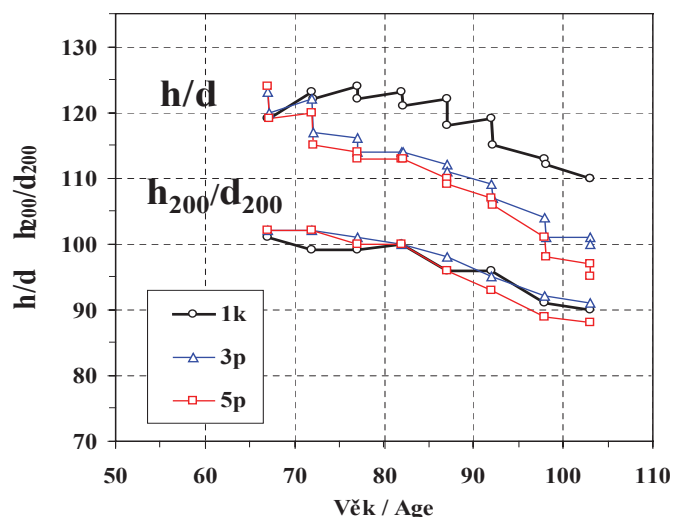
Výčetní základna  $G$  byla od druhé revize ve věku 72 let největší na kontrolní ploše 1k (obr. 2) a až do věku 87 let se přibližovala k tabulkovým hodnotám pro bonitu +1 (36). Po polomech ve věku 87 a 92 let (nahodile odstraněno 8 a 10 %  $G$ ) se přírůst základny zotavil a při poslední revizi ve věku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

Výčetní základna  $G$  experimentálních porostů 3p a 5p po výchovných zásadách ve věku 67 až 77 let klesla (na variantě 5p až na 31 m<sup>2</sup>) a po ukončení výchovy v následujících 15 letech opět vzrostla téměř na úroveň kontrolní varianty 1k. Polom ve věku 92 let postihl porost 3p téměř stejně jako kontrolu (nahodile odstraněno 10 %  $G$ ). Výrazně méně byl poškozen porost 5p, kde bylo při tomto polomu nahodile odstraněno pouze 5 %  $G$ .

Před zahájením přípravných obnovních zásahů ve věku 98 let dosáhla základna  $G$  na variantách 3p a 5p ca 50 m<sup>2</sup>, tj. 92 % kontrolní varianty 1k.

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

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



Obr. 5.

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

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

- na kontrolní ploše 1k 13,6 m<sup>2</sup>,
- na srovnávací ploše 3p 25,6 m<sup>2</sup>,
- na srovnávací ploše 5p 31,2 m<sup>2</sup>.

#### Tloušťková struktura

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

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

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

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

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

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

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

### Statická stabilita

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

V dalším období štíhlostní kvocien středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocieniem.

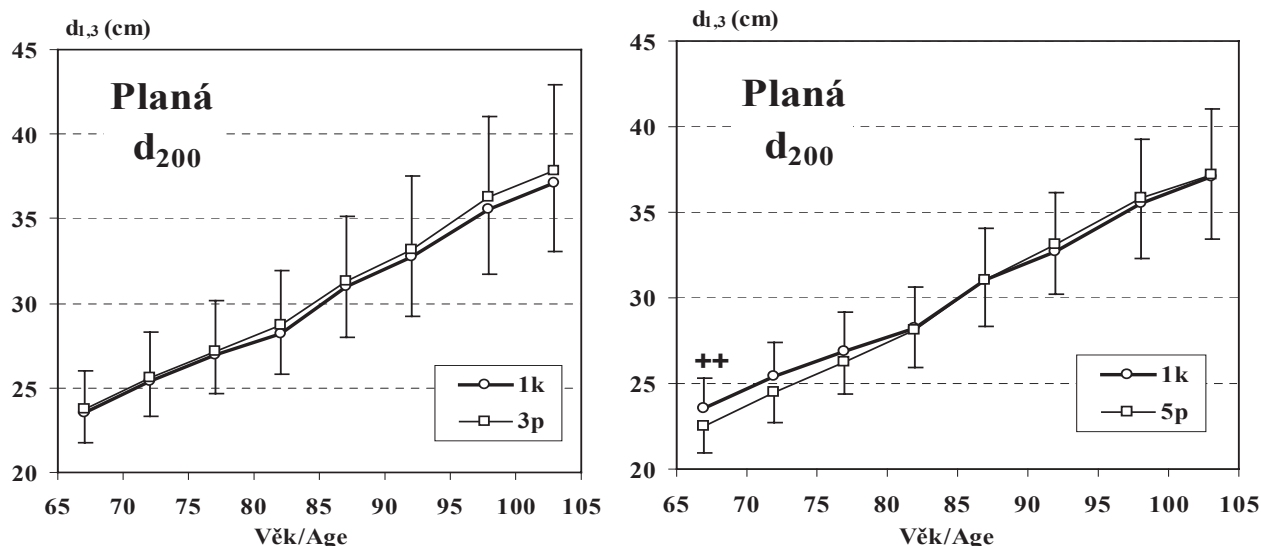
Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování. Na variantě 5p byl pokles po kulminaci výraz-

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

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

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

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



Obr. 6.

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

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

## ZÁVĚRY Z EXPERIMENTŮ PLANÁ

- V období sledování (ve věku 67 až 103 let) byla výčetní základna na řadě Planá největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu (při poslední revizi 57,6 m<sup>2</sup>), zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhla ve stejném věku 103 let 43,4 a 38,1 m<sup>2</sup>.
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolní ploše 1k redukován poškozením porostu především větrem. V průběhu sledování bylo na kontrole odstraněno jako souše a zlomy 18,6 m<sup>2</sup> kruhové základny, tj. 58 % přírůstu G (z toho 5,4 m<sup>2</sup> při polomu ve věku 92 let). Na variantách s výchovou 3p a 5p zlomy a souše představovaly 7,8 a 4,0 m<sup>2</sup> (23 a 11 % periodního přírůstu G).
- Periodní přírůst výčetní základny G po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů byl ve sledovaném období ve věku 67 – 103 let u variant s výchovou 3p a 5p 33,4 a 35,2 m<sup>2</sup>, tj. o 1,2 a 3,0 m<sup>2</sup> větší než na kontrole 1k bez výchovy (32,2 m<sup>2</sup>).
- Periodní přírůst výčetní základny G bez nahodile vytěžených stromů byl za období sledování experimentu (věk 67 – 103 let) na kontrolní ploše 1k 13,6 m<sup>2</sup>, zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 25,6 a 31,2 m<sup>2</sup>.
- Vliv podúrovňových výchovných zásahů (varianty 3p, 5p) vedl po 36 letech sledování ke snížení zastoupení nejnižších tloušťkových tříd a ke zvýšení zastoupení stromů v nejvyšších tloušťkových třídách ve srovnání s kontrolním porostem 1k bez výchovy. Na konci období sledování (věk 103 let) byly zjištěné rozdíly v porovnání tloušťkových struktur všech třech variant 1k, 3p a 5p potvrzeny jako průkazné.
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla od počátku pokusu nepříznivá. Štíhlostní kvocient středního kmene dosahoval ve věku 67 let hodnot 119 (1k), 123 (3p) a 124 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 124 při třetí revizi ve věku 77 let.
- V dalším období štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem. Na variantě 5p se silnějšími podúrovňovými zásahy byl pokles po kulminaci výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.
- Pod hodnotu 100 klesl štíhlostní kvocient středního kmene pouze na variantě 5p, a to až v důsledku početních posunů po podúrovňových zásazích ve věku 98 a 103 let, na variantě 3p klesl na hodnotu 100 a na kontrole se dostal pouze k hodnotě 110.
- Štíhlostní kvocient horního stromového patra  $h_{200}/d_{200}$ , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval na obou hodnocených řadách výchozích hodnot 101 až 102 a měl od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2005 (věk 103 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na variantách 1k a 3p na hodnoty 90 a 91, významnější (statisticky průkazný) pokles byl zaznamenán pouze na variantě se silnějšími zásahy 5p (kvocient 88).
- Signifikantní efekt výchovy na zvýšení tloušťky dominantních stromů byl patrný pouze na variantě 5p v období po prvních podúrovňových zásazích (věk 67 let). Přírůst kosterních stromů horního stromového patra v dalším období na variantě 5p a po celé sledované období na variantě 3p se od hodnot zjištěných na kontrolní variantě 1k průkazně nelišil.

### Poděkování:

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

### LITERATURA

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



## Norway spruce thinning experiment – Series Planá (1969)

### Summary

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

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

Recenzováno