

EXPERIMENTY S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - BLANÍK I A BLANÍK II (1965)

Norway spruce thinning experiments – Series Blaník I and Blaník II (1965)

Abstract

Experimental series at Blaník I and Blaník II were founded in forest region 16 – the Českomoravská vrchovina Mts. in 1965 in 31-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. Both series consist of three comparative plots with dimensions 40 m x 50 m, i. e. 0.20 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 39-year period of observation.

Klíčová slova: smrček ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesů, porostní výchova

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

ÚVOD

Porostní výchova smrku začala být ve VÚLHM komplexně řešena v 50. letech minulého století. Od roku 1956 do roku 1973 bylo postupně 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. Ze čtvrté série s výchovou smrkových porostů, založené Ing. Pařezem v letech 1964 až 1969, se dochovalo celkem 9 výzkumných řad (Polička I a II, Nasavrky, Bruntál, Blaník I a II, Planá a Železná Ruda I a II). Předkládaná práce se zabývá hodnocením dvou řad Blaník I a Blaník II. Další experimentální řady budou hodnoceny samostatně v následujících příspěvcích. Souhrnné vyhodnocení celé 4. série je obdobné jako u 1. a 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b) předmětem samostatného sdělení.

METODIKA

Experimentální řady Blaník I a II byly založeny v lesní oblasti 16 – Českomoravská vrchovina v roce 1965 v 31letém smrkovém porostu na LHC Vlašim v porostu 408 B6 podle LHP 1991 - 2000. Porosty jsou obhospodařovány LČR, s. p., LS Kácov.

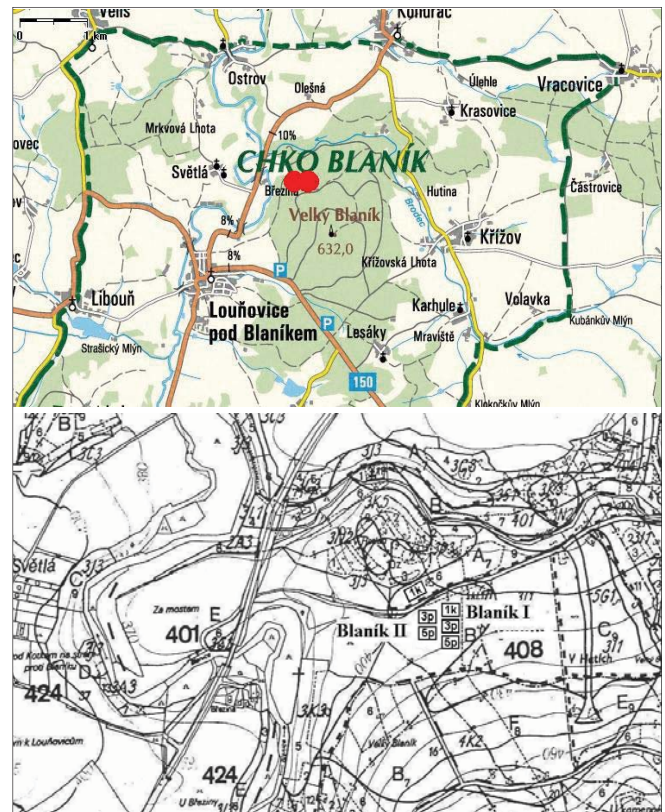
Zeměpisné souřadnice experimentálních řad v systému WGS-84 jsou 14°51'59" v. d. a 49°38'56" s. š. Porosty se nachází na mírném severozápadním svahu se sklonem 2 - 4 %, v nadmořské výšce 410 m.

Experiment byl založen ve smrkovém porostu vzniklém výsadbou ve sponu 1 m x 1,22 m, tj. v hustotě 8 200 sazenic na 1 ha na bývalé zemědělské půdě. Současný smrkový porost je hospodářským lesem na LT 4S1 – svěží bučina šťavelová (*Fagetum oligo-mesotrophicum* – *Oxalis acetosella*). V dřevinném patře se zmlazuje *Quercus petraea* z okolních vzdálenějších porostů nižších poloh (VIEWEGH 2002).

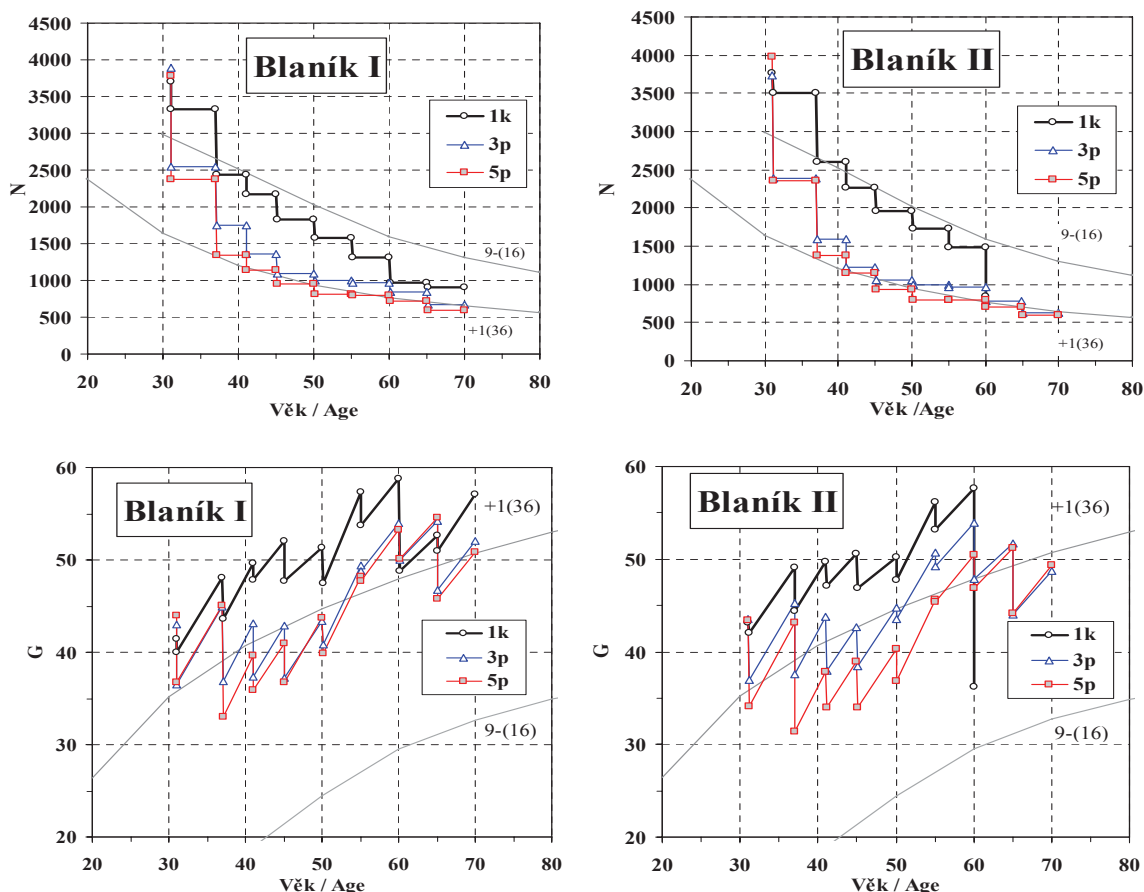
Půdní typ byl charakterizován jako kambizem modální a vzhledem k absenci některých význačných oligotrofních bylinných druhů lze usuzovat, že je mezotrofní. Druh *Oxalis acetosella* je velmi sci-ofytní, takže může růst i v zapojené smrčině stejně jako v zapojené bučině. Dominance mechu *Plagiomnium affine* je pravděpodobně již důsledek smrkového hospodářství, kdy došlo ke změně chemismu nadložního humusu a tento mech často „doprovází“ vlhčí smrčiny. Stejně tak velmi druhově chudé bylinné patro je odrazem smrkového

hospodářství. Při okrajích porostů, kde dochází k většímu prosvětlení a v důsledku toho jsou lepší i podmínky teplotní umožňující rychlejší rozklad (nepříznivého) humusu, se objevuje i druh *Poa nemoralis*, který je dost typickým druhem kategorie S nižších LVS (VIEWEGH 2002).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 - 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 700 mm a průměrná roční teplota za stejné období dosahovala 8 °C.



Obr. 1. Umístění experimentálních řad Blaník I a II (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Blaník, LHP(1991) Geographic location (Geobáze® 1997 - 2000) and stand map of experimental series Blaník I and Blaník II on Forest Management Plan (1991)



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N ($\text{ks} \cdot \text{ha}^{-1}$) a výčetní kruhové základny G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) na srovnávacích plochách experimentální řady Blaník I (vlevo) a Blaník II (vpravo) ve věku 31 – 70 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N - trees $\cdot \text{ha}^{-1}$) and basal area (G - $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) on comparative plots of experimental series Blaník I (left) and Blaník II (right) at the age of 31 – 70 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

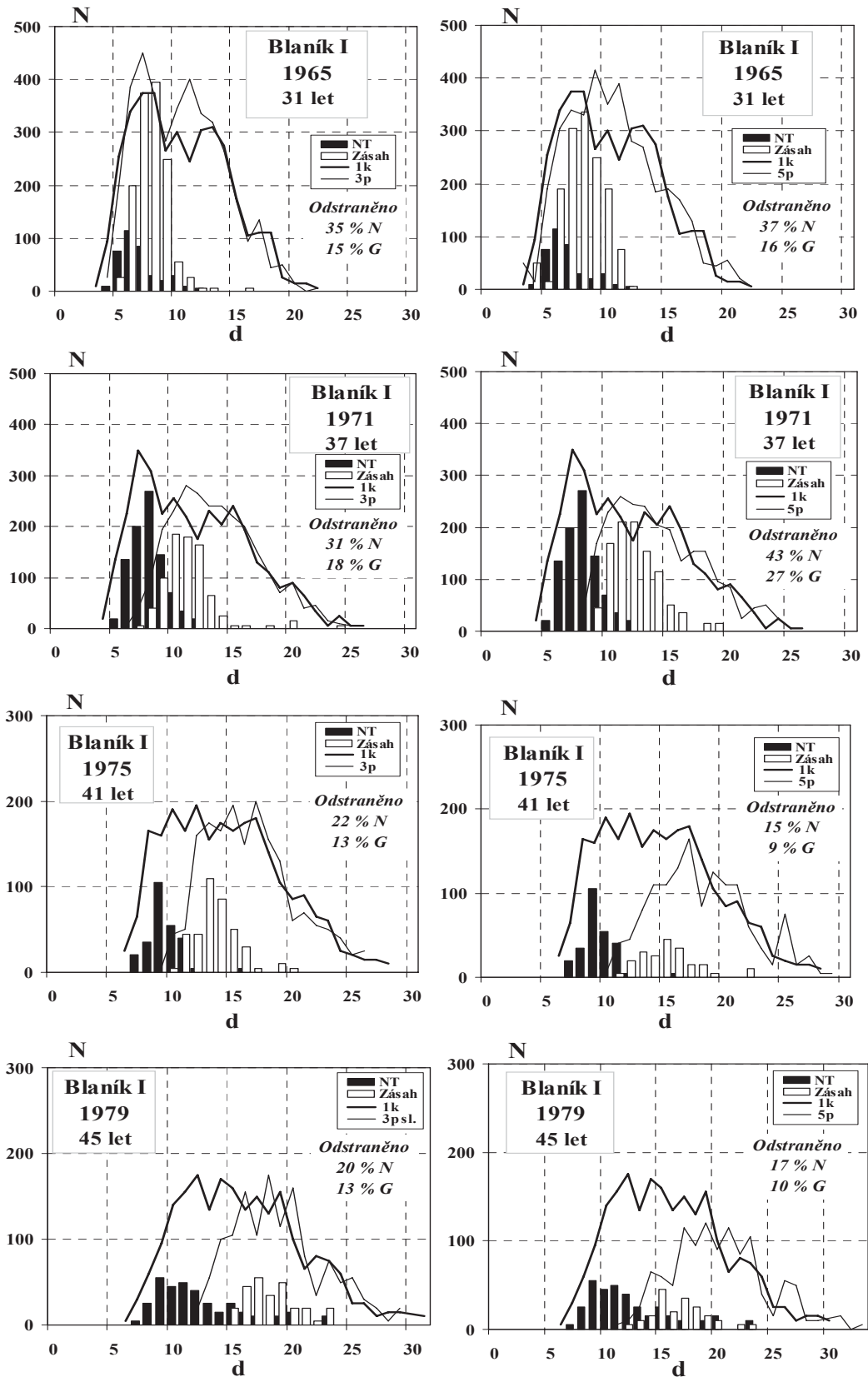
Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů včetně použitých metod při hodnocení výsledků jsou uvedeny v příspěvku SLODIČÁK, NOVÁK (2003). Každá z experimentálních řad je tvořena třemi dílčími plochami (1k, 3p a 5p), každá o velikosti 40 m x 50 m, tj. 0,20 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 plochy 3p a 5p jsou na obou řadách 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

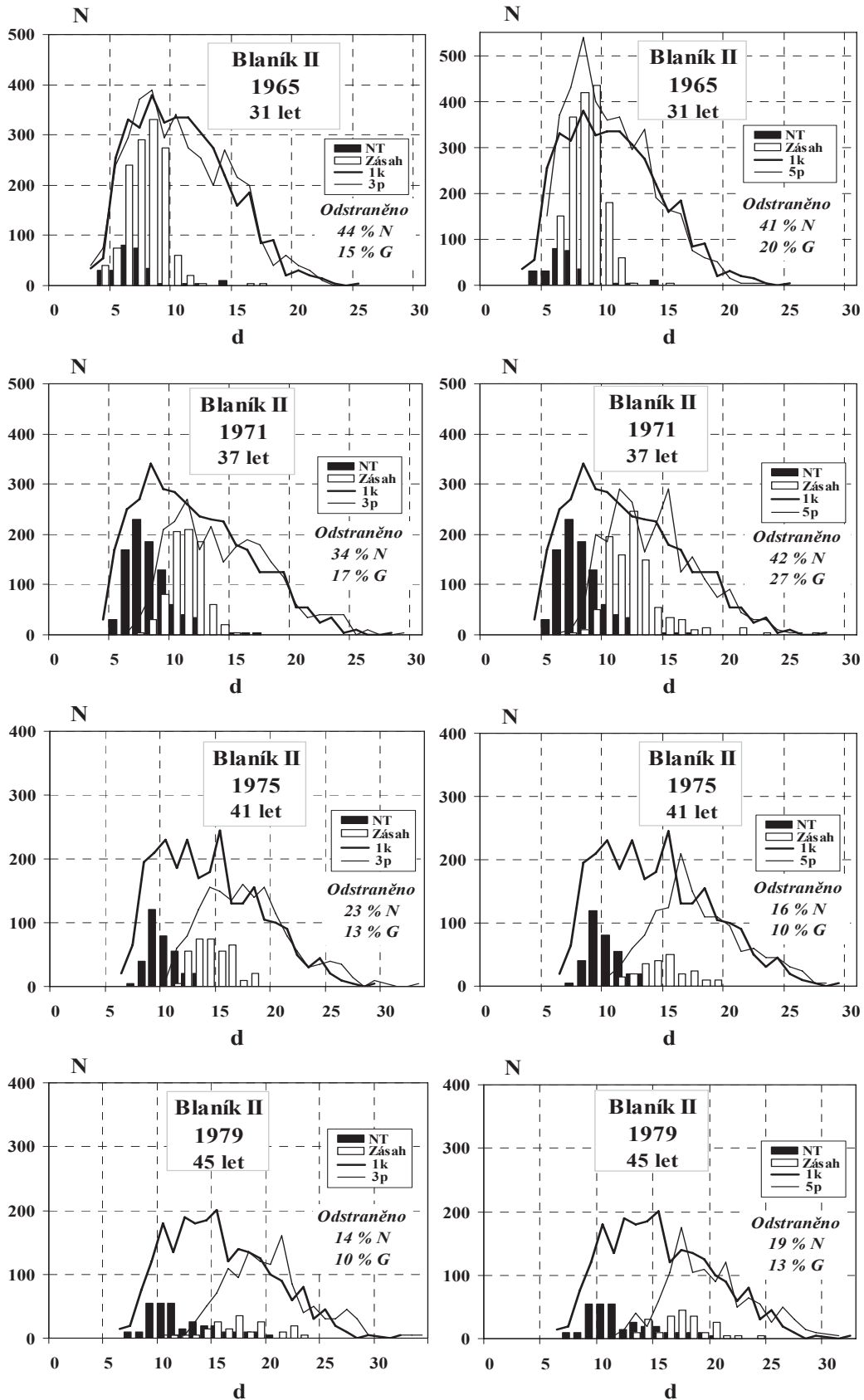
V době založení experimentálních řad Blaník I a II v roce 1965 dosáhl věk sledovaných porostů 31 let. V obou případech se jednalo o smrkovou monokulturu o hustotě od 3 710 do 3 975 jedinců na 1 hektar s vyrovnanými taxačními parametry (G od 41,5 do 44 m^2 , d od 11,8 do 12,2 cm, h od 15,1 do 15,8 m). Zjištěné rozdíly nebyly signifikantní také u parametrů horního stromového patra, tj. ve výčetní tloušťce a výšce 200 nejsilnějších stromů na 1 ha (d_{200} 19,1 až 20,4 cm a h_{200} 18,7 až 20,0 m). Určité rozdíly byly zjištěny pouze u hodnot štiřlostního kvocientu h_{200}/d_{200} , kdy na řadě I na variantě 5p dosahoval signifikantně nižších hodnot a na řadě II na variantě 3p signifikantně vyšších hodnot ve srovnání s příslušnými kontrolními porosty. Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl až na uvedené výjimky na dílčích srovnávacích plochách v rámci jednotlivých výzkumných řad i mezi řadami 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 4 do 25 cm, obr. 3a, 3b).



Obr. 3a.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Blaník I ve věku 31 - 45 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 Blaník I experimental series at the age of 31 - 45 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, Odstraněno/removed)



Obr. 3b.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Blaník II ve věku 31 - 45 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 Blaník II experimental series at the age of 31 - 45 years (NT – salvage cut, Zásah – thinning, N – number of trees per hectare, d – diameter in cm, Odstraněno/removed)

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

Blaník I	1965 31 let			1971 37 let			1975 41 let			1979 45 let			1984 60 let			1999 65 let			NT 31-70 let	2004 70 let Sdruž. porost	P 31-70 let	ÚTP - NT						
	Sdruž. porost	T	T%	Hlavní porost	T	T%	Sdruž. porost	Hlav. porost	T	T%	Sdruž. porost	Hlav. porost	T	T%	Sdruž. porost	Hlav. porost	T	T%										
1k	3710	380	10	3330	890	27	2440	2440	265	11	2175	2175	1830	510	1320	355	27	965	965	55	6	910	2800	910	0	0	0	
3p	3895	1345	35	2550	800	31	1750	1750	390	22	1360	1360	1090	115	975	125	13	850	850	180	21	670	240	670	0	0	2985	
5p	3785	1415	37	2375	1020	43	1350	1350	205	15	1140	1140	950	160	790	70	9	720	720	130	18	590	230	590	0	0	2960	
1k	41,5	1,4	3	40,0	4,5	9	43,6	49,7	1,9	4	47,8	52,1	4,4	9	58,8	10,0	17	48,8	52,7	1,7	3	51,0	31,3	57,1	46,9	15,6	0	
3p	43,0	6,5	15	36,5	44,9	8,1	36,9	43,1	5,8	13	37,4	42,9	5,7	13	53,9	4,0	7	50,0	54,2	7,5	14	46,7	7,0	52,0	49,6	42,6	33,6	
5p	44,0	7,2	16	36,8	45,0	12,0	33,0	39,7	3,8	9	35,9	41,0	4,2	10	53,2	3,1	6	50,1	54,5	8,8	16	45,8	7,5	50,9	50,5	42,9	36,0	
1k	11,9	7,0	0	12,4	13,6	8,0	15,1	16,1	9,5	0	16,7	17,5	12,8	0	23,8	19,0	0	25,4	26,4	19,5	0	26,7	0	28,3	9,1	0	0	
3p	11,9	7,8	0	13,5	15,0	11,3	16,4	17,7	13,7	0	18,7	20,0	16,3	0	26,5	20,1	0	27,4	28,5	23,0	0	29,8	0	31,5	12,1	0	0	
5p	12,2	8,1	0	14,1	15,5	12,3	17,7	19,4	15,3	0	20,0	21,4	16,7	0	29,3	23,6	0	29,8	31,1	29,3	0	31,4	0	33,2	13,7	0	0	
1k	15,2	10,5	0	15,5	17,9	13,4	18,8	20,2	15,4	0	20,6	21,9	19,0	0	26,7	24,4	0	27,4	28,7	25,9	0	29,2	0	30,4	11,3	0	0	
3p	15,5	14,1	0	16,5	18,8	16,4	19,6	21,2	19,0	0	21,7	22,8	20,9	0	28,0	24,9	0	28,4	28,8	26,5	0	29,2	0	30,9	12,0	0	0	
5p	15,8	12,8	0	16,5	19,2	17,2	20,3	21,8	19,7	0	22,1	23,3	21,0	0	28,6	26,2	0	28,8	30,8	30,1	0	30,9	0	32,2	13,5	0	0	
1k	127	151	0	126	132	167	124	126	163	0	123	125	148	0	112	128	0	108	109	0	0	109	0	108	0	0	0	0
3p	131	180	0	122	126	145	119	120	139	0	116	114	128	0	106	124	0	104	101	0	0	98	0	98	0	0	0	0
5p	130	159	0	118	124	140	115	113	129	0	110	109	126	0	98	111	0	97	99	0	0	98	0	97	0	0	0	0
1k	19,5	0	0	22,6	0	0	24,8	0	0	0	0	26,3	0	0	33,8	0	0	0	35,5	0	0	0	0	38,0	18,5	0	0	
3p	19,1	0	0	22,1	0	0	24,3	0	0	0	0	26,3	0	0	34,4	0	0	0	36,0	0	0	0	0	38,2	19,1	0	0	
5p	20,0	0	0	23,1	0	0	25,6	0	0	0	0	27,5	0	0	35,7	0	0	0	37,2	0	0	0	0	39,4	19,4	0	0	
1k	19,4	0	0	21,8	0	0	23,7	0	0	0	0	25,2	0	0	30,0	0	0	0	30,8	0	0	0	0	33,0	13,5	0	0	
3p	18,8	0	0	21,8	0	0	23,7	0	0	0	0	25,2	0	0	30,6	0	0	0	31,1	0	0	0	0	32,7	13,9	0	0	
5p	19,1	0	0	22,3	0	0	24,0	0	0	0	0	25,4	0	0	30,6	0	0	0	32,1	0	0	0	0	33,8	14,7	0	0	
1k	100	0	0	96	0	0	95	0	0	0	0	96	0	0	89	0	0	0	87	0	0	0	0	87	0	0	0	
3p	98	0	0	99	0	0	97	0	0	0	0	96	0	0	89	0	0	0	86	0	0	0	0	86	0	0	0	
5p	96	0	0	96	0	0	94	0	0	0	0	93	0	0	86	0	0	0	86	0	0	0	0	86	0	0	0	

Pozn.: P – přírůstek, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předmní, Sdružený porost (porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě), Hlavní porost (porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů), I – přítůstek, Ik – 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 – stříhlostní kvocient, d_{300} – průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h_{300}/d_{300} – stříhlostní 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), I – increment, Ik – 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, h_{300}/d_{300} – quotient of slenderness of 200 thickest trees

Počet stromů a výčetní kruhová základna řady Blaník I

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 31 let, bylo v porostech srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 35 a 37 % stromů (N) tvořících 15 a 16 % výčetní základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3a. Patrný je zejména rozdíl mezi tloušťkou úmyslně těžných stromů s vrcholem kolem výčetní tloušťky 8 cm a tloušťkou stromů těžných nahodile s vrcholem kolem tloušťky 7 cm (tab. 1). Zásahy se opakovaly ještě třikrát až do věku 45 let (1979), v jedné šesti a dvou čtyřletých periodách a bylo při nich na srovnávací ploše 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 31, 22 a 20 % N (18, 13 a 13 % G) a na ploše 5p 43, 15 a 17 % N (27, 9 a 10 % G).

Po čtyřech výchovných zásazích v šesti a čtyřletých periodách, tj. 14 let po zahájení experimentu (rok 1979, věk 45 let), zůstalo:

- na variantě 1k celkem 1 830 stromů (mortalita 1 880 stromů, 51 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 090 stromů (při výchově odstraněno 2 805 stromů, tj. 72 % N),
- na variantě 5p celkem 950 stromů (při výchově odstraněno 2 835 stromů, tj. 75 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 45 let:

- na variantě 1k – 47,7 m² (nárůst o 6,2 m²),
- na variantě 3p – 37,2 m² (pokles o 5,8 m²),
- na variantě 5p – 36,8 m² (pokles o 7,2 m²).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 31 - 45 let) představoval (po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole) na plochách 3p a 5p – 20,3 a 20,0 m² a byl tedy o 1,9 a 1,6 m² větší než na kontrole (18,4 m²).

Od čtvrtého výchovného zásahu ve věku 45 let (1979) se všechny tři porosty výzkumné řady Blaník I vyvíjely 20 let až do roku 1999 bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Ve věku 65 let byl na této sérii proveden další, v pořadí již pátý výchovný zásah, při kterém bylo z porostů 3p a 5p odstraněno 21 a 18 % N (14 a 16 % G).

Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 70 let) snížil:

- na variantě 1k na 910 stromů (mortalita ve věku 31 – 70 let 2 800 jedinců),
- na variantě 3p na 670 stromů (zásahy 2 985 a mortalita 240 jedinců),
- na variantě 5p na 590 stromů (zásahy 2 960 a mortalita 230 jedinců).

Mortalita v posledních 25 letech sledování (věk porostů 46 - 70 let) představovala na kontrolní ploše 920 (50 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 240 a 230 stromů (tj. ca 22 a 24 % stavu hlavního porostu ve věku 45 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při druhé revizi ve věku 37 let (1971), kdy ubylo po sněhovém polomu 27 % počtu (890 stromů) a 9 % výčetní základny G (4,5 m²). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu (9 % G, tj. 4,4 m²) se během sledování vyskytlo ještě jednou ve věku 45 let (1979). Nejvíce byl však kontrolní porost bez výchovy poškozen ve věku 60 let (1994), kdy bylo po polomu odstraněno 27 % stromů (17 % G, tj. 10 m²). Na paralelních experimentálních porostech s výchovou byly škody méně než poloviční (varianta 3p – 13 % N a 7 % G) až třetinové (varianta 5p – 9 % N a 6 % G). Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší pohyboval na těchto variantách od 6 do 14 % N tvořících 3 až 7 % G. Celkově byl na variantách 3p a 5p s výchovou za

období sledování experimentu (31 – 70 let) počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší ve srovnání s kontrolou méně než desetinný (tab. 1).

Výčetní základna G experimentálních porostů, která se po polomu ve věku 60 let na všech třech variantách 1k, 3p a 5p vyrovnala (48,8, 50,0 a 50,1 m²), následně po zásazích na plochách 3p a 5p ve věku 65 let poklesla o 14 a 16 % a při poslední revizi ve věku 70 let byla opět největší na kontrole bez výchovy (57,1 m²).

Oproti výchozímu stavu se výčetní základna zvýšila na kontrole o 15,6 m² a na variantách s výchovou 3p a 5p o 6,9 a 9,1 m² (obr. 2).

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 2,7 m² a o 3,6 m² menší než na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou (46,9 m² na kontrole a 49,6 a 50,5 m² na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 31,3 m² kruhové základny (67 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 7 a 7,5 m² (14 a 15 % periodního přírůstu G).

Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 31 – 70 let):

- na kontrolní ploše 1k 15,6 m²,
- na srovnávací ploše 3p 42,6 m²,
- na srovnávací ploše 5p 42,9 m².

Počet stromů a výčetní kruhová základna řady Blaník II

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 31 let bylo v porostech obou srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 44 a 41 % stromů (N) tvořících 15 a 20 % výčetní 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. 2).

Zásahy se podobně jako na řadě Blaník I opakovaly ještě třikrát až do věku 45 let (1979), v jedné šesti a dvou čtyřletých periodách a bylo při nich na srovnávací ploše 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 34, 23 a 14 % N (17, 13 a 10 % G) a na ploše 5p 42, 16 a 19 % N (27, 10 a 13 % G).

Po čtyřech výchovných zásazích v šesti a čtyřletých periodách, tj. 14 let po zahájení experimentu (rok 1979, věk 45 let), zůstalo:

- na variantě 1k celkem 1 955 stromů (mortalita 1 815 stromů, 48 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 050 stromů (při výchově odstraněno 2 685 stromů, tj. 72 % N),
- na variantě 5p celkem 935 stromů (při výchově odstraněno 3 040 stromů, tj. 76 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 45 let:

- na variantě 1k – 46,9 m² (nárůst o 3,8 m²),
- na variantě 3p – 38,5 m² (pokles o 5,1 m²),
- na variantě 5p – 34,0 m² (pokles o 9,4 m²).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 31 - 45 let) představoval (po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilé těžby na kontrole) na plochách 3p a 5p – 19,2 a 19,8 m² a byl tedy o 3,4 a 4,0 m² větší než na kontrole (15,8 m²).

Od čtvrtého výchovného zásahu ve věku 45 let (1979) se všechny tři porosty výzkumné řady Blaník II vyvíjely 20 let až do roku 1999

bez záměrného ovlivňování. Byly odstraňovány pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Mortalita se na srovnávacích plochách pohybovala od 1 do 18 % N tvořících 3 až 11 % G. Největší mortalita byla zaznamenána ve věku 60 let (1994) v kontrolním porostu bez výchovy, kde bylo po větrném polomu odstraněno 43 % stromů (37 % G, tj. 21,4 m²). V paralelních experimentálních porostech s výchovou byly ve stejném věku škody méně než poloviční (varianta 3p – 18 % N a 11 % G) až čtvrtinové (varianta 5p – 10 % N a 7 % G). Po tomto polomu bylo sledování kontrolní plochy 1k ukončeno.

Po dalších pěti letech, ve věku 65 let (1999), byl na zbylých plochách 3p a 5p proveden další, v pořadí již pátý výchovný zásah, při kterém bylo ze sledovaných porostů odstraněno 20 a 16 % N (15 a 14 % G).

Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 70 let) snížil:

- na variantě 3p na 625 stromů (zásahy 3 145 a mortalita 265 jedinců),
- na variantě 5p na 595 stromů (zásahy 3 160 a mortalita 225 jedinců).

Mortalita v posledních 25 letech sledování (věk porostů 46 - 70 let) představovala na kontrolní ploše, kde bylo sledování ukončeno ve věku 60 let, celkem 1 115 (57 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 265 a 225 stromů (tj. ca 25 a 24 % stavu hlavního porostu ve věku 45 let).

Za období sledování experimentu (31 - 70 let) tvořil počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší na variantách 3p a 5p s výchovou ve srovnání s kontrolou necelou desetinu (9 a 8 %). Nahodilá těžba představovala na variantách 3p a 5p ca 19 a 15 % periodního přírůstu G (8,7 a 7,3 m²), zatímco na kontrolní ploše 1k výčetní základna vytěžená nahodile (38,8 m²) periodní přírůst G přesáhla.

Výčetní základna G zůstala až do rozvrácení porostu ve věku 60 let nejvyšší na kontrolní variantě 1k (57,6 m²). Varianty s výchovou 3p a 5p byly poškozeny méně a jejich výčetní základna se po polomu vyrovnala (47,9 a 46,9 m²).

Oproti výchozímu stavu se výčetní základna zvýšila na kontrole do rozpadu porostu ve věku 60 let o 14,5 m² a na variantách s výchovou 3p a 5p do poslední revize ve věku 70 let o 5,1 a 6,0 m².

Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl nárůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období (31 až 60 let) na kontrole 1k bez výchovy o 5,2 m² a o 8,0 m² menší než na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou (32,0 m² na kontrole a 37,2 a 40,0 m² na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 38,8 m² kruhové základny (121 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 8,7 a 7,3 m² (19 a 15 % 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 31 - 60 let):

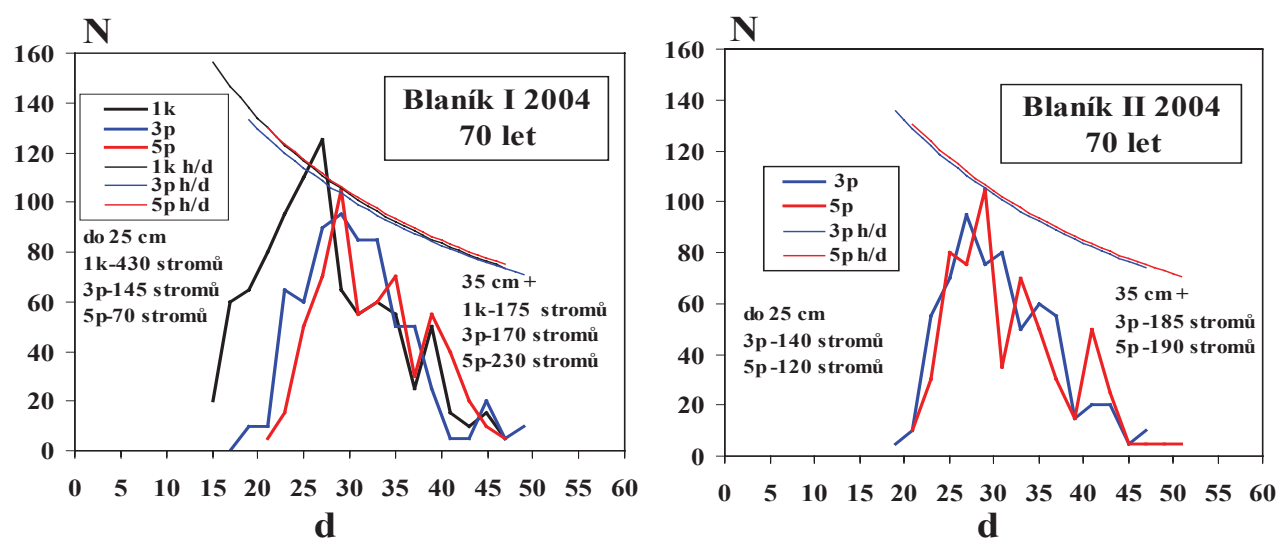
- na kontrolní ploše 1k záporný (ztráta 6,8 m²),
- na srovnávací ploše 3p 28,5 m²,
- na srovnávací ploše 5p 32,7 m².

Za celé období sledování experimentu (věk 31 - 70 let), tedy včetně dalšího, v pořadí již pátého výchovného zásahu provedeného na zbylých plochách 3p a 5p ve věku 65 let, byl přírůst výčetní kruhové základny (nahodile těžené souše a zlomy nebyly započítány):

- na srovnávací ploše 3p 37,0 m²,
- na srovnávací ploše 5p 42,2 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu porostů byl sledován od roku 1965 do roku 1979, tj. v období, kdy byly prováděny experimentální výchovné zásahy, 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,



Obr. 4.

Tloušťková struktura (N - ks.ha⁻¹, d - cm) a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentálních řadách Blaník I (vlevo) a Blaník II (vpravo) při poslední revizi v roce 2004 ve věku 70 let

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Blaník I (left) and Blaník II (right) at the age of 70 years (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm)

před zahájením experimentu v roce 1965 (věk porostu 31 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k, 3p a 5p řad Blaník I a Blaník II téměř identická. V rámci obou sledovaných řad 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 čtyřech experimentálních výchovných zásazích. Posun výchovných zásahů do vyšších tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný při všech provedených zásazích.

Při poslední revizi ve věku 70 let (2004) byly v experimentálních porostech obou řad zastoupeny stromy o tloušťce od 15 do 51 cm (obr. 4).

Na řadě I byly nejnižší tloušťkové třídy 15 - 25 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štihllostním kvocieniem (114 - 156) nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 430. Na srovnávacích plochách s negativním výběrem v podúrovni 3p a 5p byl počet stromů s výčetní tloušťkou do 25 cm o 66 a 84 % nižší (145 a 70 jedinců). Na řadě II, kde již při poslední revizi v roce 2004 kontrolní plocha neexistovala, byl počet stromů s výčetní tloušťkou do 25 cm na variantách 3p a 5p podobný jako u řady I (140 a 120 jedinců), tj. o 67 a 72 % nižší ve srovnání s kontrolou řady I.

Počet stromů s výčetní tloušťkou 35 cm a více s relativně příznivějším štihllostním kvocieniem (71 - 93) byl na variantách 3p a 5p řady I podobný nebo vyšší (170 a 230 jedinců) a na variantách 3p a 5p řady II vyšší (185 a 190 jedinců) než na kontrole řady I (175 jedinců).

Vzhledem k rozpadu kontrolní plochy na řadě II ve věku 60 let (1994) byla na této řadě hodnocena tloušťková struktura před polomem (obr. 5). Nejnižší tloušťkové třídy (zde 11 až 20 cm) s nejvyšším a nejméně příznivým štihllostním kvocieniem (121 - 163) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 680. Na srovnávacích plochách s negativním výběrem v podúrovni 3p a 5p byl počet stromů s výčetní tloušťkou do 20 cm o 77 a 96 % nižší (155 a 30 jedinců). Naopak počet silnějších a stabilnějších stromů s výčetní tloušťkou 30 cm a více byl na variantách s výchovou 3p a 5p o 50 a 68 % vyšší než na kontrole (1k - 170 stromů, 3p a 5p 255 a 285 stromů).

Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných řadách projevil především nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štihllostním kvocieniem, patrným především na variantě 5p. Z porovnání tloušťkových struktur v roce 2004 (věk 70 let) vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami řady I (1k se průkazně liší od 3p - $p \leq 0,01$ a částečně od 5p - $p \leq 0,10$). U řady II, kde bylo z důvodů pozdějšího rozpadu kontrolního porostu provedeno srovnání v roce 1994 (věk 60 let), byly také zjištěny signifikantní rozdíly mezi variantami (1k se průkazně liší od 3p a 5p - $p \leq 0,05$).

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štihllostním kvocieniem středního kmene a štihllostním kvocieniem horního stromového patra (d_{200}) byla od počátku pokusu nepříznivá. Před zahájením experimentu v roce 1964 dosahoval štihllostní kvocien středního kmene na řadě I hodnot 127 (1k), 131 (3p) a 130 (5p) a na řadě II hodnot 129 (1k), 130 (3p) a 128 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolních plochách hodnotami 132 (I)

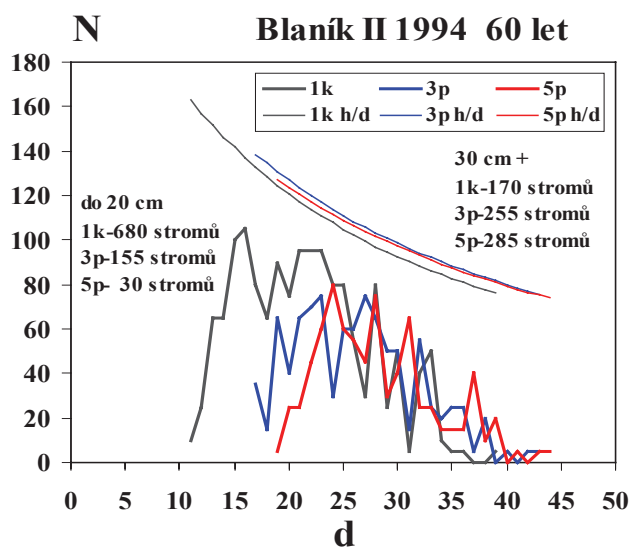
a 133 (II) při druhé revizi ve věku 37 let (tab. 1, 2, obr. 6). Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocientu již od počátku sledování.

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

Na srovnávacích plochách 5p s negativním výběrem v podúrovni 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.

Na žádné ze sledovaných variant s výchovou neklesl štihllostní kvocien středního kmene po celou dobu sledování pod hodnotu 95, na kontrole řady I se dostal pouze k hodnotě 108 a na rozvrácené kontrole řady II na hodnotu 117.

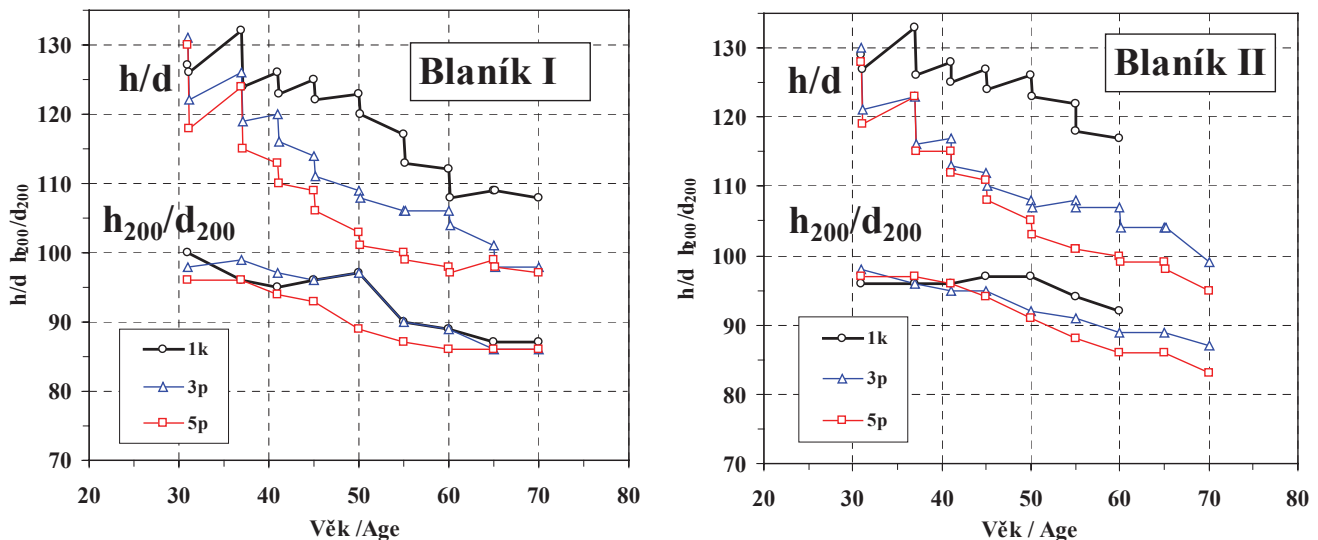
Při hodnocení horního stromového patra, kdy je do výpočtu zahrnut vždy stejný počet nejsilnějších jedinců na srovnávací ploše a tak nedochází k početním posunům, byly výchozí hodnoty štihllostního kvocientu h_{200}/d_{200} rovněž poměrně vyrovnané. Určité rozdíly byly zjištěny pouze ve dvou případech, kdy štihllostní kvocien h_{200}/d_{200} na řadě I na variantě 5p dosahoval signifikantně nižších hodnot a na řadě II na variantě 3p signifikantně vyšších hodnot ve srovnání s příslušnými kontrolními porosty. Štihllostní kvocien horního stromového patra dosahoval na sledovaných plochách hodnot 96 až 100 a měl od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 70 let) klesl štihllostní kvocien stromů horního patra na všech variantách obou řad pod hodnotu 90. Výjimku tvoří kontrolní porost řady II, který byl rozvrácen větrem po revizi ve věku 60 let.



Obr. 5.

Tloušťková struktura (N - ks.ha⁻¹, d - cm) a štihllostní kvocien (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Blaník II při revizi v roce 1994 (ve věku 60 let) před poškozením porostů větrem

Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Blaník II at the age of 60 years, before the wind damage (N - number of trees per hectare, d - diameter in cm)



Obr. 6.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (h/d) a horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) na experimentální řadě Blaník I (vlevo) a Blaník II (vpravo) ve věku 31- 70 let

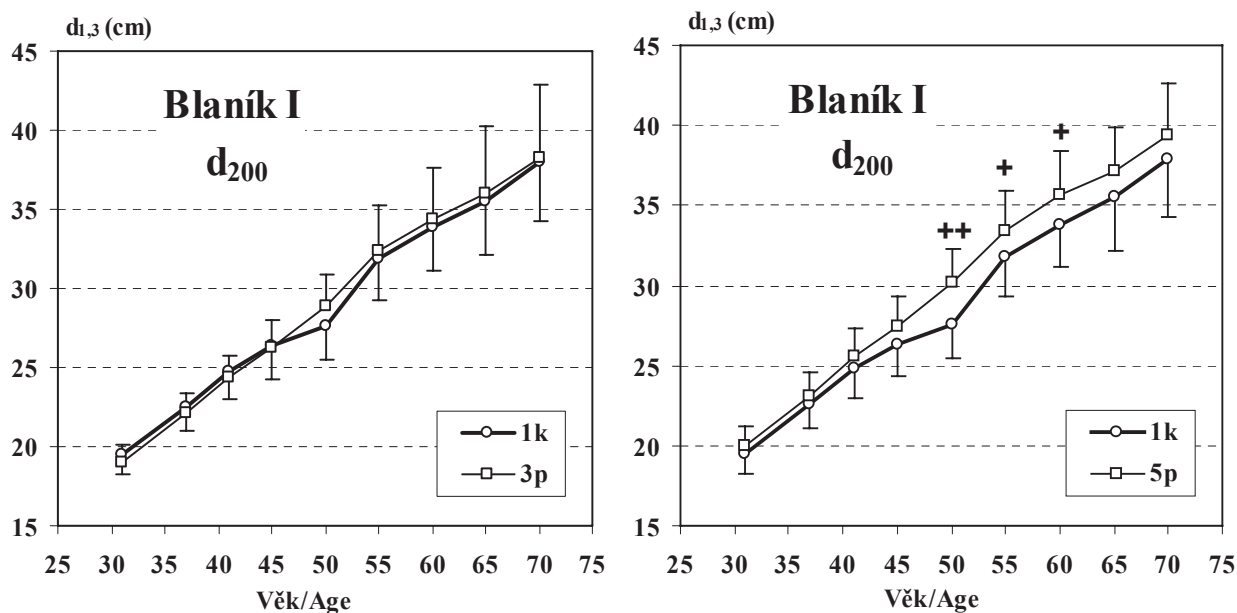
Development of h/d ratio of mean stem (h/d) and upper tree story (200 thickest trees per hectare – h_{200}/d_{200}) on experimental series Blaník I (left) and Blaník II (right) at the age of 31 – 70 years

Uvnitř sledovaných řad nebyl při poslední revizi (2004) nalezen signifikantní rozdíl v hodnotách h_{200}/d_{200} . U řady II, kde bylo z důvodů pozdějšího rozpadu kontrolního porostu provedeno srovnání také v roce 1994 (věk 60 let), byly zjištěny signifikantní rozdíly (příznivější hodnoty h_{200}/d_{200} na variantě 5p) mezi variantami 1k a 5p ($p \leq 0,01$) a 3p a 5p ($p \leq 0,05$).

Z provedené analýzy d_{200} (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) je zřejmé, že výchovné zásahy prováděné negativním výběrem v podúrovni v letech 1965 až 1979 (věk 31 až 45 let) se projevily signifikantně zvýšeným tloušťkovým přírůstem nejsilnějších kosterních stromů u řady I pouze na variantě 5p a u řady II na obou variantách 3p a 5p (obr. 7 a 8). Rozdíly v přírůstu kosterních stromů horního stromového patra na variantě 3p řady I nebyly signifikantní při žádné z revizí v období věku 31 až 70 let.

ZÁVĚRY Z EXPERIMENTŮ BLANÍK I A BLANÍK II

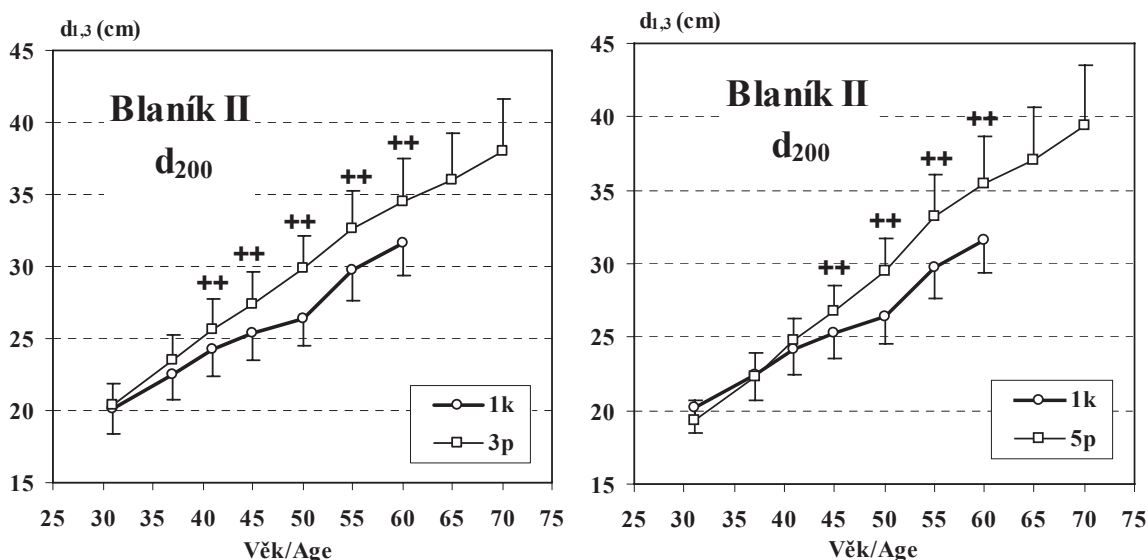
- V období sledování (od věku 31 let až do polomu ve věku 60 let) byla výčetní základna na řadách Blaník I a Blaník II největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu (58,8 a 57,6 m²), zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhla na řadě I 53,9 a 53,2 m² a na řadě II 53,8 a 50,5 m².
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolních plochách 1k redukován poškozením porostu především větrem. V průběhu sledování bylo v kontrolních porostech řad I a II odstraněno jako souše a zlomy 31,3 a 38,8 m² kruhové základny, tj. 67 a 121 % přírůstu G (z toho 10,0 a 21,4 m² při polomu ve věku 60 let).
- Na variantách s výchovou 3p a 5p zlomy a souše představovaly 7,0 a 7,5 m² (14 a 15 % periodního přírůstu) na řadě I a 8,7 a 7,3 m² (19 a 15 % periodního přírůstu) na řadě II.
- Periodní přírůst výčetní kruhové základny (po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů) byl ve sledovaném období ve věku 31 - 70 let na řadě I u variant s výchovou 3p a 5p 49,6 a 50,5 m², tj. o 2,7 a 3,6 m² větší než na kontrole 1k bez výchovy (46,9 m²) a na řadě II u variant s výchovou 3p a 5p 45,7 a 49,5 m² (nelze porovnat s příslušným kontrolním porostem, který se rozpadl po revizi ve věku 60 let při periodním přírůstu G - 31 - 60 let - 31,9 m²).
- Přírůst výčetní kruhové základny na řadě I (bez nahodile vytěžených stromů) byl za období sledování experimentu (věk 31 – 70 let) na kontrolní ploše 1k 15,6 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 42,6 a 42,9 m².
- Přírůst výčetní kruhové základny na řadě II (bez nahodile vytěžených stromů) byl za období sledování experimentu (věk 31 - 70 let) na kontrolní ploše 1k záporný, tj. vytvořila se ztráta 6,8 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 37,0 a 42,2 m².
- Vliv podúrovňových výchovných zásahů (varianty 3p, 5p) vedl po 39 letech sledování ke snížení zastoupení nejnižších tloušťkových tříd a ke zvýšení zastoupení stromů v nejvyšších tloušťkových třídách ve srovnání s kontrolními plochami 1k bez výchovy. Z porovnání tloušťkových struktur v roce 2004 (věk 70 let) u řady I a v roce 1994 (věk 60 let) u řady II vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami bez výchovy 1k a s podúrovňovými zásahy 3p a 5p.
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla od počátku pokusu nepříznivá. Štíhlostní kvocient středního kmene dosahoval na řadě I hodnot 127 (1k), 131 (3p) a 130 (5p) a na řadě II hodnot 129 (1k), 130 (3p) a 128 (5p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolních plochách hodnotami 132 (I) a 133 (II) při druhé revizi ve věku 37 let.



Obr. 7.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Blaník I (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1965 - 2004 (věk 31 - 70 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 Blaník I (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1965 - 2004 (age of 31 - 70 years). Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.



Obr. 8.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Blaník II (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1965 - 2004 (věk 31 - 70 let). Významnost 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 Blaník II (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1965 - 2004 (age of 31 - 70 years). Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.

- V dalším období štíhlostní kvocient středního kmene na kontrole klesal, částečně také početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem. Na srovnávacích plochách 5p s negativním výběrem v podúrovni byl pokles po kulminaci výraznější, především v důsledku početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásadách, které byly většinou silnější než na variantě 3p.
- Na žádné ze sledovaných variant s výchovou neklesl štíhlostní kvocient středního kmene po celou dobu sledování pod hodnotu 95, na kontrole řady I se dostal pouze k hodnotě 108 a na rozvrácené kontrole řady II na hodnotu 117.
- Štíhlostní kvocient horního stromového patra h_{200}/d_{200} , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval na obou hodnocených řadách výchozích hodnot 96 až 100 a měl od počátku sledování klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 70 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na všech variantách obou řad pod hodnotu 90 s výjimkou ve věku 60 let rozvrácené kontroly na řadě II.
- Signifikantní efekt výchovy na zvýšení tloušťky dominantních stromů byl prokázán u řady I pouze na variantě 5p a u řady II na obou variantách 3p a 5p. Rozdíly v přírůstu kosterních stromů horního stromového patra na variantě 3p řady I nebyly signifikantní.

Poděkování:

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

LITERATURA

- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) 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. 173-178
- VIEWEGH, J.: Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu smrkových porostů. Zpráva FLE ČZU. Praha, FLE ČŽC 2002, 1 CD-ROM.

Norway spruce thinning experiments – Series Blaník I and Blaník II (1965)

Summary

Experimental series Blaník I and Blaník II were founded in forest region 16 – the Českomoravská vrchovina Mts. in 1965 in 31-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. Both series consist of three comparative plots with dimensions 40 m x 50 m, i. e. 0.20 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 39-year period of observation, it can be concluded:

In the period of observation (age of 31 - 60 years, before wind breakage), the basal area on series Blaník I and Blaník II was the biggest on control unthinned plots 1k (58.8 and 57.6 m²), whereas the basal area on variants with thinning 3p and 5p represented 53.9 and 53.2 m² on series I and 53.8 a 50.5 m² on series II (fig. 2, tab. 1, 2).

- Basal area increment was reduced on control unthinned plots by the wind damage mainly. During the period of observation (age of 31 - 70 years), basal area 31.3 and 38.8 m² (i. e. 67 and 121% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plots of series Blaník I and II (from these values 10.0 and 21.4 m² were removed by wind damage at the age of 60 years).
- On the thinned variants 3p and 5p, snags or breaks represented 7.0 and 7.5 m² (i. e. 14 and 15% of basal area increment) on series I and 8.7 and 7.3 m² (i. e. 19 a 15% of basal area increment) on series II.
- During the period of observation (age of 31 - 70 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 49.6 and 50.5 m² on thinned plots 3p and 5p, i. e. about 2.7 and 3.6 m² higher than on control unthinned plot 1k (46.9 m²) on series I. On series II, this periodic basal area increment represented 45.7 and 49.5 m² on thinned plots 3p and 5p. Comparison with control plot is not possible because it was destroyed by the wind at the age of 60 years - periodic basal area increment before the damage (age of 31 - 60 years) was 31.9 m².
- On series I, basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 31 - 70 years) was 15.6 m² on control plot 1k, while the basal area increment on thinned plots 3p and 5p came up to 42.6 and 42.9 m².
- On series II, basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 31 - 70 years) was negative, i. e. the loss 6.8 m² was created, while the basal area increment on thinned plots 3p and 5p came up to 37.0 and 42.2 m².
- After 39 years of observation, the effect of thinning by the negative selection from below on diameter structure was observed (fig. 3a, 3b, 4, 5). On thinned variants 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 3p and 5p compared with control plots (on series I at age of 70 years in 2004 and on series II at age of 60 years in 1994).
- Static stability characterized by h/d ratio was unfavourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 127 (1k), 131 (3p) and 130 (5p) on series I and 129 (1k), 130 (3p) and 128 (5p) on series II (fig. 6). This ratio culminated with peaks on values 132 (series I) and 133 (series II) on control unthinned plots at age of 37 years (second revision).
- In following period, h/d ratio of mean stem decreased on control plots, partly as a result of mortality of thin unstable individuals. On heavy thinned plots (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 31 - 70 years), h/d ratio of mean stem on thinned plots does not decrease below the value 95. On control plots, minimum values were 108 on series I and 117 on series II (with destroyed control plot).
- 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 96 to 100 on both series and showed decreasing trend (fig. 6). In the last revision (2004, age of 70 years), h_{200}/d_{200} ratio came down under the value of 90 on all variants of both series, with only exception of destroyed control plot of series II (at the age of 60 years).
- Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was significant on series I (only for variant 5p) and on series II (for both thinned variant 3p and 5p). Differences between diameter increments of dominant trees on variant 3p and control 1k on series I were insignificant (fig. 7, 8).

Recenzováno