

## EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - BRUNTÁL (1964)

## Norway spruce thinning experiment – Series Bruntál (1964)

## Abstract

Experimental series at Bruntál was founded in forest region 29 – the Nízky Jeseník Mts. in 1964 in 38-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots, plots 3p and 4ú with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha and plot 1k with dimensions 50 m x 28.5 m, i. e. 0.14 ha. Comparative plot 1k is the control plot without designed thinning, comparative plot 3p is the stand with thinning by negative selection from below and comparative plot 4ú is the stand with heavy thinning by positive selection from above. 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:** smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesů, porostní výchova

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

## ÚVOD

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

## METODIKA

Experimentální řada Bruntál byla založena v lesní oblasti 29 – Nízky Jeseník v roce 1964 v 38letém smrkovém porostu na LHC Bruntál (v současnosti Městské lesy Bruntál), porost 501 A7 (podle LHP 1992). Zeměpisné souřadnice experimentální řady v systému WGS-84 jsou 17°26'06'' v. d., 49°58'50'' s. š. Porost se nachází na severním svahu se sklonem 10 %, v nadmořské výšce 580 m.

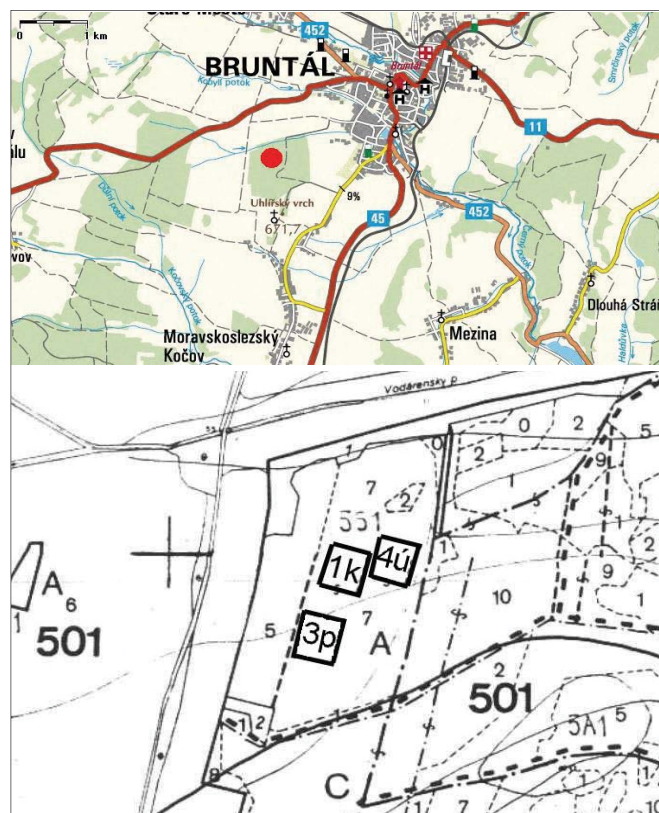
Smrková monokultura je hospodářským lesem na LT 4D5 – obohacená bučina netýkavková (*Fagetum acerosum deluvium – Impatiens noli tangere*). Čtvrtý vegetační stupeň byl určen podle zastoupení druhů živných doubrav: *Campanula trachelium* a *C. persicifolia* a absence prvků submontánních (např. *Prenanthes purpurea*), přestože je lokalita na severním svahu (tedy „chladnějším“). Zato jsou významněji přítomny druhy bučinné: *Aruncus vulgaris*, *Galium odoratum*, *Impatiens noli tangere*. Značná přítomnost druhů živinově náročných až nitrofilních (*Aruncus vulgaris*, *Impatiens noli tangere*, *Mercurialis perennis*) byla důvodem k zařazení do kategorie D (VIEWEGH 2002).

Půdní typ byl charakterizován jako kambizem modální a podle výskytu živných až nitrofilních druhů mezotrofní nebo eutrická se slabými náznaky oglejení ve spodní části profilu. Přítomnost vlhkosti naznačily i některé bylinné druhy (*Aruncus vulgaris*, *Impatiens noli tangere*, *Aegopodium podagraria*, *Festuca gigantea*) (VIEWEGH 2002).

Průměrný roční úhrn srážek za období 1961 - 1990 představoval podle údajů ČHMÚ 700 mm a průměrná roční teplota vzduchu za stejné období dosahovala 6 °C.

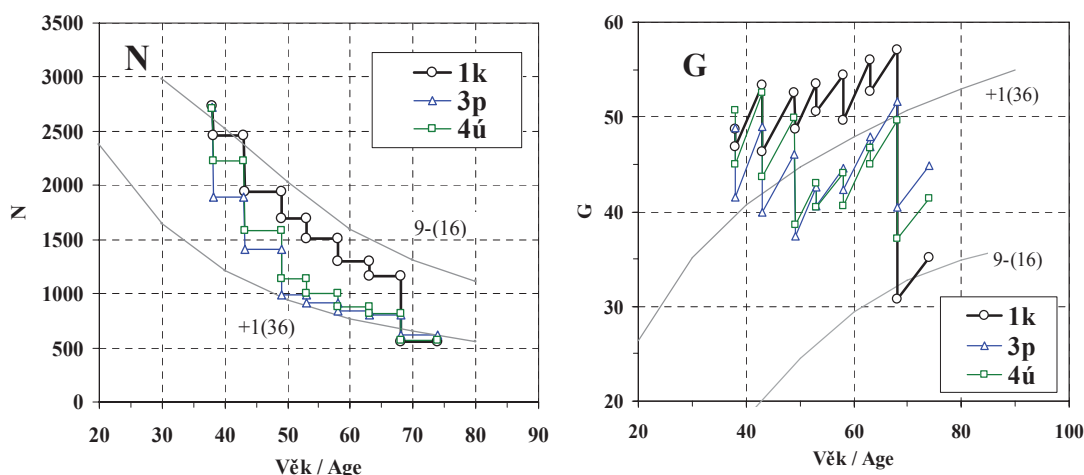
Experimenty byly založeny podle metodiky VÚLHM (PAŘEZ 1958). Popis prací, umístění a charakteristika výchovných zásahů

včetně použitých metod při hodnocení výsledků byly již publikovány (SLODIČÁK, NOVÁK 2003). Experimentální řadu Bruntál tvoří tři dílčí srovnávací plochy (1k, 3p a 4ú), plochy 3p a 4ú o velikosti 50 m x 50 m, tj. 0,25 ha a plocha 1k o velikosti 50 m x 28,5 m, tj. 0,14 ha (obr. 1). Srovnávací plocha 1k je kontrolní, bez výchovy. Odstraňují se zde pouze souše a případné zlomy či vývraty. Srovnávací plocha 3p slouží ke sledování vlivu podúrovňových výchovných zásahů s negativ-



**Obr. 1.** Umístění experimentálních řad Bruntál (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Městské lesy Bruntál (LHP k 1.1.1992)

Geographic location (Geobáze® 1997 - 2000) and stand map of experimental series Bruntál on Forest Management Plan (1992)



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 Bruntál ve věku 38 – 74 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N -  $\text{trees} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and basal area (G -  $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) on comparative plots of experimental series Bruntál at the age of 38 – 74 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

ním výběrem a srovnávací plocha 4ú ke sledování vlivu úrovnových výchovných zásahů s pozitivním výběrem. Při revizi v roce 2000 (věk 74 let) bylo zjištěno, že porosty série Bruntál jsou opakovaně silně poškozeny větrem a proto byl pokus touto revizí ukončen.

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 experimentální řady Bruntál v roce 1964 dosáhl věk sledovaných porostů 38 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o velmi vyrovnané hustotě od 2 712 do 2 730 jedinců na 1 hektar. Výčetní kruhová základna G se pohybovala od  $48,7 \text{ m}^2$  na ploše 1k do  $50,8 \text{ m}^2$  na ploše 4ú.

Rozdíly v dalších sledovaných parametrech, především ve výčetní tloušťce a výšce středního kmene ( $d$  15,1 až 15,4 cm,  $h$  18,5 až 19,1 m) byly zanedbatelné a proto byl výchozí stav porostů na dílčích srovnávacích plochách před prvními zásahy srovnatelný, tj. rozdíly ve sledovaných charakteristikách (N, G,  $d$ ,  $h$ ,  $h_{200}$ ) byly shledány uvnitř výzkumné řady statisticky nevýznamnými. Výjimkou byla signifikantně větší průměrná tloušťka  $d_{200}$  na plochách 4ú ( $p \leq 0,01$ ) a 3p ( $p \leq 0,05$ ) oproti ploše 1k na počátku sledování. Naopak horní porostní výška  $h_{200}$  se na jednotlivých plochách na počátku sledování téměř nelišila.

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 6 do 25 cm, obr. 3).

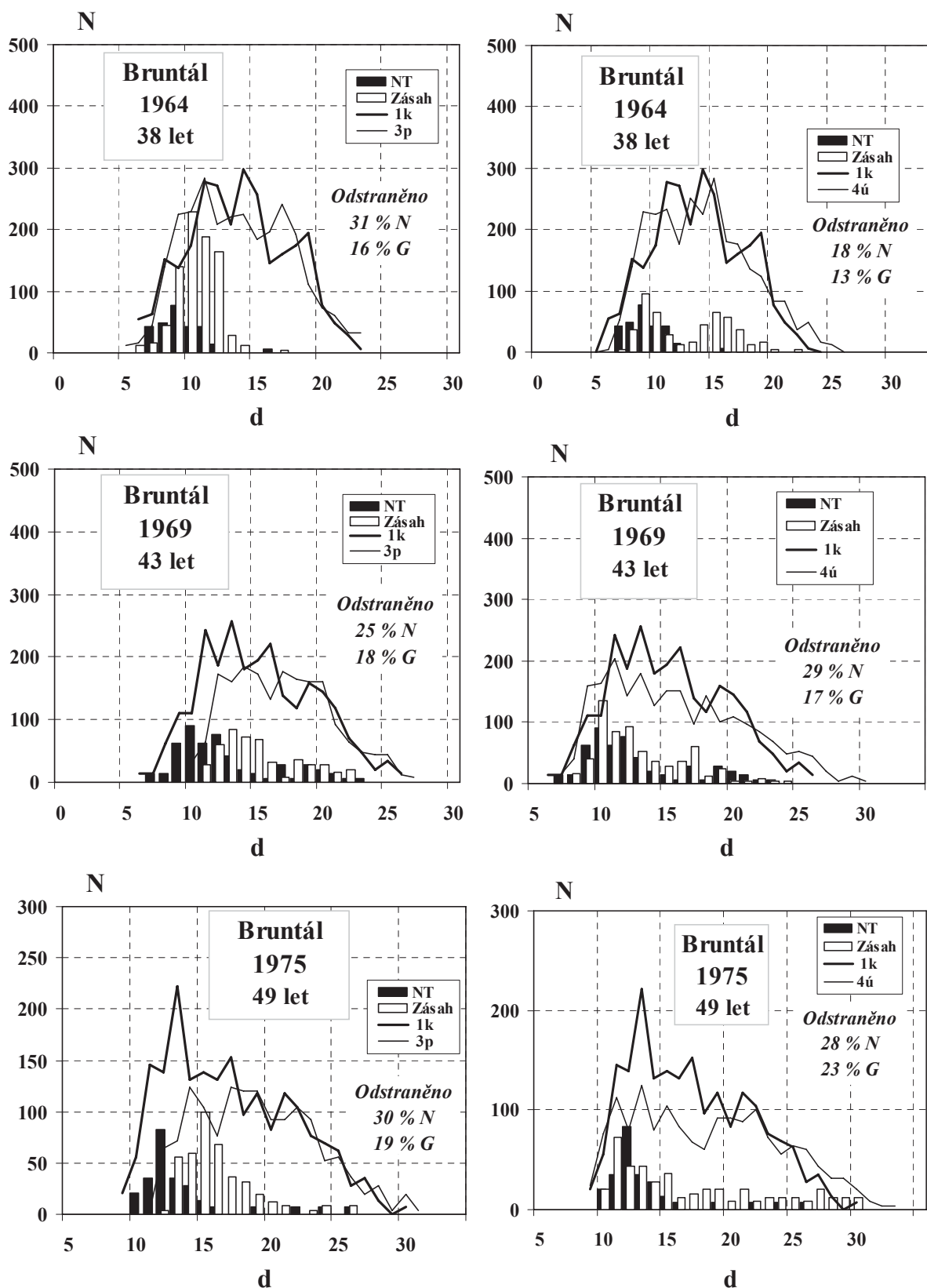
## Počet stromů a výčetní kruhová základna

V průběhu sledování experimentu Bruntál byly ve srovnávacích porostech provedeny celkem tři experimentální výchovné zásahy a to ve věku 38, 43 a 49 let.

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 38 let (1964), bylo v porostu srovnávací plochy 3p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 31 % stromů (N) tvořících 16 % výčetní kruhové základny (G) a v porostu srovnávací plochy 4ú pozitivním výběrem v úrovni odstraněno 18 % stromů (N) tvořících 13 % výčetní kruhové základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3. Patrný je zejména rozdíl mezi průměrnou tloušťkou úmyslně těžných stromů (11,1 cm na variantě 3p a 13,1 cm na variantě 4ú) a průměrnou tloušťkou stromů těžných na ploše 1k nahodile (9,4 cm, tab. 1). Na variantě 4ú jsou v tloušťkové struktuře těžných stromů zřetelné dva vrcholy. Jeden vrchol je totožný s vrcholem struktury nahodile těžných stromů na kontrole, kdežto druhý vrchol (15 cm) odpovídá střední porostní tloušťce (15,4 cm). Podobné (ne tolik výrazné) dva vrcholy tloušťkové struktury těžných stromů se vyskytly také při dalších dvou zásazích a tak lze usoudit, že spolu s pozitivním výběrem v úrovni byly při zásazích odstraňovány také stromy z nižších tloušťkových tříd (většinou jako souše nebo zlomy). V dalším hodnocení nelze již tuto součást oddělit od záměrně těžných stromů a proto jsou výchovné zásahy hodnoceny souhrnně.

Zásahy se opakovaly až do věku 49 let (1975), tedy ještě dvakrát v pěti a šestileté periodě a bylo při nich na variantě 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 25 a 30 % N (18 a 19 % G) a na variantě 4ú pozitivním výběrem v úrovni 29 a 28 % N (17 a 23 % G). Druhý i třetí experimentální zásah v roce byl ovlivněn sněhovým polomem, při kterém bylo na kontrole odebráno 21 a 13 % stromů tvořících 13 a 7 % výčetní kruhové základny.

Na srovnávací ploše 4ú bylo rovněž nutné nejprve odstranit polámané nejlabilnější stromy z nižších stromových tříd a potom teprve zásah dokončit pozitivním výběrem v úrovni. Podíl nahodilé těžby již nelze zpětně přesně určit, nicméně porovnání tloušťkové struktury nahodile těžných stromů na kontrole a na srovnávací ploše s výchovou (obr. 3) naznačuje míru aktivního ovlivnění porostu výchovou.



Obr. 3.

Tloušťková struktura (N - ks.ha<sup>-1</sup>, d - cm) a provedené výchovné zásahy v porovnání s mortalitou (NT - nahodilá těžba) na kontrolní ploše 1 bez zásahu na experimentální řadě Bruntál ve věku 38 - 49 let

Diameter structure and experimental thinning compared with mortality on control plot 1k without thinning on Bruntál experimental series at the age of 38 - 49 years (NT - salvage cut, Zásah - thinning, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, Odstraněno/Removed)

Po třech výchovných zásazích v pěti a šestileté periodě, tj. 11 let po zahájení experimentu (rok 1975, věk 49 let), zůstalo:

- na ploše 1k celkem 1 698 stromů (mortalita 1 032 stromů),
- na ploše 3p celkem 992 stromů (při výchově a nahodile odstraněno 1 732 stromů),
- na ploše 4ú celkem 1 132 stromů (při výchově a nahodile odstraněno 1 580 stromů).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 49 let:

- na ploše 1k – 48,7 m<sup>2</sup> (stejná jako na počátku pokusu),
- na ploše 3p – 37,4 m<sup>2</sup> (pokles o 11,4 m<sup>2</sup>),
- na ploše 4ú – 38,6 m<sup>2</sup> (pokles o 12,2 m<sup>2</sup>).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (po dobu provádění zásahů ve věku 38 – 49 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích na ploše 3p – 14,3 m<sup>2</sup> a na ploše 4ú – 14,8 m<sup>2</sup> a byl tedy o 1,5 a 2,0 m<sup>2</sup> větší než na ploše kontrolní 1k (12,8 m<sup>2</sup>).

Od posledního (třetího) výchovného zásahu ve věku 49 let (1975) se všechny tři porosty výzkumné řady vyvíjely až do roku 2000, kdy byl pokus ukončen, bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Počet stromů se do poslední revize v roce 2000 (věk 74 let) samovolně snížil:

- na ploše 1k na 561 stromů (mortalita 2 169 stromů),
- na ploše 3p na 620 stromů (zásahy 1 732 a mortalita 372 jedinců),
- na ploše 4ú na 568 stromů (zásahy 1 580 a mortalita 564 jedinců).

Mortalita v posledních 25 letech sledování (věk porostů 50 – 74 let) na kontrolní ploše 1 představovala 137 (67 %) jedinců, zatímco na variantách s výchovou 3p a 4ú (prováděnou ve věku 38 – 49 let) bylo v posledních 25 letech nahodile odstraněno 372 a 564 stromů (37 a 50 % stavu hlavního porostu ve věku 49 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na všech srovnávacích plochách, zejména však na kontrolní ploše 1k, při sedmé revizi ve věku 68 let (rok 1994), kdy bylo po poškození větrem odstraněno z kontroly 52 % stromů (46 % výčetní kruhové základny). Na variantách s výchovou 3p a 4ú bylo po tomto větrném polomu odstraněno 23 a 30 % stromů tvořících 21 a 25 % výčetní kruhové základny G.

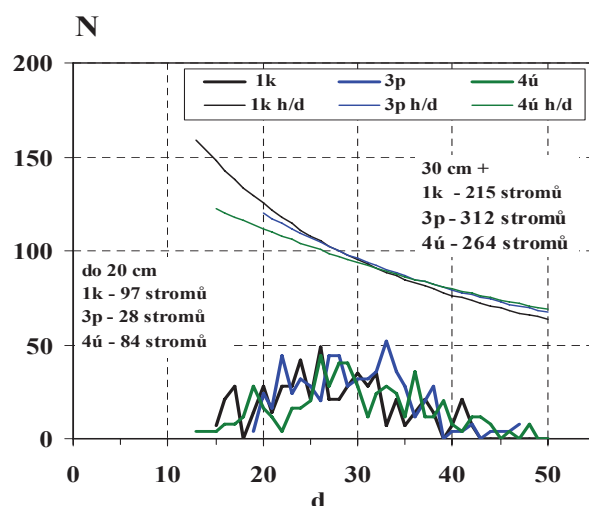
Poškození experimentálního porostu takového rozsahu se během sledování nevyskytlo. Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší pohyboval od 4 do 21 % N tvořících 2 až 13 % G.

Celkově byl na variantách s výchovou 3p a 4ú za období sledování experimentu (38 – 74 let) počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší ve srovnání s kontrolou přibližně šestkrát a čtyřikrát menší a tvořil 37 a 49 % výčetní kruhové základny G sdruženého porostu ve věku 74 let.

Výčetní kruhová základna G sdruženého porostu při poslední revizi ve věku porostu 74 let, tj. 36 let po zahájení experimentu, byla největší na variantě 3p s negativním výběrem v podúrovni (44,9 m<sup>2</sup>), následovala varianta 4ú s pozitivním výběrem v úrovni (41,4 m<sup>2</sup>) a na kontrolní ploše 1k byla výčetní základna nejnižší (dosáhla pouze 35,1 m<sup>2</sup>). Oproti výchozímu stavu se základna na všech třech srovnávacích plochách snížila, na kontrole o 13,6 m<sup>2</sup> a variantách s výchovou 3p a 4ú o 3,9 a 9,4 m<sup>2</sup>.

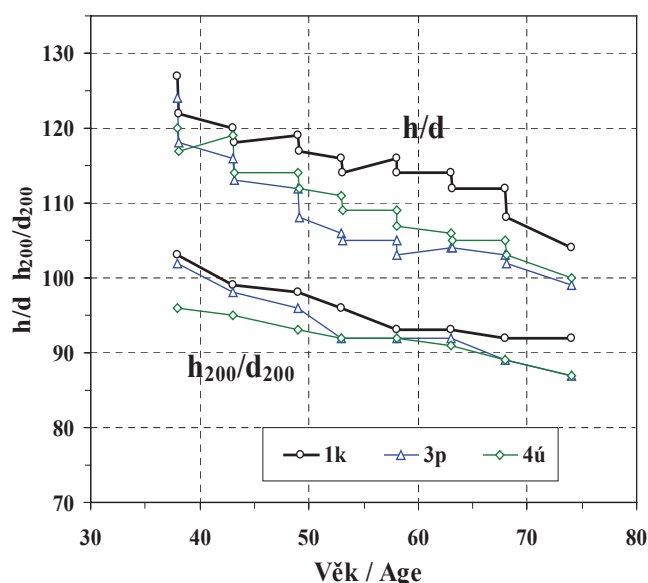
Po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů (tedy včetně souší a polomů) byl periodní přírůst výčetní kruhové základny ve sledovaném období na variantách 3p a 4ú s výchovou 38,3 a 37,9 m<sup>2</sup> a byl tudíž o 1,8 a 1,4 m<sup>2</sup> větší než na kontrole 1k bez výchovy (36,5 m<sup>2</sup>).

Na kontrolní ploše 1k však bylo v průběhu sledování 50,1 m<sup>2</sup> kruhové základny (137 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy,



Obr. 4.

Tloušťková struktura (N - ks.ha<sup>-1</sup>, d - cm) a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Bruntál při poslední revizi v roce 2000 ve věku 74 let. Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Bruntál in 2000 at the age of 74 years (N – number of trees per hectare, d – diameter in cm)



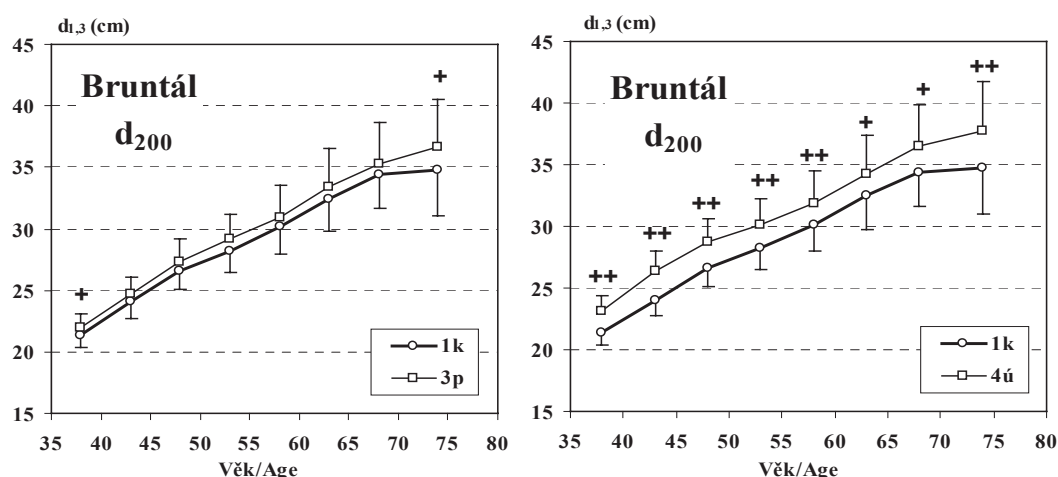
Obr. 5.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (h/d) a horního stromového patra ( $h_{200}/d_{200}$ ) na experimentální řadě Bruntál ve věku 38 - 74 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 Bruntál at the age of 38 – 74 years

zatímco na variantách s výchovou 3p a 4ú zlomy a souše představovaly 16,5 a 20,3 m<sup>2</sup> (43 a 54 % periodního přírůstu).

Po započtení základny G stromů vytěžených při výchovných zásazích (nahodile těžené souše a zlomy na kontrole nebyly započítány) byl přírůst výčetní kruhové základny za období sledování experimentu (věk 38 – 74 let):



Obr. 6.

Vývoj výčetní tloušťky  $d_{200}$  (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Bruntál (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 4ú) v období 1964 - 2004 (věk 38 - 78 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 Bruntál (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 4ú) in the period 1964 - 2004 (age of 38 - 78 years). Significant differences on confidence level  $p \leq 0.05$  (+) and  $p \leq 0.01$  (++) are showed.

- na kontrolní ploše 1k - ztráta - 13,6 m<sup>2</sup>,
- na variantě 3p - 21,8 m<sup>2</sup>,
- na variantě 4ú - 17,6 m<sup>2</sup>.

#### Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu experimentálních porostů byl sledován od roku 1964 do roku 1975, tj. v období, kdy byly prováděny výchovné zásahy, v pěti a šestiletém intervalu vždy k datu vyznačení a provedení zásahů. Na grafech (obr. 3) je znázorněno rozdělení stromů do tloušťkových tříd před provedením zásahů (čárový graf) a vyznačeno jednak umístění výchovného zásahu (bílé sloupce) a jednak mortalita na kontrolní ploše 1k (černé sloupce). Jak je patrné z obr. 3, před zahájením experimentu v roce 1964 (věk porostu 38 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k a 3p téměř identická (bez statisticky signifikantních rozdílů). Porovnání tloušťkové struktury na kontrole a variantě s pozitivním výběrem ukázalo vyšší podíl silnějších stromů na variantě 4ú, avšak rozdíly nebyly na zvolené hladině významnosti ( $p \leq 0,05$ ) signifikantní.

Z umístění výchovných zásahů v porostní struktuře je zřejmé, že charakter negativního výběru v podúrovni na variantě 3p a charakter pozitivního výběru v úrovni na variantě 4ú řady Bruntál byl dodržen při všech třech experimentálních výchovných zásazích. Při úrovnových zásazích pozitivním výběrem bylo potřebné z porostu 4ú odstranit také jednotlivé zlomy a souše především v nižších tloušťkových stupních.

Posun výchovných zásahů s pozitivním výběrem v úrovni, ale i s negativním výběrem v podúrovni, do vyšších tloušťkových stupňů oproti přirozené mortalitě byl patrný při všech provedených zásazích ve věku 38 - 49 let.

Při poslední revizi ve věku 74 let byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 13 do 48 cm (obr. 4). Nejnižší tloušťkové třídy 13 - 20 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štíhlostním kvocientem (159 - 112) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo v přepočtu na 1 hektar těchto jedinců 97. Na srovnávací ploše 4ú s pozitivním výběrem v úrovni byl počet

stromů s výčetní tloušťkou do 20 cm pouze o 13 % nižší (84 jedinců) a na srovnávací ploše 3p s negativním výběrem v podúrovni o 71 % nižší (28 jedinců).

Počet stromů s výčetní tloušťkou 31 cm a více s relativně příznivějším štíhlostním kvocientem (66 - 94) byl naopak nejvyšší na variantě 3p s negativním výběrem v podúrovni (312 jedinců), zatímco na kontrole 1k a na variantě 4ú s pozitivním výběrem v úrovni bylo těchto nejsilnějších a nejstabilnějších jedinců pouze 215 a 264, tj. o 31 a 15 % méně než na ploše 3p s negativním výběrem.

Po 36 letech sledování se však tloušťkové struktury na sledovaných variantách statisticky průkazně nelišily na zvolené hladině významnosti  $p \leq 0,05$ . Určitou výjimkou bylo porovnání variant 1k a 3p, které ukázalo statisticky signifikantní rozdíly na hladině významnosti  $p \leq 0,10$ . Pozitivní efekt výchovy jak úrovnové, tak zejména podúrovnové se na sledované řadě projevil především nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štíhlostním kvocientem. Stromy v nižších tloušťkových stupních, které se při úrovnových výchovných zásazích na variantě 4ú netěžily, byly většinou v průběhu sledování experimentu poškozeny sněhem a nahodile vytěženy při následných revizích.

#### Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem středního kmene a štíhlostním kvocientem horního stromového patra ( $d_{200}$ ) byla od počátku pokusu velmi nepříznivá. Před zahájením experimentu v roce 1964 (věk 38 let) dosahoval štíhlostní kvocient středního kmene hodnot 127 (1k), 124 (3p) a 120 (4ú) a nacházel se ve fázi kulminace (tab. 1, obr. 5). V průběhu sledování byl zaznamenán pokles kvocientu již od druhé revize na všech třech srovnávacích plochách, částečně početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocientem na kontrole a výchovnými zásahy na plochách 3p a 4ú. Za celou dobu sledování štíhlostní kvocient středního kmene poklesl pouze na hodnotu ca 100 na variantě 4ú a na hodnotu 99 na variantě 3p, a to až při poslední revizi ve věku 74 let. Štíhlostní kvocient středního kmene na kontrolní ploše 1k

bez výchovy zůstal přes klesající trend nad hodnotou 100 i v době ukončení experimentu.

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  $h_{200}/d_{200}$  vyrovnané (bez statisticky signifikantních rozdílů) pouze na kontrole 1k a variantě 3p, kde dosahovaly hodnot 103 a 102. Na variantě 4ú se štíhlostní kvocient  $h_{200}/d_{200}$  od počátku signifikantně odlišoval od ostatních dvou ploch zejména v důsledku o 1 až 2 cm větší průměrné výčetní tloušťky  $d_{200}$  stromů horního stromového patra. Na všech třech plochách měl štíhlostní kvocient  $h_{200}/d_{200}$  od počátku sledování klesající trend.

Při poslední revizi v roce 2000 (věk 74 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na ploše 1k na hodnotu 92, zatímco na plochách s výchovou 3p a 4ú až na hodnotu 87, přičemž rozdíly mezi kontrolní plochou 1k a variantami s výchovou 3p a 4ú byly statisticky průkazné.

Z provedené analýzy  $d_{200}$  (průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na hektar) je zřejmé, že výchovné zásahy s negativním výběrem v podúrovni (varianta 3p) vedly na této řadě k signifikantnímu zvýšení tloušťkového přírůstu nejsilnějších kosterních stromů oproti kontrole (obr. 6). Efekt úrovnových zásahů s pozitivním výběrem (varianta 4ú) nemohl být vyhodnocen vzhledem k tomu, že rozdíl v průměrné výčetní tloušťce stromů horního stromového patra ( $d_{200}$ ) byl signifikantní již před zahájením experimentu.

## ZÁVĚRY Z EXPERIMENTU BRUNTÁL

- V období sledování (od věku 38 let) byla výčetní kruhová základna na řadě Bruntál největší na kontrolní ploše 1k, a to až do poškození porostu větrem ve věku 68 let, kdy dosáhla na kontrole 57 m<sup>2</sup>, zatímco na plochách s výchovou 3p a 4ú pouze 51,6 a 49,7 m<sup>2</sup>.
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolní ploše 1k redukován poškozením porostu především větrem. V průběhu sledování však bylo na kontrolní ploše 1k 50,1 m<sup>2</sup> kruhové základny, tj. 137 % přírůstu G (z toho 26,3 m<sup>2</sup> při polomu ve věku 68 let), odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na variantách s výchovou 3p a 4ú zlomy a souše představovaly 16,5 a 20,3 m<sup>2</sup> (43 a 54 % periodního přírůstu).
- Periodní přírůst výčetní kruhové základny (po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů) byl ve sledovaném období ve věku 38 – 74 let na variantách 3p a 4ú s výchovou 38,3 a 37,9 m<sup>2</sup> a byl tudíž o 1,8 a 1,4 m<sup>2</sup> větší než na kontrole 1k bez výchovy (36,5 m<sup>2</sup>).
- Přírůst výčetní kruhové základny (bez nahodile vytěžených stromů) byl za období sledování experimentu (věk 38 – 74 let) na kontrolní ploše 1k záporný, tj. vytvořila se ztráta 13,6 m<sup>2</sup>, zatímco na variantách s výchovou 3p a 4ú dosáhl přírůst G 21,8 m<sup>2</sup> a 17,6 m<sup>2</sup>.
- Pozitivní efekt výchovy jak úrovnové, tak zejména podúrovnové se na sledované řadě projevil především nárůstem počtu stromů ve vyšších tloušťkových stupních s příznivějším štíhlostním kvocientem. Stromy v nižších tloušťkových stupních, které se při úrovnových výchovných zásazích na variantě 4ú netěžily, byly většinou v průběhu sledování experimentu poškozeny sněhem a nahodile vytěženy při následných revizích.
- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocientem byla od počátku pokusu velmi nepříznivá.

Štíhlostní kvocient středního kmene dosahoval ve věku porostu 38 let hodnot 127 (1k), 124 (3p) a 120 (4ú) a nacházel se ve fázi kulminace.

- Za celou dobu sledování štíhlostní kvocient středního kmene poklesl pouze na hodnotu ca 100 na variantě 4ú a na hodnotu 99 na variantě 3p, a to až při poslední revizi ve věku 74 let. Štíhlostní kvocient středního kmene na kontrolní ploše 1k bez výchovy zůstal přes klesající trend nad hodnotou 100 i v době ukončení experimentu ve věku 74 let.
- Štíhlostní kvocient horního stromového patra  $h_{200}/d_{200}$ , který není ovlivněn početními posuny, dosahoval vyrovnaných hodnot 103 a 102 (bez statisticky signifikantních rozdílů) pouze na kontrole 1k a variantě 3p. Na variantě 4ú se štíhlostní kvocient  $h_{200}/d_{200}$  od počátku signifikantně odlišoval od ostatních dvou ploch zejména v důsledku o 1 až 2 cm větší průměrné výčetní tloušťky  $d_{200}$  stromů horního stromového patra. Na všech třech plochách měl štíhlostní kvocient  $h_{200}/d_{200}$  od počátku sledování klesající trend.
- Při poslední revizi v roce 2000 (věk 74 let) klesl štíhlostní kvocient stromů horního patra na ploše 1k na hodnotu 92, zatímco na plochách s výchovou 3p a 4ú až na hodnotu 87, přičemž rozdíly mezi kontrolní plochou 1k a variantami s výchovou 3p a 4ú byly statisticky průkazné.
- Výchovné zásahy negativním výběrem v podúrovni prováděné v porostu srovnávací plochy 3p v letech 1964 až 1975 (věk 38 až 49 let) vedly na této řadě k signifikantnímu zvýšení tloušťkového přírůstu nejsilnějších kosterních stromů.

### 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. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – cíle a metodika. Zprávy lesnického výzkumu, 48, 2003, č. 4, s. 149-152
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Zhodnocení poznatků z 1. série založené v roce 1958. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005a, č. 1, s. 13-17
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J.: Dlouhodobé experimenty s porostní výchovou smrku ztepilého – zhodnocení poznatků z 2. série založené v roce 1960. Zprávy lesnického výzkumu, 50, 2005b, č. 3, s. 173- 178.
- VIEWEGH, J.: Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu smrkových porostů. Zpráva FLE ČZU. Praha, FLE ČZU 2002, 1 CD-ROM.

Tab. 1. Základní údaje o vývoji experimentu Bruntál  
Basic data on Bruntál experimental series

Bruntál	1964 38 let				1969 43 let				1975 49 let				NT 50-67 let	1994 68 let			2000 74 let Sdružený porost	Přírůst 38-74 let	Přírůst -NT	ÚTP 38-49 let
	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost	Sdružený porost	T	T%	Hlavní porost		Sdružený porost	T	T%				
1k	2730	270	10	2460	2460	513	21	1947	1947	249	13	1698	541	1157	596	52	561	0	0	0
3p	2724	836	31	1888	1888	480	25	1408	1408	416	30	992	188	804	184	23	620	0	0	1732
4ú	2712	492	18	2220	2220	640	29	1580	1580	448	28	1132	320	812	244	30	568	0	0	1580
1k	48,7	1,9	4	46,9	53,4	7,1	13	46,3	52,6	3,8	7	48,7	11,0	57,0	26,3	46	30,8	36,5	-13,6	
3p	48,8	8,1	16	41,6	48,9	9,0	18	39,9	46,0	8,6	19	37,4	5,4	51,6	11,1	21	40,5	44,9	38,3	21,8
4ú	50,8	6,7	13	44,9	52,6	8,9	17	43,7	49,9	11,4	23	38,6	7,8	49,7	12,5	25	37,2	41,4	37,9	17,6
1k	15,1	9,4	0	15,6	16,6	13,3	0	17,4	18,5	14,0	0	19,1	0	25,1	23,7	0	26,4	0	8,0	0
3p	15,1	11,1	0	16,8	18,2	15,5	0	19,0	20,4	16,3	0	21,9	0	28,6	27,7	0	28,9	0	10,0	0
4ú	15,4	13,1	0	16,1	17,4	13,3	0	18,8	20,1	18,0	0	20,8	0	27,9	25,5	0	28,9	0	9,5	0
1k	19,1	13,9	0	19,0	20,0	17,6	0	20,5	22,0	18,7	0	22,4	0	28,0	27,3	0	28,7	0	8	0
3p	18,8	15,6	0	19,8	21,0	19,2	0	21,5	22,9	20,3	0	23,7	0	29,3	29,0	0	29,4	0	8,3	0
4ú	18,5	16,9	0	18,9	20,6	17,7	0	21,5	22,9	21,6	0	23,3	0	29,3	28,1	0	29,7	0	8,8	0
1k	127	148	0	122	120	132	0	118	119	134	0	117	0	112	115	0	108	0	104	0
3p	124	141	0	118	116	124	0	113	112	125	0	108	0	103	105	0	102	0	99	0
4ú	120	129	0	117	119	133	0	114	114	120	0	112	0	105	110	0	103	0	100	0
1k	21,4	0	0	0	24,1	0	0	0	26,6	0	0	0	0	34,4	0	0	0	34,8	13,4	0
3p	22,0	0	0	0	24,7	0	0	0	27,3	0	0	0	0	35,3	0	0	0	36,7	14,7	0
4ú	23,1	0	0	0	26,4	0	0	0	28,8	0	0	0	0	36,6	0	0	0	37,7	14,6	0
1k	22,0	0	0	0	23,9	0	0	0	26,0	0	0	0	0	31,8	0	0	0	31,9	9,9	0
3p	22,5	0	0	0	24,3	0	0	0	26,1	0	0	0	0	31,6	0	0	0	32,0	9,5	0
4ú	22,2	0	0	0	25,1	0	0	0	26,8	0	0	0	0	32,5	0	0	0	32,9	10,7	0
1k	103	0	0	0	99	0	0	0	98	0	0	0	0	92	0	0	0	92	0	0
3p	102	0	0	0	98	0	0	0	96	0	0	0	0	89	0	0	0	87	0	0
4ú	96	0	0	0	95	0	0	0	93	0	0	0	0	89	0	0	0	87	0	0

Pozn.: P – přírůst, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba předmítní, Sdružený porost – porost včetně souší, zlomů a stromů vyznačených k těžbě, Hlavní porost – porost po provedení výchovného zásahu a po odstranění souší a zlomů, 1k – kontrolní porost bez výchovy, 3p – srovnávací plocha s negativním výběrem v podúrovni, 4ú – srovnávací plocha s pozitivním výběrem v úrovni, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h/d – stříhlostní kvocient, d<sub>200</sub> – průměrná výčetní tloušťka 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar, h<sub>200</sub>/d<sub>200</sub> – stříhlostní kvocient 200 nejsilnějších stromů na 1 hektar  
Note: P – increment, NT – salvage cut, T – thinning (including the removal of broken and dead trees), ÚTP – planned intermediate cutting, Sdružený porost – before thinning (including dead individuals and trees marked for thinning), Hlavní porost - after thinning (stand after thinning and after removing of dead individuals), 1k – control plot without thinning, 3p – comparative plot with 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 per 1 ha, h<sub>200</sub>/d<sub>200</sub> – quotient of slenderness of 200 thickest trees per 1 ha

## Norway spruce thinning experiment – Series Bruntál (1964)

### Summary

Experimental series Bruntál was founded in forest region 29 – the Nizký Jeseník Mts. in 1964 in 38-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 plot 1k is control plot without designed thinning; comparative plot 3p is the stands with thinning by negative selection from below and comparative plot 4ú is the stand with heavy thinning by positive selection from above. 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 (from the age of 38 years), the basal area on series Bruntál was the biggest on control unthinned plot 1k until the wind damage at the age of 68 years (57.0 m<sup>2</sup>), whereas the basal area on variants with thinning 3p and 4ú represented only 51.6 and 49.7 m<sup>2</sup> at this age (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 38 – 74 years), basal area of 50.1 m<sup>2</sup> (i. e. 137% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plot 1k (from these values 26.3 m<sup>2</sup> were removed by wind damage at the age of 68 years). On the thinned variants 3p and 4ú, snags or breaks represented 16.5 and 20.3 m<sup>2</sup> (i. e. 43 and 54% of basal area increment).
- During the period of observation (age of 38 – 74 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was 38.3 and 37.9 m<sup>2</sup> on thinned plots 3p and 4ú, i. e. about 1.8 and 1.4 m<sup>2</sup> higher than on control unthinned plot 1k (36.5 m<sup>2</sup>).
- Basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 38 – 74 years) was negative, i. e. we found loss of basal area increment 13.6 m<sup>2</sup> on control plot 1k, while the basal area increment on thinned plots 3p and 4ú came up to 21.8 and 17.6 m<sup>2</sup>.
- After 36 years of observation, the effect of thinning (mainly by the negative selection from below) on diameter structure was observed (fig. 3 and 4). On thinned variants 3p and 4ú, 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,  $p \leq 0.10$ ) different on thinned plot 3p compared with control plot at age of 74 years in 2000.
- 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), 124 (3p) and 120 (4ú) at age of 38 years (fig. 5).
- At the last revision (age of 74 years), h/d ratio of mean stem decreased on value ca 100 on variant 4ú and on value 99 on variant 3p only. On control plot 1k, h/d ratio of mean stem (in spite of decreasing trend) did not decrease below the value 100.
- 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 103 and 102 (without significant differences) on variants 1k and 3p, respectively. On comparative variant 4ú,  $h_{200}/d_{200}$  ratio was significantly lower compared with variants 1k and 3p mainly due to higher (about 1 – 2 cm)  $d_{200}$  values. From the beginning of observation,  $h_{200}/d_{200}$  ratio showed decreasing trend on all variants (fig. 5).
- In the last revision (2000, age of 74 years),  $h_{200}/d_{200}$  ratio came down on plots 1k to value 92, whereas this ratio represented the value 87 on both thinned variants 3p and 4ú (differences between control and thinned variants were significant).
- Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was significant on variant 3p only (fig. 6).

Recenzováno