

## EXPERIMENTY S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - POLIČKA I A POLIČKA II (1964)

### Norway spruce thinning experiments – Series Polička I and Polička II (1964)

#### Abstract

Experimental series at Polička I and Polička II were founded in forest region 16 – the Českomoravská vrchovina Mts. in 1964 in 53-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The first series Polička I consists of two comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each. Comparative plots 1k are control plots without designed thinning and comparative plots 2ú are the stands with thinning by positive selection from above. The second series Polička II consists of three comparative plots of the same dimensions. Except of control plot, it consists of two plots (3p and 5p) 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:** smrku ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesů, porostní výchova

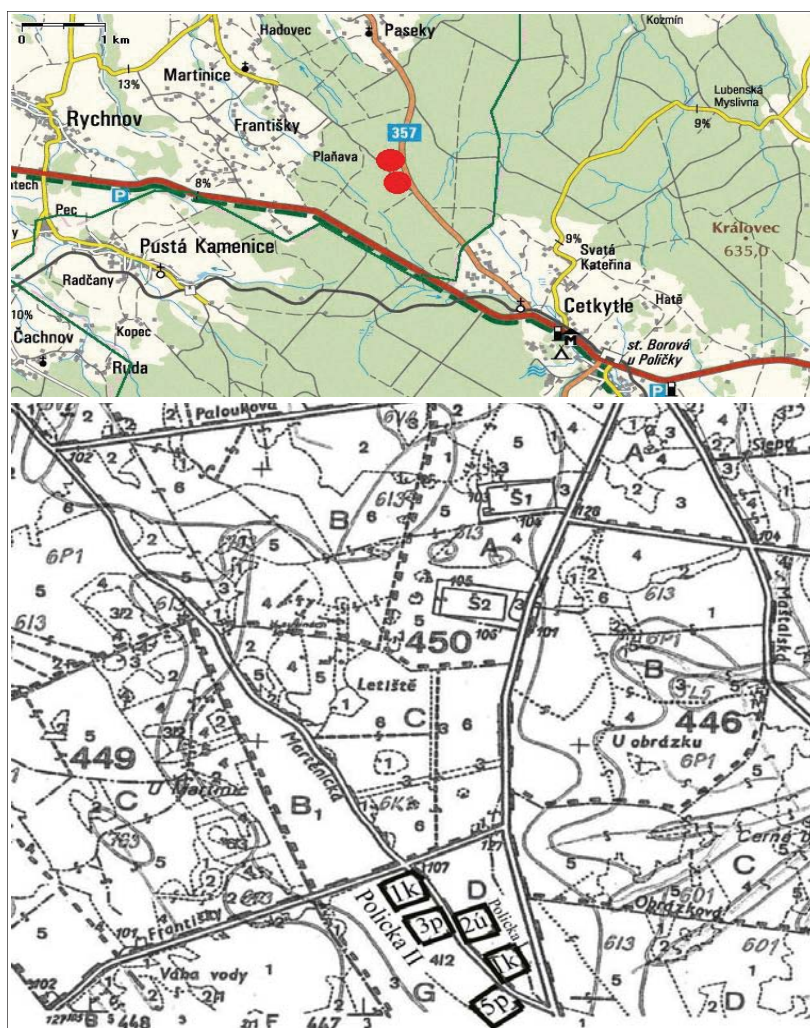
**Key words:** Norway spruce, *Picea abies*, silviculture, thinning

## ÚVOD

Pro řešení problematiky porostní výchovy smrku ve VÚLHM bylo od roku 1956 do roku 1973 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 až 1973). Série 3 byla založena v borových porostech a je hodnocena samostatně (SLODIČÁK, NOVÁK 2003). Ze čtvrté série s výchovou smrkových porostů, založené Ing. Pařezem v letech 1964 - 1969, se dochovalo celkem 9 výzkumných řad (tab. 1). Předkládaná práce se zabývá hodnocením prvních dvou řad Polička I a Polička II. 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.

Experimentální řady Polička I a II byly založeny v lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina v roce 1964 v 53letém smrkovém porostu na LHC Polička, revír Proseč (porost 448 D – Polička I a 448 G Polička II podle LHP z roku 1993). Zeměpisné souřadnice experimentálních řad v systému WGS-84 jsou 16°07'48" v. d., 49°45'53" s. š. Porost se nachází na mírném východním svahu se sklonem 2 - 3 %, v nadmořské výšce 690 m. Smrková kultura je hospodářským lesem na LT 6K1 - kyselá smrková bučina metlicová (*Piceeto-Fagetum acidophilum* - *Avenella flexuosa*). Půdní typ - kambizem luvická signalizuje spodní část 6. LVS (výskyt *Calamagrostis villosa*) s inklinací k živnějšímu stanovišti (*Luzula pilosa*).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 – 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 800 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 7 °C.



Obr. 1.

Umístění experimentálních řad Polička I a II (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Polička, LHP (1993)

Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Polička I and Polička II on Forest Management Plan (1993)

Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů včetně použitých metod při hodnocení výsledků jsou uvedeny v příspěvku SLODIČÁK, NOVÁK (2003). Experimentální řadu Polička I tvoří dvě dílčí srovnávací plochy (1k a 2ú) a řadu Polička II tři dílčí srovnávací plochy (1k, 3p a 5p), každá o velikosti 50 m x 50 m, tj. 0,25 ha (obr. 1). Srovnávací plocha 1k je na obou řadách kontrolní, bez výchovy. Na těchto plochách se odstraňují pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plocha 2ú na řadě Polička I slouží ke sledování vlivu úrovnových výchovných zásahů s pozitivním výběrem. Při revizi v roce 1999 (věk 88 let) byl na srovnávací ploše 2ú vyznačen těžební zásah (21 % N a 21 % G) s cílem uvolnit zápoj a následně sledovat vývoj ponechaných stromů a výskyt přirozené obnovy. Srovnávací plochy 3p a 5p na řadě Polička II jsou zaměřeny na sledování podúrovnových 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 souborů s údaji o výčetní tloušťce ( $d$ ,  $d_{200}$ ) byla využita procedura ANOVA a následně mnohonásobné porovnávání (testy Student-Newman-Keuls, Tukey, Dunnett). Tloušťkové struktury porostů na dílčích srovnávacích plochách byly analyzovány pomocí Kolmogorov-Smirnov dvouvýběrového testu.

## PRŮBĚH EXPERIMENTU

V době založení experimentálních řad Polička I a II v roce 1964 dosáhl věk sledovaných porostů 53 let. V obou případech se jednalo o smrkovou monokulturu o hustotě ca 2 300 až 3 100 jedinců na 1 hektar (obr. 2). Hustota porostů řady I byla o ca 20 až 30 % nižší (2 364 a 2 260 stromů na 1 hektar na plochách 1k a 2ú) ve srovnání s řadou II (3 112, 3 164 a 2 876 stromů na 1 hektar na plochách 1k, 3p a 5p). Vyšší hustota porostu řady II se projevila menší výčetní tloušťkou (především středního kmene) a jednostranně asymetrickou tloušťkovou strukturou (obr. 3b). Rozdíly v dalších sledovaných parametrech především ve výčetní kruhové základně G (39,8 až 42,2 m<sup>2</sup> na 1 ha) a v parametrech horního stromového patra, tj. ve výčetní tloušťce

a výšce 200 nejsilnějších stromů na 1 ha ( $d_{200}$  19,8 až 21,8 cm a  $h_{200}$  18,2 až 19,3 m), byly zanedbatelné. Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl na dílčích srovnávacích plochách v rámci jednotlivých výzkumných řad srovnatelný a rozdíly ve všech sledovaných charakteristikách (N, G,  $d$ ,  $h$ ,  $h_{200}$ ,  $d_{200}$ ) byly shledány uvnitř každé řady statisticky nevýznamnými.

Před zahájením experimentu nebyl sledovaný porost vychovávan. Svědčí o tom výrazná tloušťková diferenciacie (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 5 do 24 cm, obr. 3a, 3b).

### Počet stromů a výčetní kruhová základna řady Polička I

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 53 let, bylo v porostu srovnávací plochy 2ú pozitivním výběrem v úrovni odstraněno 8 % stromů (N) tvořících 7 % výčetní kruhové základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3a. Patrný je zejména rozdíl mezi tloušťkou úmyslně těžných stromů s vrcholem kolem střední výčetní tloušťky 15 cm a tloušťkou stromů těžných nahodile s vrcholem kolem tloušťky 9 cm, který je téměř totožný s průměrnou tloušťkou nahodile těžných stromů na kontrole (tab. 2). Ještě více jsou dva vrcholy v tloušťkové struktuře těžných stromů patrné při druhém experimentálním zásahu ve věku 58 let (1969). Zásahy se opakovaly až do věku 63 let (1974) v pětiletých periodách. Při druhém a třetím zásahu bylo na srovnávací ploše 2ú odebráno pozitivním výběrem v úrovni 15 a 38 % N (11 a 25 % G). Třetí a poslední experimentální zásah v roce 1974 byl ovlivněn sněhovým polomem, při kterém bylo na kontrole odebráno 26 % stromů a 14 % výčetní kruhové základny. Na srovnávací ploše 2ú bylo rovněž nutné nejprve odstranit polámané nejlabilnější stromy z nižších stromových tříd a potom teprve zásah dokončit pozitivním výběrem v úrovni.

Po třech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 10 let po zahájení experimentu (rok 1974, věk 63 let), zůstalo:

- na kontrolní ploše 1k celkem 1 576 stromů (mortalita 788 stromů),
- na srovnávací ploše 2ú celkem 1 096 stromů (při výchově odstraněno 1 164 stromů),

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 63 let:

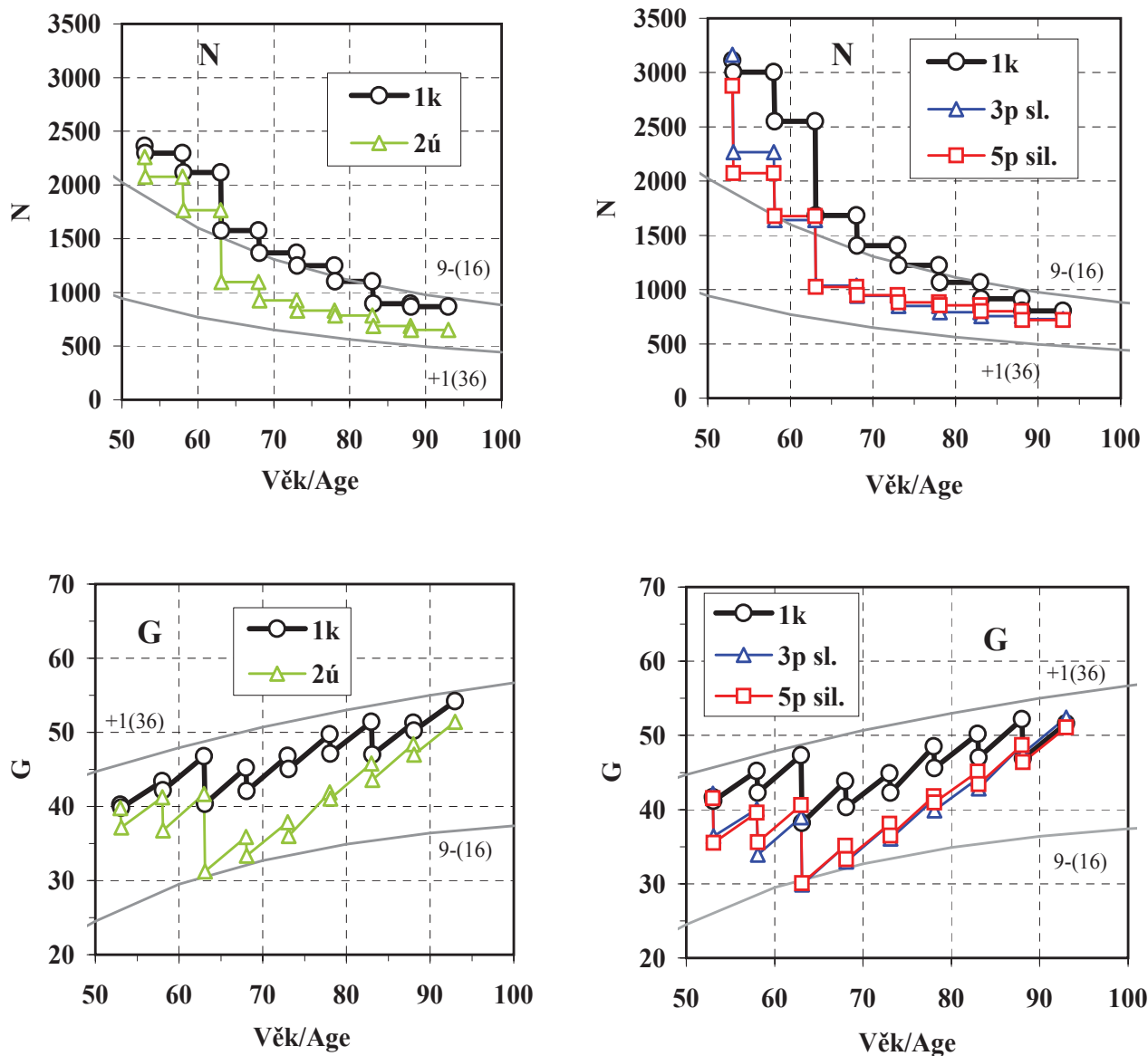
- na kontrolní ploše 1k – 40,3 m<sup>2</sup> (zvýšení o 0,1 m<sup>2</sup>),
- na srovnávací ploše 2ú – 31,3 m<sup>2</sup> (pokles o 8,5 m<sup>2</sup>).

Tab. 1.

Souhrnný přehled výzkumných řad 4. série pro výzkum výchovy lesa ve smrkových porostech  
List of experimental series in Norway spruce stands of the 4th group

Řada <sup>1</sup>	Název řady <sup>2</sup>	Rok založení <sup>3</sup>	Věk 2005 (roky) <sup>4</sup>	Srovnávací plochy <sup>5</sup>	Lesní oblast <sup>6</sup>	Nadmořská výška (m) <sup>7</sup>	SLT <sup>8</sup>
1	Polička I.	1964	94	2	16 - Českomoravská vrchovina	690	6K
2	Polička II.	1964	93	3	16 - Českomoravská vrchovina	690	6K
3	Nasavrky	1964	79	2	16 - Českomoravská vrchovina	660	5S
4	Bruntál	1964	79	3	29 - Nizký Jeseník	580	5S
5	Blaník I.	1966	71	3	16 - Českomoravská vrchovina	410	4K
6	Blaník II.	1966	71	3	16 - Českomoravská vrchovina	410	4K
7	Planá	1969	103	3	11 - Český les	620	5K
8	Železná Ruda I.	1969	97	2	13 - Šumava	910	6K
9	Železná Ruda II.	1969	76	3	13 - Šumava	930	6K
			Celkem <sup>9</sup>	24			

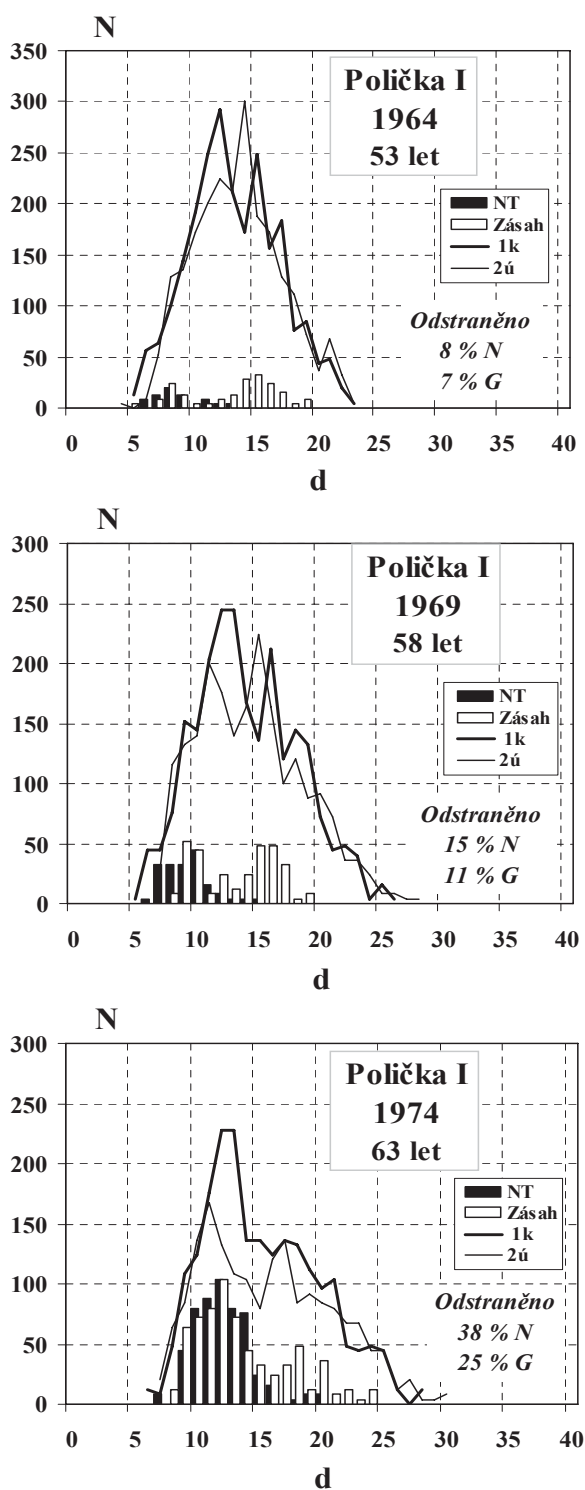
<sup>1</sup>Series, <sup>2</sup>Name of series, <sup>3</sup>Established, <sup>4</sup>Age 2005 (years), <sup>5</sup>Comparative plots, <sup>6</sup>Forest region, <sup>7</sup>Elevation, <sup>8</sup>Forest type group, <sup>9</sup>Total



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 Polička I (vlevo) a Polička II (vpravo) ve věku 53 - 93 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ et al. 1996)

Number of trees (N, trees per 1 ha) and basal area (G, m<sup>2</sup> per 1 ha) on comparative plots of experimental series Polička I and Polička II at the age 53 – 93 years compared with Growth Tables (ČERNÝ et al. 1996).



Obr. 3a.

Flouštková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Polička I ve věku 53 - 63 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning compared with mortality on control plot 1k without thinning on Polička I experimental series at the age of 53 - 63 years (NT - salvage cut, Zásah - thinning, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, Odstraněno/removed)

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 53 - 63 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích na ploše 2ú - 8,9 m<sup>2</sup> a byl tedy o 0,8 m<sup>2</sup> větší než na ploše kontrolní (8,1 m<sup>2</sup>).

Od posledního (třetího) výchovného zásahu ve věku 63 let (1974) se oba 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 2004 (věk 93 let) samovolně snížil:

- na kontrolní ploše 1k na 868 stromů (mortalita ve věku 53 - 93 let 1 496 jedinců),
- na srovnávací ploše 2ú na 652 stromů (zásahy 1 164 a mortalita 444 jedinců).

Mortalita v posledních 30 letech sledování (věk porostů 64 - 93 let) představovala na kontrolní ploše 708 (45 %) jedinců, zatímco na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni (prováděném ve věku 53 - 63 let) bylo v posledních 30 letech nahodile odstraněno 444 stromů (40 % stavu hlavního porostu ve věku 63 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při třetí revizi ve věku 63 let (1974), kdy ubylo po sněhovém polomu 26 % počtu (540 stromů) a 14 % výčetní kruhové základny G (6,4 m<sup>2</sup>). Poškození experimentálního porostu takového rozsahu se během sledování nevyskytlo. Významný výskyt poškození byl zaznamenán ještě při sedmé revizi ve věku 83 let (1994), počet poškozených stromů však byl ve srovnání s předchozím případem méně než poloviční (208 stromů). Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší pohyboval od 3 do 13 % N tvořících 1 až 7 % G.

Celkově byl na srovnávací ploše 2ú s výchovou za období sledování experimentu (53 - 93 let) počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší ve srovnání s kontrolou ca třetina a tvořil 43 % G.

Výčetní kruhová základna G sdruženého porostu při poslední revizi ve věku porostu 93 let, tj. 40 let po zahájení experimentu, zůstala největší na kontrolní ploše 1k (54,7 m<sup>2</sup>). Na srovnávací ploše 2ú s výchovou dosáhla 51,4 m<sup>2</sup>. Oproti výchozímu stavu se zvýšila na kontrole o 14,5 m<sup>2</sup> a na ploše 2ú o 11,6 m<sup>2</sup>.

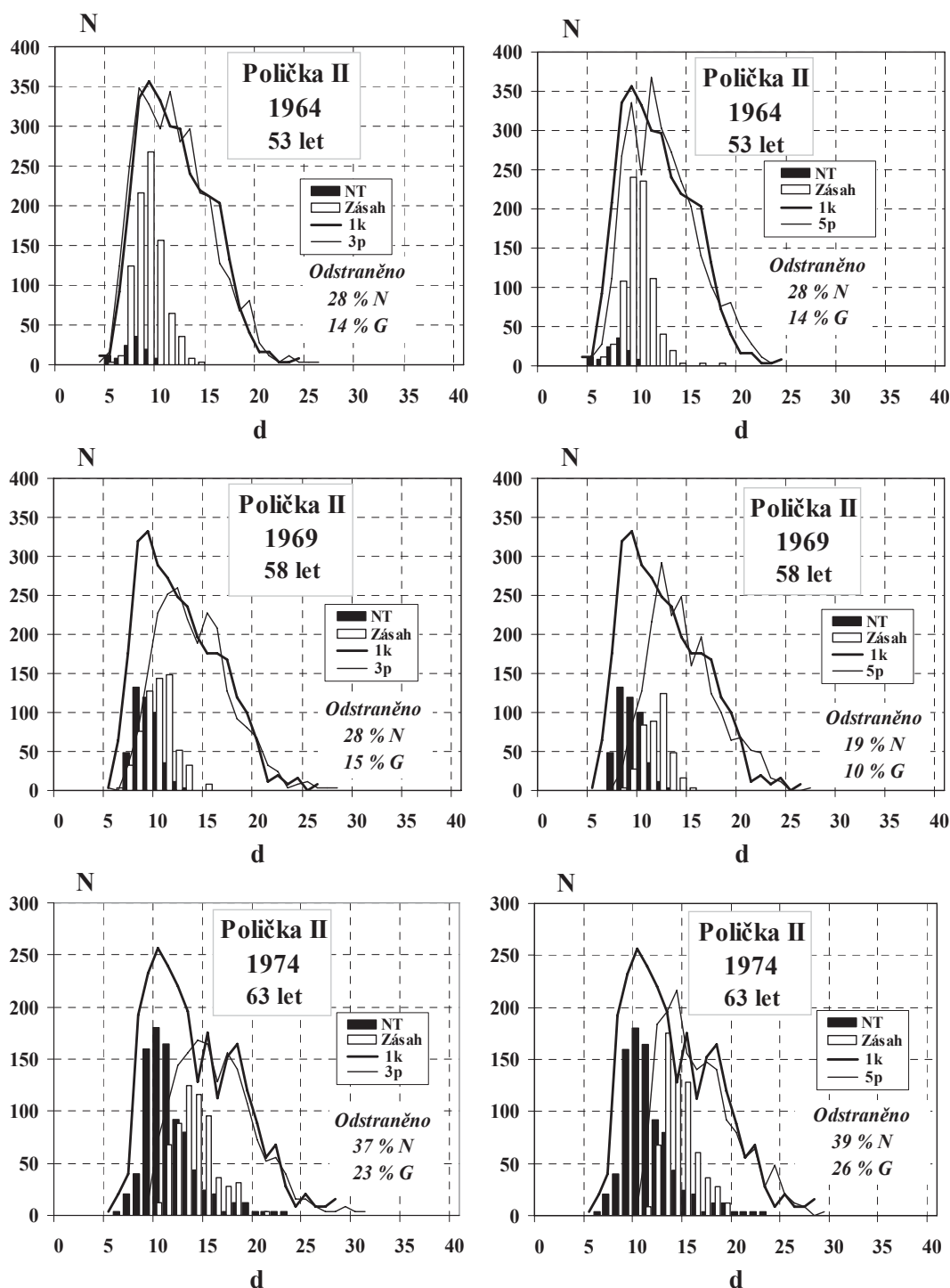
Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na kontrole 1k bez výchovy o 2,6 m<sup>2</sup> menší než na srovnávací ploše s výchovou 2ú (35,4 m<sup>2</sup> na kontrole a 38,0 m<sup>2</sup> na ploše 2ú). Na kontrolní ploše 1k však bylo v průběhu sledování 20,9 m<sup>2</sup> kruhové základny (59 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávací ploše 2ú s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 8,9 m<sup>2</sup> (23 % periodního přírůstu).

Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 53 - 93 let):

- na kontrolní ploše 1k 14,5 m<sup>2</sup>,
- na srovnávací ploše 2ú 29,1 m<sup>2</sup>.

#### Počet stromů a výčetní kruhová základna řady Polička II

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 53 let bylo v porostech obou srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 28 % stromů (N) tvořících 14 % výčetní kruhové základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3b. V obou případech se jednalo o klasický podúrovňový zásah, při kterém byly odstraněny stromy tenčí, než byla střední výčetní tloušťka (tab. 3).



Obr. 3b.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Polička II ve věku 53 - 63 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning compared with mortality on control plot 1k without thinning on Polička II experimental series at the age of 53 - 63 years (NT - salvage cut, Zásah - thinning, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, Odstraněno/removed)

Zásahy se opakovaly ještě dvakrát do věku 63 let (1974) v pětiletých periodách a bylo při nich odebráno negativním výběrem v podúrovni na srovnávací ploše 3p 28 a 37 % N (15 a 23 % G) a na srovnávací ploše 5p 19 a 39 % N (10 a 26 % G).

Třetí a poslední experimentální zásah v roce 1974 byl stejně jako u sousední řady Polička I ovlivněn sněhovým polomem, při kterém

bylo na kontrole odebráno 34 % stromů a 19 % výčetní kruhové základny G. Na srovnávací plochách 3p a 5p s výchovou bylo proto rovněž nutné nejprve odstranit polomy a potom teprve zásah dokončit podle metodiky.

Po třech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 10 let po zahájení experimentu (rok 1974, věk 63 let), zůstalo:

**Tab. 2.**  
Základní údaje o vývoji experimentu Polička I  
Basic data on development of Polička I experiment

Polička I		1964 53 let				1969 58 let				1974 63 let				NT 68-93 let	NT 53-93 let	2004 93 let Sdružený porost	Přírůst 53-93 let	Přírůst - NT	ÚTP 53-63 let
		Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost						
1k	N (ks.ha <sup>-1</sup> )	2364	68	3	2296	2296	180	8	2116	2116	540	26	1576	708	1496	868	0	0	0
2ú		2260	184	8	2076	2076	312	15	1764	1764	668	38	1096	444	444	652	0	0	1164
1k	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	40,2	0,4	1	39,8	43,4	1,2	3	42,2	46,8	6,4	14	40,3	12,8	20,9	54,7	35,4	14,5	0
2ú		39,8	2,6	7	37,2	41,2	4,4	11	36,8	41,7	10,4	25	31,3	8,9	8,9	51,4	38,0	29,1	17,5
1k	d (cm)	14,7	8,8	0	14,9	15,5	9,4	0	15,9	16,8	12,3	0	18,1	0	0	28,3	8,0	0	0
2ú		15,0	13,4	0	15,1	15,9	13,5	0	16,3	17,3	14,1	0	19,1	0	0	31,7	11,8	0	0
1k	h (m)	15,8	11,4	0	15,9	16,6	11,9	0	16,9	18,4	15,2	0	19,1	0	0	27,7	8,8	0	0
2ú		16,0	14,9	0	16,0	16,8	15,2	0	17,1	18,4	16,4	0	19,4	0	0	29,5	10,1	0	0
1k	h/d	107	129	0	107	107	127	0	106	109	123	0	106	0	0	98	0	0	0
2ú		106	111	0	106	106	113	0	104	106	116	0	101	0	0	90	0	0	0
1k	d <sub>200</sub> (cm)	21,3	0	0	0	22,9	0	0	0	24,9	0	0	0	0	0	36,4	15,1	0	0
2ú		21,8	0	0	0	23,5	0	0	0	25,6	0	0	0	0	0	39,1	19,3	0	0
1k	h <sub>200</sub> (m)	18,9	0	0	0	20,2	0	0	0	22,2	0	0	0	0	0	30,6	11,7	0	0
2ú		19,3	0	0	0	20,7	0	0	0	22,5	0	0	0	0	0	30,9	12,4	0	0
1k	Hh <sub>200</sub> /d <sub>200</sub>	89	0	0	0	88	0	0	0	89	0	0	0	0	0	84	0	0	0
2ú		89	0	0	0	88	0	0	0	88	0	0	0	0	0	79	0	0	0

Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předemtní, 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, 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

Note: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning, ÚTP – planned intermediate cutting, Sdružený porost – before thinning (including dead individuals and trees marked for thinning), Hlavní porost - after thinning (stand after thinning and after removing of dead individuals), 1k – control plot without thinning, 2ú – comparative plot with thinning from above, 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

- na kontrolní ploše 1k celkem 1 680 stromů (mortalita 1 432 stromů),
- na srovnávací ploše 3p celkem 1 036 stromů (při výchově odstraněno 2 128 stromů),
- na srovnávací ploše 5p celkem 1 024 stromů (při výchově odstraněno 1 852 stromů).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 63 let:

- na kontrolní ploše 1k – 38,2 m<sup>2</sup> (pokles o 3,5 m<sup>2</sup>),
- na srovnávací ploše 3p – 29,9 m<sup>2</sup> (pokles o 12,3 m<sup>2</sup>),
- na srovnávací ploše 5p – 30,1 m<sup>2</sup> (pokles o 11,4 m<sup>2</sup>).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 53 – 63 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole na plochách 3p a 5p – 8,7 a 9,1 m<sup>2</sup> a byl tedy na ploše 5p téměř stejný (menší o 0,1 m<sup>2</sup>) a na ploše 3p o 0,3 m<sup>2</sup> menší než na kontrole (9,0 m<sup>2</sup>).

Od posledního (třetího) výchovného zásahu ve věku 63 let (1974) se všechny tři porosty výzkumné řady Polička II vyvíjely bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 93 let) samovolně snížil:

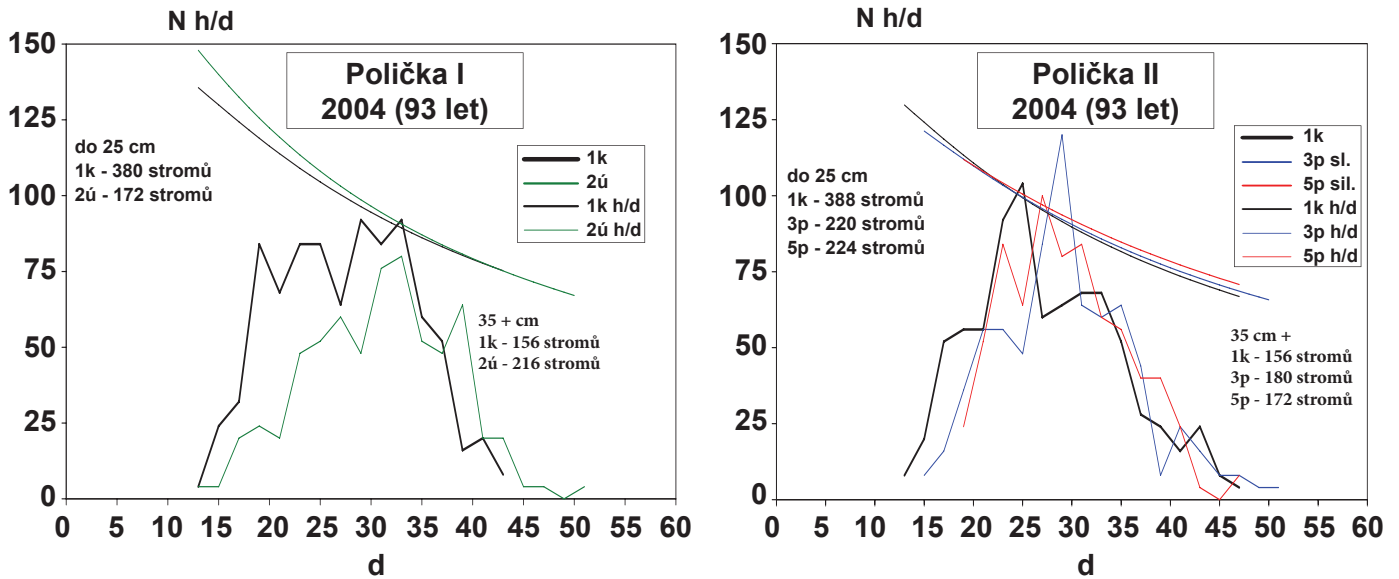
- na kontrolní ploše 1k na 804 stromů (mortalita ve věku 53 – 93 let 2 308 jedinců),
- na srovnávací ploše 3p na 728 stromů (zásahy 2 128 a mortalita 308 jedinců),
- na srovnávací ploše 5p na 720 stromů (zásahy 1 852 a mortalita 304 jedinců).

Mortalita v posledních 30 letech sledování (věk porostů 64 – 93 let) představovala na kontrolní ploše 880 (52 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni (prováděném ve věku 53 – 63 let) bylo v posledních 30 letech nahodile odstraněno 308 a 304 stromů (tj. v obou případech ca 30 % stavu hlavního porostu ve věku 63 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k stejně jako na řadě Polička I při třetí revizi ve věku 63 let (1974), kdy ubylo po sněhovém polomu 34 % počtu (872 stromů) tvořících 19 % výčetní kruhové základny G (9,1 m<sup>2</sup>). Poškození experimentálního porostu takového rozsahu se během sledování tohoto experimentu nevyskytlo. Významnější poškození bylo zaznamenáno ještě při čtvrté revizi ve věku 68 let (1979), počet poškozených stromů však byl ve srovnání s předchozím případem méně než třetinový (280 stromů). Při ostatních revizích podíl poškozených stromů a souší na kontrole nepřekročil 15 % N a 6 % G.

Celkově představoval počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou za období sledování experimentu (53 – 93 let) ve srovnání s kontrolou ca 13 % N a 27 % G.

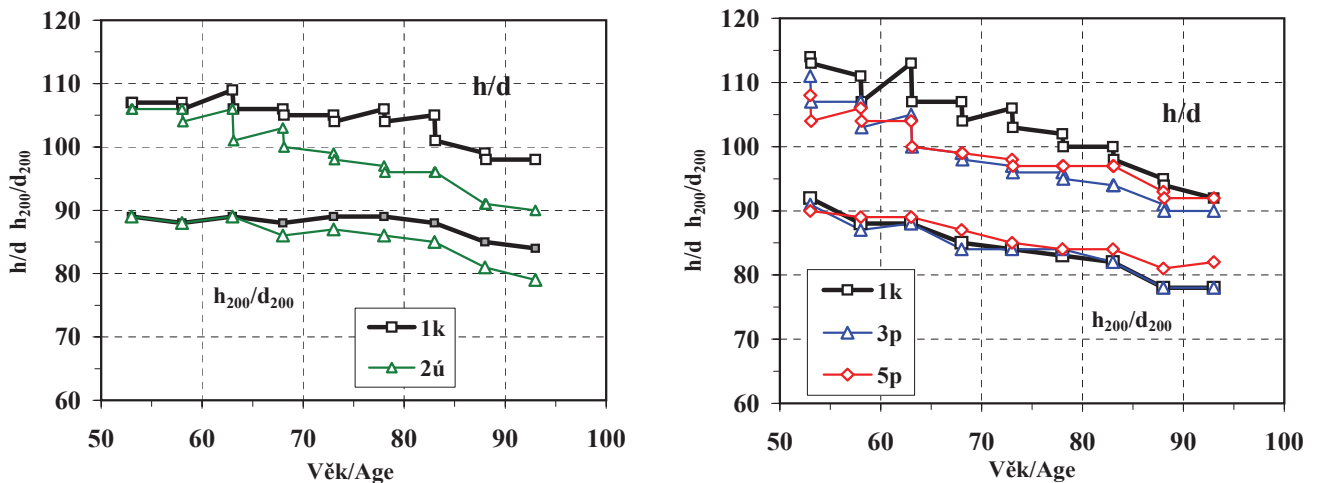
Výčetní kruhová základna G sdruženého porostu při poslední revizi ve věku porostu 93 let, tj. 40 let po zahájení experimentu, zůstala největší na srovnávací ploše 3p (52,4 m<sup>2</sup>). Na srovnávací ploše 5p dosáhla 51,1 m<sup>2</sup> a na kontrole 51,3 m<sup>2</sup>. Oproti výchozímu stavu se zvýšila na kontrole o 9,6 m<sup>2</sup> a na plochách s výchovou 3p a 5p o 10,2 a 9,6 m<sup>2</sup>.



Obr. 4.

Tloušťková struktura (N - počet stromů na 1 ha) a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů (d - výčetní tloušťka v cm) na experimentální řadě Polička I (vlevo) a Polička II (vpravo) při poslední revizi v roce 2004 ve věku 93 let

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Polička I (left) and Polička II (right) at the age of 93 years (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, h/d – quotient of slenderness)



Obr. 5.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene a horního stromového patra na experimentální řadě Polička I (vlevo) a Polička II (vpravo) ve věku 53- 93 let

Development of h/d ratio of mean stem and upper tree story (200 thickest trees per hectare) on experimental series Polička I (left) and Polička II (right) at the age of 53 – 93 years

Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na kontrole 1k bez výchovy o 0,6 m<sup>2</sup> a o 1,4 m<sup>2</sup> větší než na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou (39,8 m<sup>2</sup> na kontrole a 39,2 a 38,4 m<sup>2</sup> na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k však bylo v průběhu sledování 30,1 m<sup>2</sup> kruhové základny (76 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 8,0 a 8,2 m<sup>2</sup> (20 a 21 % 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 53 – 93 let):

- na kontrolní ploše 1k 9,7 m<sup>2</sup>,
- na srovnávací ploše 3p 31,2 m<sup>2</sup>,
- na srovnávací ploše 5p 30,1 m<sup>2</sup>.

### Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu experimentálních porostů byl sledován od roku 1964 do roku 1974, tj. v období, kdy byly prováděny výchovné zásahy, v pětiletých intervalech vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3a, 3b) 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 1964 (věk porostu 53 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k a 2ú řady Polička I a ploch 1k, 3p a 5p řady Polička II téměř identická. V rámci obou sledovaných řad nebyly shledány statisticky významné rozdíly mezi srovnávanými variantami. Tloušťková struktura řady Polička I byla symetrická, kdežto na řadě Polička II byla patrná levostranná asymetrie.

Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter pozitivního výběru v úrovni na srovnávací ploše 2ú řady Polička I byl dodržen při všech třech experimentálních výchovných zásadách. Při úrovnových zásadách pozitivním výběrem bylo potřebné z porostu 2ú odstranit také jednotlivé zlomy a souše především v nižších tloušťkových stupních. Zejména je to patrné při zásahu ve věku 63 let, kdy byly porosty obou řad poškozeny sněhem. Posun výchovných zásahů s pozitivním výběrem v úrovni do vyšších tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě a také ve srovnání s negativním výběrem v podúrovni na srovnávacích plochách 3p a 5p byl patrný při všech provedených zásadách ve věku 53 – 63 let.

Při poslední revizi ve věku 93 let byly v experimentálních porostech obou sérií zastoupeny stromy o tloušťce od 13 do 50 cm (obr. 4). Nejnížší tloušťkové třídy 13 – 25 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štíhlostním kvocientem (105 – 148 na řadě I a 100 až 130 na řadě II) byly nejvíce zastoupeny na kontrolních plochách 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 380 (řada I) a 388 (řada II). Na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni byl počet stromů s výčetní tloušťkou do 25 cm o 55 % nižší (172 jedinců) a na srovnávacích plochách s negativním výběrem v podúrovni 3p a 5p o 43 a 42 % nižší (220 a 224 jedinců).

Počet stromů s výčetní tloušťkou 35 cm a více s relativně příznivým štíhlostním kvocientem (67 – 86) byl naopak vyšší na ploše 2ú s výchovou (216 jedinců), zatímco na kontrole bylo těchto nejsilnějších a nejstabilnějších jedinců pouze 156, tj. o 28 % méně než

na ploše 2ú s výchovou. Větší počet silnějších stromů (o 15 a 10 %) ve srovnání s kontrolou (156 jedinců) byl zaznamenán rovněž na srovnávacích plochách s negativním výběrem v podúrovni 3p a 5p (180 a 172 jedinců).

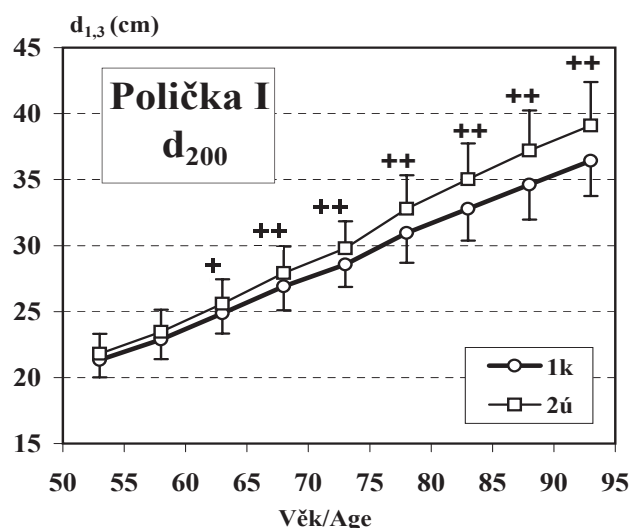
Pozitivní efekt výchovy se na sledovaných řadách projevil především nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štíhlostním kvocientem, patrným především na variantě 2ú s pozitivním výběrem v úrovni. Z porovnání tloušťkových struktur v roce 2004 (věk 93 let) vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami řady I (1k se průkazně liší od 2ú) a řady II (5p se průkazně liší od 1k a 3p).

### Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem středního kmene a štíhlostním kvocientem horního stromového patra ( $d_{200}$ ) byla od počátku pokusu nepříznivá. Před zahájením experimentu v roce 1964 dosahoval štíhlostní kvocient středního kmene na řadě I hodnot 106 (1k) a 107 (2ú) a na řadě II hodnot 114 (1k), 111 (3p) a 108 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi. Pokles nastal až po třetí revizi ve věku 63 let (tab. 2, 3, obr. 5), kdy na kontrolních variantách dosáhl štíhlostní kvocient středního kmene hodnot 109 (řada I) a 113 (řada II). Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování.

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

Na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni byl pokles po kulminaci výraznější, především v dů-

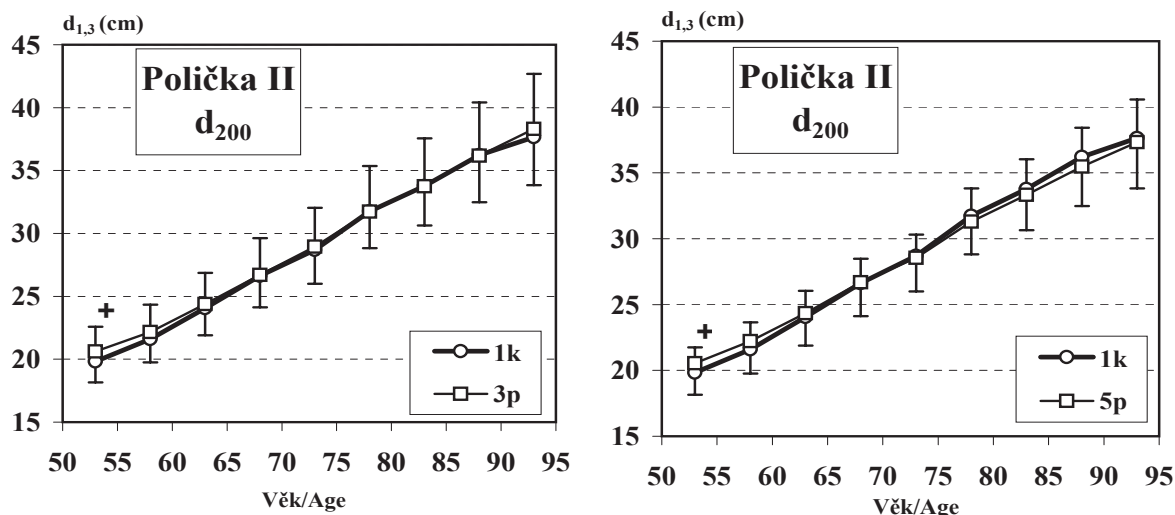


Obr. 6.

Vývoj výčetní tloušťky  $d_{200}$  (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Polička I (porovnání variant 1k a 2ú) v období 1964 - 2004 (věk 63 - 93 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 Polička I (comparison between variants 1k and 2ú) in the period 1964 - 2004 (age of 63 - 93 years). Significant differences on confidence level  $p \leq 0.05$  (+) and  $p \leq 0.01$  (++) are showed.





Obr. 7.

Vývoj výčetní tloušťky  $d_{200}$  (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Polička II (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1964 - 2004 (věk 63 - 93 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 Polička II (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1964 - 2004 (age of 63 - 93 years). Significant differences on confidence level  $p \leq 0.05$  (+) and  $p \leq 0.01$  (++) are showed.

ledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích. V případě úrovnových zásahů na variantě 2ú byly početní posuny menší s výjimkou třetího zásahu ve věku 63 let, kdy byla odstraněna část podúrovnových jedinců poškozených sněhem. Po celou dobu sledování neklesl štíhlostní kvocient středního kmene pod hodnotu 90 na žádné ze sledovaných variant.

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 signifikantních rozdílů uvnitř obou sledovaných řad. Štíhlostní kvocient horního stromového patra dosahoval na sledovaných plochách hodnot 89 až 92 a měl s výjimkou kontrolní plochy řady I od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 93 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na plochách 1k (řada II), 3p a 2ú pod hodnotu 80 a na plochách 5p a 1k (řada I) se k této hodnotě přiblížil. Uvnitř sledovaných řad byl při poslední revizi (2004) nalezen signifikantní rozdíl v hodnotách  $h_{200}/d_{200}$  - v případě řady I vykazoval kontrolní porost 1k průkazně vyšší hodnoty  $h_{200}/d_{200}$  ve srovnání s variantou 2ú, v případě řady II vykazoval podúrovnově vychovávaný porost 5p průkazně vyšší hodnoty  $h_{200}/d_{200}$  ve srovnání s variantami 1k a 3p.

Z provedené analýzy  $d_{200}$  (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) je zřejmé, že výchovné zásahy prováděné pozitivním výběrem v úrovni v porostu srovnávací plochy 2ú v letech 1964 až 1974 (věk 53 až 63 let) se projeví na signifikantně zvýšeném tloušťkovém přírůstu nejsilnějších kosterních stromů (obr. 6). Efekt negativního výběru v podúrovní sledovaný na variantách 3p a 5p (řada Polička II) se na tloušťkovém přírůstu stromů horního stromového patra neprojevil (obr. 7).

## ZÁVĚRY Z EXPERIMENTŮ POLIČKA I A POLIČKA II

- V období sledování (věk 53 - 93 let) byla výčetní kruhová základna na řadě Polička I největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu (54,7 m<sup>2</sup>) a na řadě Polička II na ploše s negativním výběrem v podúrovní 3p (52,4 m<sup>2</sup>). Nárůst výčetní kruhové základny byl na kontrolních plochách obou řad redukován poškozením porostu a mortalitou zaznamenanou zejména při třetí a sedmé revizi ve věku 63 a 83 let. Za 40 let sledování se základna kontrolních porostů řad Polička I a II zvýšila z původních 40,2 a 41,7 m<sup>2</sup> na 54,7 a 51,3 m<sup>2</sup>. Za tuto dobu bylo z kontrolních porostů nahodile odstraněno 20,9 a 30,1 m<sup>2</sup> kruhové základny (59 a 76 % přírůstu) jako souše a zlomy.
- Na srovnávací ploše 2ú s pozitivním výběrem v úrovni byla výčetní kruhová základna hlavního porostu snížena třemi výchovnými zásahy ve věku 53 až 63 let zhruba na úroveň 31 m<sup>2</sup>. Od této doby byl na ploše s výchovou zaznamenán její nárůst až na 51,4 m<sup>2</sup> při poslední revizi ve věku 93 let. Přírůst G za dobu sledování (věk 53 - 93 let) zde činil 38,0 m<sup>2</sup> a byl o 2,6 m<sup>2</sup> (o 7 %) vyšší než na kontrolní ploše 1k bez výchovy, z toho souše představovaly pouze 8,9 m<sup>2</sup> (23 % periodního přírůstu).
- Na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovní byla výčetní kruhová základna hlavního porostu snížena třemi zásahy ve věku 53 až 63 let zhruba na úroveň 30 m<sup>2</sup>. Od této doby se na obou plochách zvýšila na úroveň plochy kontrolní na ca 51 až 52 m<sup>2</sup>. Přírůst G za dobu sledování (věk 53 - 93 let) zde činil 39,2 a 38,4 m<sup>2</sup> a byl o 0,6 a 1,4 m<sup>2</sup> (o 2 a 4 %) nižší než na kontrolní ploše 1k bez výchovy, z toho souše představovaly pouze 8,0 a 8,2 m<sup>2</sup> (20 a 21 % periodního přírůstu).
- Vliv úrovnových (2ú) i podúrovnových (3p, 5p) výchovných zásahů vedl po 40 letech sledování ke snížení zastoupení nej-

**Tab. 3.**  
Základní údaje o vývoji experimentu Polička II  
Basic data on development of Polička II experiment

Polička II		1964 53 let				1969 58 let				1974 63 let				NT 68-93 let	NT 53-93 let	2004 93 let Sdružený porost	Přírůst 53-93 let	Přírůst - NT	ÚTP 53-63 let
		Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost						
1k	N (ks.ha <sup>-1</sup> )	3112	108	3	3004	3004	452	15	2552	2552	872	34	1680	880	2308	804	◇	◇	◇
3p		3164	896	28	2268	2268	628	28	1640	1640	604	37	1036	308	308	728	◇	◇	2128
5p		2876	804	28	2072	2072	396	19	1676	1676	652	39	1024	304	304	720	◇	◇	1852
1k	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	41,7	0,5	1	41,2	45,2	2,9	6	42,3	47,3	9,1	19	38,2	17,7	30,1	51,3	39,8	9,7	
3p		42,2	5,8	14	36,4	40,1	6,1	15	33,9	39,0	9,1	23	29,9	8,0	8,0	52,4	39,2	31,2	21,0
5p		41,5	6,0	14	35,5	39,6	4,0	10	35,6	40,6	10,5	26	30,1	8,2	8,2	51,1	38,4	30,1	20,5
1k	d (cm)	13,1	7,6	◇	13,2	13,8	9,1	◇	14,5	15,4	11,5	◇	17,0	◇	◇	28,5	9,1	◇	◇
3p		13,0	9,1	◇	14,3	15,0	11,2	◇	16,2	17,4	13,8	◇	19,2	◇	◇	30,3	11,2	◇	◇
5p		13,6	9,8	◇	14,8	15,6	11,3	◇	16,5	17,5	14,4	◇	19,3	◇	◇	30,1	10,8	◇	◇
1k	h (m)	14,9	10,4	◇	14,9	15,3	11,5	◇	15,6	17,4	14,8	◇	18,3	◇	◇	26,7	8,8	◇	◇
3p		14,5	11,1	◇	15,3	16,0	13,3	◇	16,7	18,2	16,0	◇	19,2	◇	◇	27,3	9,2	◇	◇
5p		14,6	11,5	◇	15,4	16,5	13,6	◇	17,0	18,3	16,2	◇	19,3	◇	◇	27,7	10,0	◇	◇
1k	h/d	114	137	◇	113	111	126	◇	107	113	128	◇	107	◇	◇	92	◇	◇	◇
3p		111	123	◇	107	107	119	◇	103	105	115	◇	100	◇	◇	90	◇	◇	◇
5p		108	118	◇	104	106	119	◇	104	104	113	◇	100	◇	◇	92	◇	◇	◇
1k	d <sub>200</sub> (cm)	19,8	◇	◇	◇	21,6	◇	◇	◇	24,1	◇	◇	◇	◇	◇	37,6	17,8	◇	◇
3p		20,6	◇	◇	◇	22,2	◇	◇	◇	24,4	◇	◇	◇	◇	◇	38,3	17,7	◇	◇
5p		20,6	◇	◇	◇	22,2	◇	◇	◇	24,3	◇	◇	◇	◇	◇	37,3	16,7	◇	◇
1k	h <sub>200</sub> (m)	18,2	◇	◇	◇	19,0	◇	◇	◇	21,2	◇	◇	◇	◇	◇	29,3	11,3	◇	◇
3p		18,8	◇	◇	◇	19,4	◇	◇	◇	21,5	◇	◇	◇	◇	◇	30,0	10,7	◇	◇
5p		18,5	◇	◇	◇	19,7	◇	◇	◇	21,6	◇	◇	◇	◇	◇	30,5	12,0	◇	◇
1k	h <sub>200</sub> /d <sub>200</sub>	92	◇	◇	◇	88	◇	◇	◇	88	◇	◇	◇	◇	◇	78	◇	◇	◇
3p		91	◇	◇	◇	87	◇	◇	◇	88	◇	◇	◇	◇	◇	78	◇	◇	◇
5p		90	◇	◇	◇	89	◇	◇	◇	89	◇	◇	◇	◇	◇	82	◇	◇	◇

Pozn.: viz tab. 2/Note see tab. 2

nižších tlušťkových tříd a ke zvýšení zastoupení stromů v nejvyšších tlušťkových třídách ve srovnání s kontrolními plochami 1k bez výchovy.

- Na variantě 2ú s pozitivním výběrem v úrovni (řada Polička I) byl počet nejslabších stromů s výčetní tlušťkou do 25 cm ve srovnání s kontrolou 1k bez výchovy o 55 % nižší (380 jedinců na ploše 1k a 172 jedinců na ploše 2ú) a počet nejsilnějších stromů s výčetní tlušťkou nad 35 cm o 38 % vyšší (156 jedinců na ploše 1k a 216 jedinců na ploše 2ú).
- Na variantách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni (řada Polička II) byl počet nejslabších stromů s výčetní tlušťkou do 25 cm ve srovnání s kontrolou 1k bez výchovy o 43 a 42 % nižší (388 jedinců na ploše 1k, 220 a 224 jedinců na ploše 3p a 5p) a počet nejsilnějších stromů s výčetní tlušťkou nad 35 cm o 15 a 10 % vyšší (156 jedinců na ploše 1k, 180 a 172 jedinců na ploše 3p a 5p).
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla od počátku pokusu nepříznivá. Štíhlostní kvocient středního kmene dosahoval na řadě I hodnot 106 (1k) a 107 (2ú) a na řadě II hodnot 114 (1k), 111 (3p) a 108 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi. Pokles nastal na kontrolních plochách až po třetí revizi ve věku 63 let (z hodnot 109 - řada I a 113 - řada II). V dalším období štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole dále klesal, částečně také početní-

mi posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem. Na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni byl pokles po kulminaci výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích. Po celou dobu sledování neklesl štíhlostní kvocient středního kmene pod hodnotu 90 na žádné ze sledovaných variant.

- Štíhlostní kvocient horního stromového patra  $h_{200}/d_{200}$ , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval na obou hodnocených řadách výchozích hodnot 90 až 92 a měl s výjimkou kontrolní plochy řady I od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 93 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na plochách 1k (II), 3p a 2ú pod hodnotu 80 a na plochách 5p a 1k (I) se k této hodnotě přiblížil. Signifikantní efekt výchovy na zvýšení statické stability porostu byl prokázán pouze u varianty 2ú s pozitivním výběrem v úrovni (průkazně zvýšená výčetní tlušťka stromů horního patra  $d_{200}$ ).

#### Poděkování:

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

## LITERATURA

- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jílové u Prahy, IFER 1996. 245 s.
- Geobáze® 1997 – 2000: Česká republika 1 : 100 000. Digitální mapa. Česká Lípa, Geodézie ČS, a. s., 2000. 1 CD-ROM.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.
- PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jíloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 45-50

## Norway spruce thinning experiments – Series Polička I and Polička II (1964)

### Summary

Experimental series Polička I and Polička II were founded in forest region 16 – the Českomoravská vrchovina Mts. in 1964 in 53-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series (tab. 1). Series Polička I consists of two plots (1k, 2ú) and series Polička II consists of three comparative plots (1k, 3p, 5p) 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 plot 2ú is the stand with thinning by positive selection from above and 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 40-year period of observation, it can be concluded:

- In the period of observation (age of 53 - 93 years), the basal area was the biggest on series Polička I on control unthinned plot 1k (54.7 m<sup>2</sup>) and on series Polička II on plot 3p with negative selection from below (52.4 m<sup>2</sup>). On control plots of both series, basal area increment was reduced by snow damage and mortality, especially in the third and seventh revision at the age of 63 and 83 years. During the 40-year period of observation, basal area of control plots increased from 40.2 to 54.7 m<sup>2</sup> (Polička I) and from 41.7 to 51.3 m<sup>2</sup> (Polička II). Snags or breaks represented on control plots 20.9 and 30.1 m<sup>2</sup> (i. e. 59 and 76% of basal area increment) on series I and II, respectively (fig. 2, tab. 2 and 3).
- On comparative plot 2ú (positive selection from above), the basal area was reduced by three thinnings on ca 31 m<sup>2</sup> at the age of 53 – 63 years. In the following period, basal area increased to 51.4 m<sup>2</sup> in the last revision at the age of 93 years. During the period of observation (age of 53 – 93 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 38.0 m<sup>2</sup>, i. e. about 2.6 m<sup>2</sup> (about 7%) higher than on control unthinned plot 1k. Snags or breaks represented only 8.9 m<sup>2</sup> (i. e. 23% of periodic basal area increment).
- On comparative plots 3p and 5p (negative selection from below - 3p lower and 5p higher intensity), the basal area was reduced by three thinnings on ca 30 m<sup>2</sup> at the age of 53 – 63 years. In the following period, basal area increased to control plot level about 51 – 52 m<sup>2</sup>. During the period of observation (age of 53 – 93 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 39.2 and 38.4 m<sup>2</sup>, i. e. about 0.6 and 1.4 m<sup>2</sup> (about 2 and 4%) higher than on control unthinned plot 1k. Snags or breaks represented only 8.0 and 8.2 m<sup>2</sup> (i. e. 20 and 21% of periodic basal area increment).
- After 40 years of observation, the effect of thinning by the positive selection from above (plot 2ú) and by negative selection from below (plots 3p and 5p) on diameter structure was observed (fig. 3a, 3b and 4). On thinned variants 2ú, 3p and 5p, abundance of small-sized individuals (diameter classes up to 25 cm) decreased and abundance of thickest trees (diameter classes over 35 cm) increased compared with control unthinned plots 1k. Diameter distribution was significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots 2ú and 5p compared with particular control plots (at the age of 93 years in 2003).
- Static stability characterized by h/d ratio was unfavourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 106 (1k) and 107 (2ú) on series I and 114 (1k), 111 (3p) and 108 (5p) on series II (fig. 5). In both control plots, decrease of this ratio was observed after culmination in the third revision at the age of 63 years (from values 109 – series I and 113 – series II). In following period, h/d ratio of mean stem decreased on control plots, partly as a result of mortality of thin unstable individuals. On the plots with negative selection from below (3p and 5p), h/d ratio decreased after culmination markedly, mainly due to trees number shifts after thinning focused on the thinnest individuals with unfavourable very high h/d ratio. During the period of observation (age of 53 - 93 years), h/d ratio of mean stem on all plots does not decrease below the value 90.
- Quotient of slenderness of dominant trees  $h_{200}/d_{200}$  (200 thickest individuals per hectare), which is not influenced by trees number shift, achieved the values from 90 to 92 on both series and (with the exception of control plot on series I) showed decreasing trend (fig. 5). In the last revision (2004, age of 93 years),  $h_{200}/d_{200}$  ratio came down under (plots 1k - series II, 3p and 2ú) or near (plots 5p and 1k - series I) the value of 80. Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was significant on series I, i. e. for variant 2ú (fig. 6, 7).

Recenzováno