

Marian Slodičák - Jiří Novák, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU SMRKU ZTEPILÉHO - ŽELEZNÁ RUDA II (1969)

Norway spruce thinning experiment - Series Železná Ruda II (1969)

Abstract

Experimental series at Železná Ruda II was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 40-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each. Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented paper is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands during the 35-year period of observation.

Klíčová slova: smrk ztepilý, *Picea abies*, pěstování lesa, 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 poslední řady v této sérii - Železná Ruda II. Ostatní experimentální řady této série byly hodnoceny samostatně v předcházejících příspěvcích. Souhrnné vyhodnocení celé 4. série je obdobně jako u 1. a 2. série (SLODIČÁK, NOVÁK 2005a, b) předmětem samostatného sdělení.

METODIKA

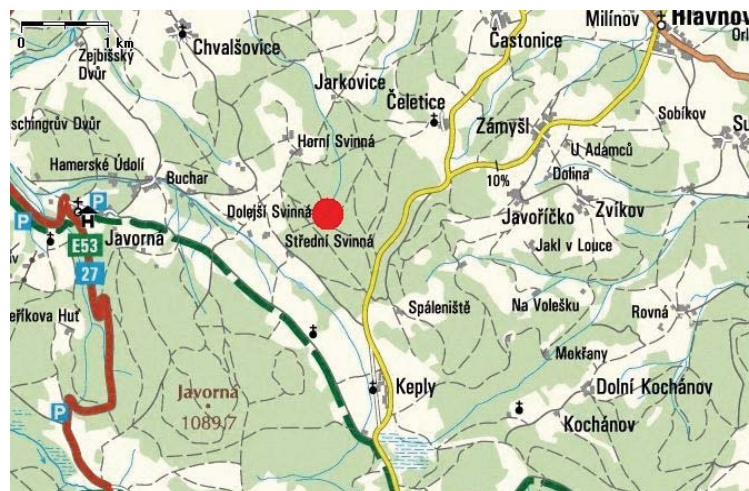
Experimentální řada Železná Ruda II byla založena v lesní oblasti 13 – Šumava v roce 1969 v 40letém smrkovém porostu na LHC Železná Ruda v porostu 239 E2 podle LHP 1987 - 1996. Porosty jsou obhospodařovány LČR, s. p., LS Železná Ruda, revír Javorná.

Zeměpisné souřadnice experimentální řady v systému WGS-84 jsou 13°20'20" v. d., 49°13'18" s. š. Porost se nachází na jihozápadním svahu se sklonem 5 %, v nadmořské výšce 930 m.

Současný porost je plně zapojená smrková kultura v LT 5K1 - kyselá jedlová bučina metlicová (*Abieto-Fagetum acidophilum* – *Avenella flexuosa*). Půdní typ byl charakterizován jako kambizem rankerová. Zařazení do 6. LVS bylo vyloučeno jednak z důvodu indikovaného půdního typu (půda není podzolovaná) a jednak z důvodu chybějícího druhu *Calamagrostis villosa*, který by se v těchto polohách na tomto živinově slabém podloží určitě vyskytl (VIEWEGH 2002).

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

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



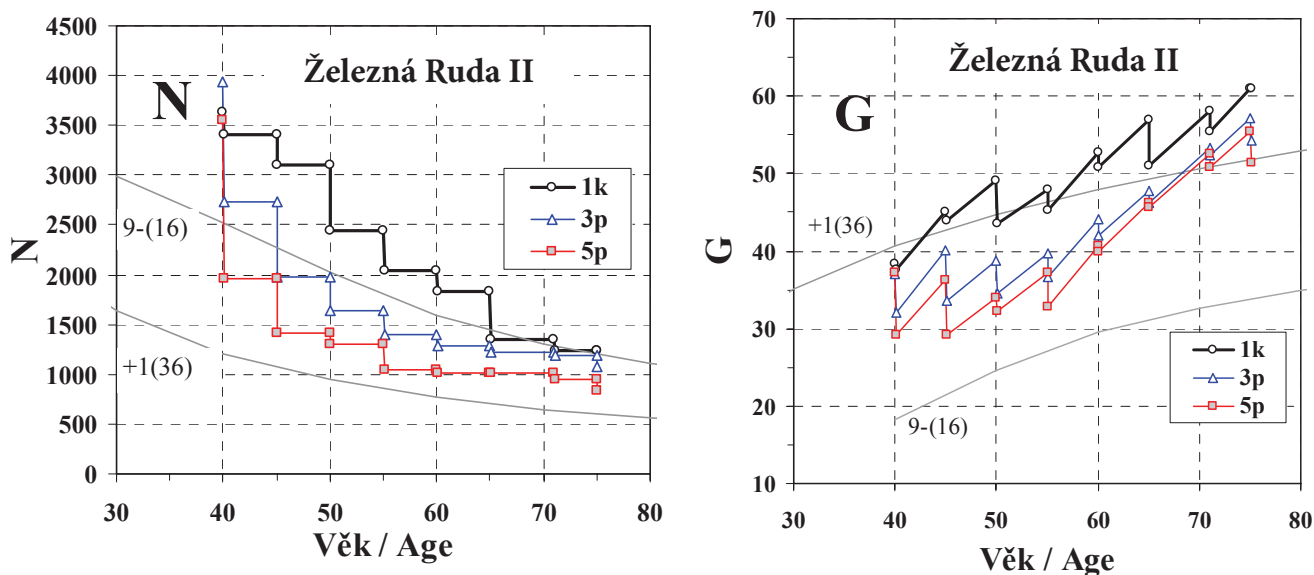
Obr. 1. Umístění experimentálních řad Železná Ruda II (Geobáze® 1997 - 2000) a výřez z obrysové mapy LHC Železná Ruda II, LHP (1987)
 Geographic location (Geobáze® 1997 – 2000) and stand map of experimental series Železná Ruda II on Forest Management Plan (1987)

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

Tab. 1.
Základní údaje o vývoji experimentu Železná Ruda II
Basic data on thinning experiment Železná Ruda II

Železná Ruda II	1969			1974			1979			1984			NT			2004			P 40-75 let	P-NT 40-75 let	ÚTP 40-75 let		
	40 let			45 let			50 let			55 let			56-75 let			75 let							
	Sdružený porost	T	Hlavní porost	Sdružený porost	T	Hlavní porost	Sdružený porost	T	Hlavní porost	Sdružený porost	T	Hlavní porost	Sdružený porost	T	Hlavní porost	Sdružený porost	T	Hlavní porost					
1k	3636	224	6	3412	304	9	3108	3108	672	22	2436	2436	396	16	2040	1240	0	1240	2396	-	-		
3p	3940	1200	31	2740	760	28	1980	1980	348	18	1632	1632	228	14	1404	1192	112	9	1080	212	-	2648	
5p	3552	1592	45	1960	544	28	1416	1416	108	8	1308	1308	256	20	1052	952	116	12	836	100	-	2616	
1k	38,4	0,7	2	37,7	45,1	1,3	33,9	49,1	5,5	11	43,6	48,0	2,6	5	45,4	60,9	0	0	60,9	20,7	43,2	22,5	-
3p	37,1	5,1	14	32,1	40,2	6,5	33,7	38,7	4,1	11	34,6	39,7	3,0	8	36,7	57,1	2,9	5	54,2	4,7	43,4	38,7	21,6
5p	37,2	8,0	22	29,2	36,2	7,1	29,1	34,0	1,8	5	32,3	37,2	4,5	12	32,8	55,4	4,0	7	51,4	3,0	42,6	39,6	25,4
1k	11,6	6,3	-	11,9	13,0	7,3	-	13,4	14,2	10,2	-	15,1	15,8	9,2	-	25,0	-	-	25,0	-	7,7	-	-
3p	11,0	7,3	-	12,2	13,7	10,5	-	14,7	15,8	12,2	-	16,4	17,6	12,9	-	24,7	18,1	-	25,3	-	9,4	-	-
5p	11,6	8,0	-	13,8	15,3	12,9	-	16,2	17,5	14,4	-	17,7	19,0	14,9	-	27,2	21,0	-	28,0	-	11,1	-	-
1k	10,5	6,5	-	10,7	12,1	7,9	-	12,4	13,3	10,8	-	13,8	15,0	10,6	-	15,5	-	-	22,7	-	9,4	-	-
3p	9,7	6,9	-	10,4	12,0	9,8	-	12,6	13,8	11,8	-	14,1	15,4	12,7	-	15,7	-	-	21,1	18,3	-	9,2	-
5p	10,5	8,1	-	11,5	12,9	11,6	-	13,3	14,6	13,5	-	14,7	15,6	13,4	-	16,0	-	-	22,1	19,5	-	9,6	-
1k	90	102	-	90	93	108	-	92	94	106	-	92	95	115	-	92	-	-	91	-	91	-	-
3p	88	94	-	85	88	94	-	86	88	96	-	86	87	98	-	86	-	-	85	101	-	84	-
5p	90	101	-	83	84	90	-	82	84	94	-	83	82	90	-	80	-	-	81	93	-	80	-
1k	20,5	-	-	22,8	-	-	-	24,5	-	-	-	25,5	-	-	-	34,5	-	-	34,5	-	-	14,0	-
3p	18,0	-	-	20,4	-	-	-	22,2	-	-	-	23,9	-	-	-	32,9	-	-	32,9	-	-	14,9	-
5p	20,9	-	-	22,7	-	-	-	23,8	-	-	-	25,5	-	-	-	35,1	-	-	35,1	-	-	14,2	-
1k	14,7	-	-	16,5	-	-	-	17,5	-	-	-	18,7	-	-	-	24,8	-	-	24,8	-	-	10,1	-
3p	13,4	-	-	15,4	-	-	-	16,4	-	-	-	17,9	-	-	-	23,4	-	-	23,4	-	-	10,0	-
5p	14,8	-	-	15,9	-	-	-	16,9	-	-	-	18,2	-	-	-	24,0	-	-	24,0	-	-	9,2	-
1k	72	-	-	73	-	-	-	71	-	-	-	73	-	-	-	72	-	-	72	-	-	-	-
3p	75	-	-	75	-	-	-	74	-	-	-	75	-	-	-	71	-	-	71	-	-	-	-
5p	71	-	-	70	-	-	-	71	-	-	-	71	-	-	-	68	-	-	68	-	-	-	-

Pozn.: P – přírůstek, NT – nahodilá těžba, T – výchovný zásah (případně těžba souší a zlomů), ÚTP – úmyslná těžba přednými, 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 se slabšími podúrovňovými zásahy s negativním výběrem, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, d – výčetní tloušťka středního kmene, h – střední výška, h/d – střední kvocient, d₂₀₀ – průměrná výčetní tloušťka 200 nejtenších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – střední kvocient 200 nejtenších stromů na 1 hektar, h₂₀₀/d₂₀₀ – střední kvocient 200 nejtenších 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), 1k – control plot without thinning, 3p – comparative plot with negative selection from below, 5p – heavy thinning from below, N – number of trees, G – basal area, d – diameter breast height of the mean stem, h – mean height, h/d – quotient of slenderness, d₂₀₀ – diameter of 200 thickest trees, h₂₀₀/d₂₀₀ – quotient of slenderness of 200 thickest trees



Obr. 2.

Vývoj počtu stromů N (ks.ha⁻¹) a výčetní kruhové základny G (m².ha⁻¹) na srovnávacích plochách experimentální řady Železná Ruda II ve věku 40 - 75 let v porovnání s růstovými tabulkami (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

Number of trees (N - trees.ha⁻¹) and basal area (G - m².ha⁻¹) on comparative plots of experimental series Železná Ruda II at the age 40 - 75 years compared with Growth Tables (ČERNÝ, PAŘEZ, MALÍK 1996)

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

PRŮBĚH EXPERIMENTU

V době založení experimentální řady Železná Ruda II v roce 1969 dosáhl věk sledovaných porostů 40 let. Jednalo se o smrkovou monokulturu o hustotě od 3 552 do 3 940 jedinců na 1 hektar s vyrovnanými taxačními parametry (G od 37,1 do 38,4 m², d od 11,0 do 11,6 cm, h od 9,7 do 10,5 m). Výchozí stav porostů před prvními zásahy tak byl na dílčích srovnávacích plochách v rámci řady sledován srovnatelným. Zjištěné rozdíly nebyly signifikantní s výjimkou parametrů horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů na 1 ha) na variantě 3p, kde byla průměrná výčetní tloušťka (a odvozená výška) od počátku signifikantně menší než na kontrole 1k (obr. 7).

Před zahájením experimentu nebyl sledovaný porost vychovávan. Svědčí o tom výrazná tloušťková diference (v porostu se před prvními experimentálními zásahy vyskytovali jedinci s výčetní tloušťkou od 3 do 28 cm, obr. 3).

Počet stromů a výčetní základna

Při prvním výchovném zásahu, provedeném ve věku 40 let, bylo v porostech srovnávacích ploch 3p a 5p negativním výběrem v podúrovni odstraněno 31 a 45 % stromů (N) tvořících 14 a 22 %

výčetní základny (G). Umístění zásahů v porostní struktuře je zřejmé z obr. 3. Patrný je zejména podúrovňový charakter zásahů (průměrná výčetní tloušťka těžných stromů byla na variantách 3p a 5p 7,3 a 8,0 cm, zatímco střední výčetní tloušťka dosahovala 11,0 a 11,6 cm (tab. 1).

Zásahy se opakovaly ještě třikrát do věku 55 let (1984), v pětiletých periodách a bylo při nich na srovnávací ploše 3p odebráno negativním výběrem v podúrovni 28, 18 a 14 % N (16, 11 a 8 % G) a na ploše 5p 28, 8 a 20 % N (20, 5 a 12 % G).

Po čtyřech výchovných zásazích v pětiletých periodách, tj. 15 let po zahájení experimentu (rok 1984, věk 55 let), zůstalo:

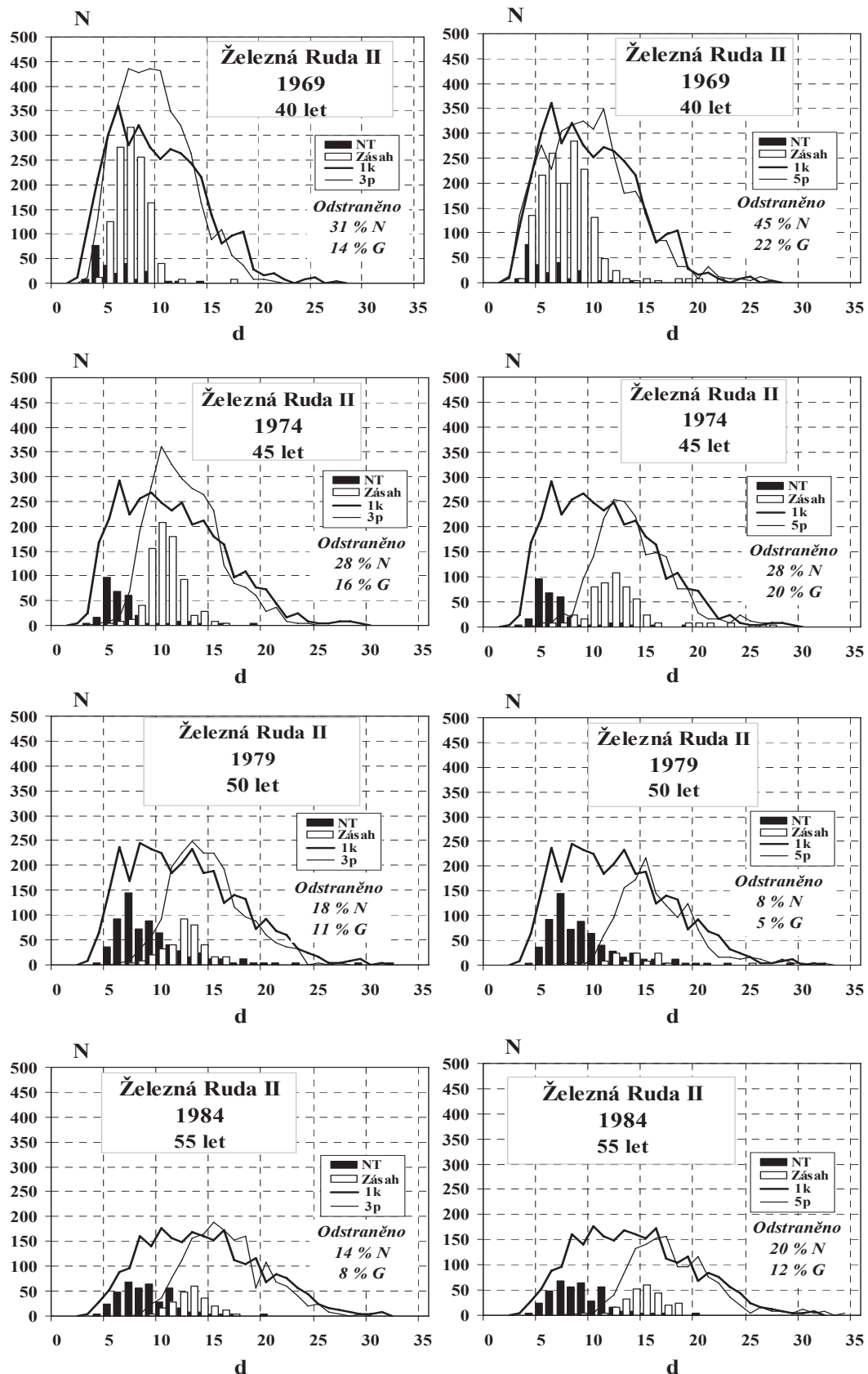
- na variantě 1k celkem 2 040 stromů (mortalita 1 596 stromů, 44 % původního stavu),
- na variantě 3p celkem 1 404 stromů (při výchově odstraněno 2 536 stromů, tj. 64 % N),
- na variantě 5p celkem 1 052 stromů (při výchově odstraněno 2 500 stromů, tj. 70 % N).

Výčetní kruhová základna G dosáhla ve věku 55 let:

- na variantě 1k – 45,4 m² (nárůst o 7,0 m²),
- na variantě 3p – 36,7 m² (pokles o 0,4 m²),
- na variantě 5p – 32,8 m² (pokles o 4,4 m²).

Periodní přírůst na výčetní kruhové základně (ve věku 40 - 55 let) představoval po započtení záměrně vytěžených stromů při výchovných zásazích a nahodilých těžby na kontrole na variantách 3p a 5p – 18,3 a 17,0 m² a byl tedy na variantě 3p o 1,2 m² větší a na variantě 5p o 0,1 m² menší než na kontrole (17,1 m²).

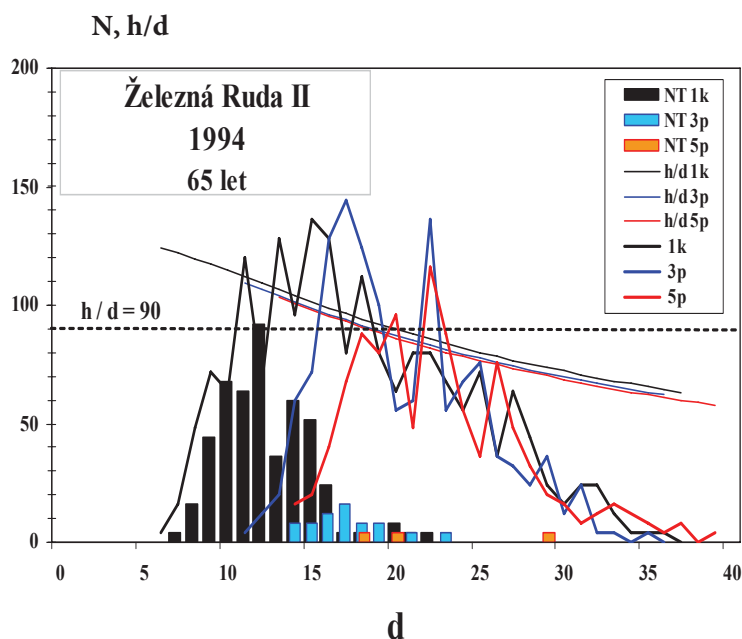
Od čtvrtého výchovného zásahu ve věku 55 let (1984) se všechny tři porosty výzkumné řady Železná Ruda II vyvíjely 20 let až do roku 2004 bez záměrného ovlivňování. Odstraňovaly se pouze souše a nahodile vznikající polomy a vývraty. Ve věku 75 let byly na této řadě provedeny další výchovné zásahy, při kterých bylo z porostu 3p odstraněno 9 % N (5 % G) a z porostu 5p 12 % N (7 % G). Tyto zásahy byly provedeny podle stejného klíče jako zásahy v letech 1969 až 1984, tj. varianta 3p slabší podúrovňové zásahy a varianta 5p silnější



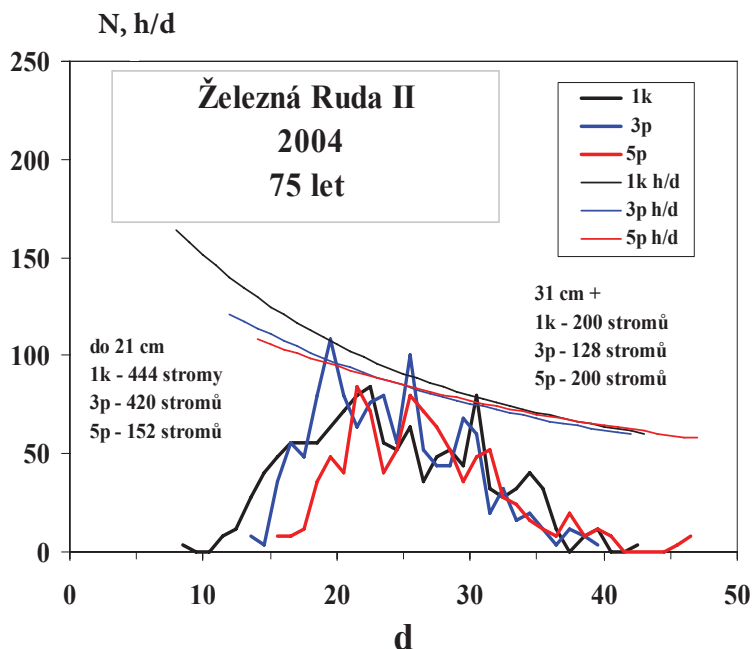
Obr. 3.

Tloušťková struktura a provedené výchovné zásahy na variantách 3p (vlevo) a 5p (vpravo) v porovnání s mortalitou na kontrolní ploše 1k bez zásahu na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 40 - 55 let (NT - nahodilá těžba, N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)

Diameter structure and experimental thinning on variant 3p (left) and variant 5p (right) compared with mortality on control plot 1k without thinning on Železná Ruda II experimental series at the age of 40 - 55 years (NT - salvage cut, Zásah - thinning, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, Odstraněno/Removed)



Obr. 4. Tloušťková struktura, štíhlostní kvocient (h/d) a poškození kontrolní plochy na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 65 let (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)
Diameter structure, h/d ratio and damage by snow and wind on control plot of Železná Ruda II experimental series at the age of 65 years (NT - salvage cut, N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, h/d - quotient of slenderness)



Obr. 5. Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient (h/d) podle tloušťkových stupňů na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 75 let při poslední revizi v roce 2004 (N - počet stromů na 1 ha, d - tloušťka v cm)
Diameter structure and h/d ratio for diameter classes on experimental series Železná Ruda II at the age of 75 years (N - number of trees per hectare, d - diameter in cm, h/d - quotient of slenderness)

podúrovňové zásahy. Vzhledem k věku sledovaných porostů byly tyto zásahy již částečnou přípravou k obnově.

Počet stromů se do poslední revize v roce 2004 (věk 75 let) snížil:

- na variantě 1k na 1 240 stromů (mortalita ve věku 40 - 75 let 2 396 jedinců),
- na variantě 3p na 1 080 stromů (zásahy 2 648 a mortalita 212 jedinců),
- na variantě 5p na 836 stromů (zásahy 2 616 a mortalita 100 jedinců).

Mortalita v posledních 20 letech sledování (věk porostů 56 - 75 let) představovala na kontrolní ploše 800 (39 %) jedinců, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s negativním výběrem v podúrovni bylo ve stejném období nahodile odstraněno 212 a 100 stromů (tj. ca 15 a 10 % stavu hlavního porostu ve věku 55 let).

Největší úbytek stromů byl zaznamenán na kontrolní ploše 1k při šesté revizi ve věku 65 let (1994), kdy ubylo po sněhovém polomu 26 % počtu (480 stromů) a 10 % základny G (5,9 m²). Poškozeny a následně odstraněny byly hlavně stromy v nejnižších tloušťkových stupních 7 - 29 cm. Až na výjimky se jednalo o stromy se štíhlostním kvocientem nad 90 (obr. 4). Poškození experimentálního porostu podobného rozsahu (11 % G, tj. 5,5 m²) se během sledování vyskytlo ještě jednou při třetí revizi ve věku 50 let (1979).

Při ostatních revizích se podíl poškozených stromů a souší na kontrole pohyboval od 6 do 16 % N tvořících 2 až 5 % G.

Celkově tvořil počet nahodile vytěžených poškozených stromů a souší za období sledování experimentu (40 - 75 let) na variantě 3p ca jednu desetinu a na variantě 5p méně než jednu dvacetinu počtu stromů nahodile vytěžených na kontrole.

Výčetní základna G byla po celou dobu sledování největší na kontrolní ploše 1k (obr. 2) a již od druhé revize ve věku 45 přesahovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m).

Výčetní základna G experimentálních porostů 3p a 5p se po výchovných zásadách ve věku 40 až 55 let udržovala přibližně v rozpětí 30 až 40 m². Přírůst na výčetní základně na variantě 3p téměř vyrovnával základnu odstraňovanou výchovnými zásahy (celkem vytěženo 18,7 m², periodní přírůst 18,3 m²), varianta 5p se silnějšími zásahy způsobila v tomto období pokles základny o 4,4 m² (celkem vytěženo 21,4 m², periodní přírůst 17,0 m²). Po ukončení výchovy v následujících 20 letech základna na variantách 3p a 5p rovněž vzrostla nad tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m) a přiblížila se výčetní základně kontroly.

Polom, který ve věku 65 let postihl kontrolní porost (odstraněno 10 % G), se na variantách s výchovou 3p a 5p vyskytl pouze v omezené míře (3 % a 1 % G).

Před obnovením výchovy ve věku 75 let dosáhla základna G na variantách 3p a 5p 57,1 a 55,4 m², tj. 94 a 91 % kontroly (60,9 m²).

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 0,2 m² menší než na variantě 3p a o 0,6 m²

větší než na variantě 5p (43,2 m² na kontrole a 43,4 a 42,6 m² na plochách 3p a 5p). Na kontrolní ploše 1k bylo v průběhu sledování 20,7 m² kruhové základny (48 % přírůstu) odstraněno jako souše a zlomy, zatímco na srovnávacích plochách 3p a 5p s výchovou zlomy a souše představovaly pouze 4,7 a 3,0 m² (11 a 7 % 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 40 – 75 let):

- na kontrolní ploše 1k 22,5 m²,
- na srovnávací ploše 3p 38,7 m²,
- na srovnávací ploše 5p 39,6 m².

Tloušťková struktura

Efekt výchovy na tloušťkovou strukturu porostů byl sledován od roku 1969 do roku 1984, tj. v období, kdy byly prováděny experimentální výchovné zásahy, 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 1969 (věk porostu 40 let) byla tloušťková struktura na srovnávacích plochách 1k a 5p řady Železná Ruda II téměř identická (signifikantně shodná). Srovnávací plocha 3p se lišila od předchozích dvou ploch především vyšším zastoupením stromů v tloušťkových stupních 8 až 13 cm, kterých bylo na kontrole a ploše 5p 1 664 a 1 856, zatímco na variantě 3p 2 400 (rozdíly v rozdělení četností v tloušťkových třídách mezi variantami 1k a 3p však nebyly statisticky průkazné). Tloušťková struktura na všech třech plochách byla levostranně asymetrická.

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

Pěstební zásahy v roce 2004 (věk 75 let) byly provedeny podle stejných principů jako experimentální výchovné zásahy na počátku experimentu, tj. negativním výběrem v podúrovni s odstupňovanou intenzitou (3p slabší a 5p silnější).

Při poslední revizi ve věku 75 let (2004) byly v experimentálních porostech zastoupeny stromy o tloušťce od 8 do 47 cm (obr. 5).

Nejnižší tloušťkové třídy 9–21 cm s nejvyšším a nejméně příznivým štíhlostním kvocieniem (93–158) byly nejvíce zastoupeny na kontrolní ploše 1k bez výchovy, kde bylo těchto jedinců v přepočtu na 1 hektar 444. Na variantě 3p sice chyběly stromy tloušťkových stupňů 9 až 13 cm, celkový počet jedinců do stupně 21 cm však byl pouze o 5 % nižší než na kontrole (420 stromů). Na variantě 5p tvořilo zastoupení stromů s výčetní tloušťkou do 21 cm pouze 34 % kontroly (152 stromů).

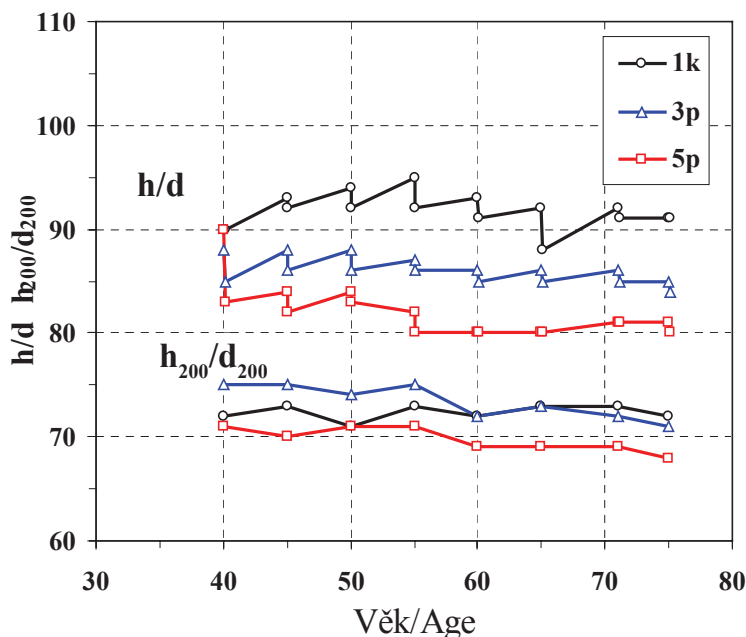
Počet silnějších stromů s výčetní tloušťkou 31 cm a více s příznivějším štíhlostním kvocieniem (58–78) byl na této výzkumné řadě stejný na kontrole a variantě 5p (200 stromů). Nejnižší počet těchto stromů (pouze 128) byl přes provedené výchovné zásahy sledován na variantě 3p, která se tloušťkovou strukturou odlišovala již na počátku experimentu.

Positivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných variantách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších tloušťkových stupňů, patrným především na variantě 5p. Nárůst počtu silnějších stromů s příznivějším štíhlostním kvocieniem nebyl na této výzkumné řadě na variantách s výchovou zaznamenán.

Z porovnání tloušťkových struktur v roce 2004 (věk 75 let) vyplývají signifikantní rozdíly mezi variantami s výchovou v porovnání s kontrolní variantou (3p i 5p se průkazně liší od 1k).

Statická stabilita

Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocieniem středního kmene a štíhlostním kvocieniem horního stromového patra (d_{200}) byla na počátku pokusu relativně příznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štíhlostní kvocien středního kmene hodnot 90 (1k a 5p) a 88 (3p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 95 při čtvrté revizi ve věku 55 let (tab. 1, obr. 6). V dalším období štíhlostní kvocien středního kmene na kontrole klesal, především početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocieniem (obr. 4, tab. 1).



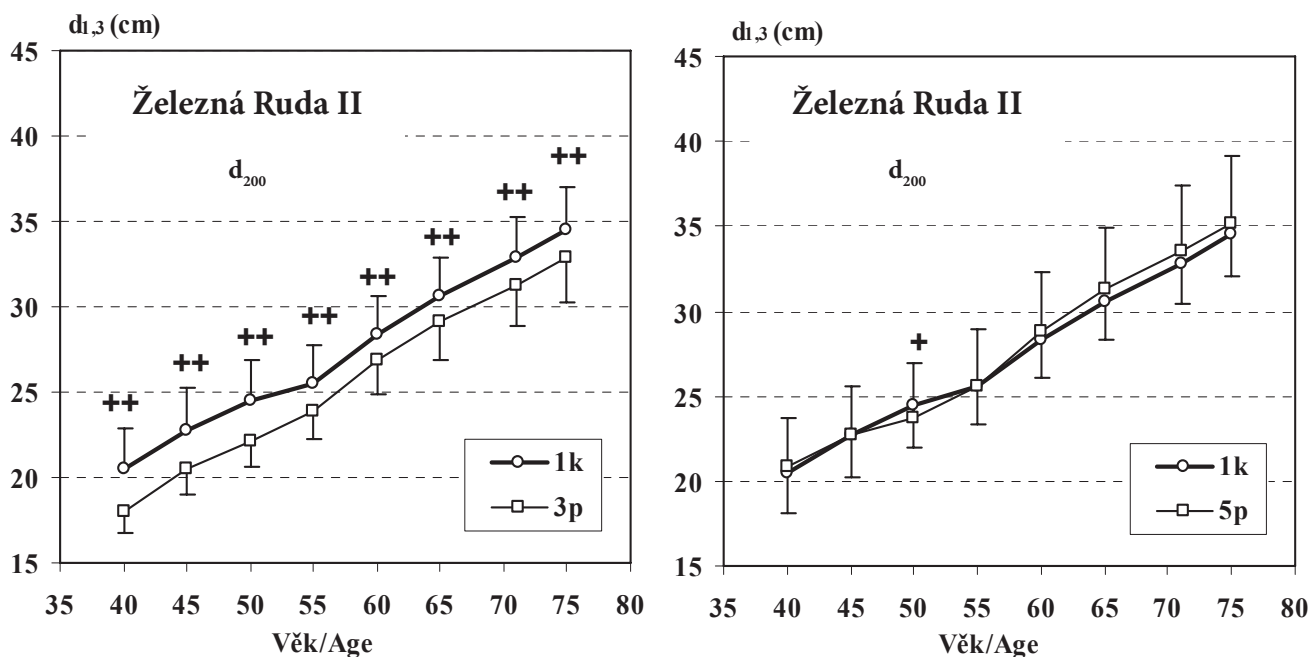
Obr. 6.

Vývoj štíhlostního kvocienu středního kmene (h/d) a horního stromového patra (h_{200}/d_{200}) na experimentální řadě Železná Ruda II ve věku 40 - 75 let

Development of quotient of slenderness of mean stem (h/d) and upper tree story (200 thickest trees per hectare – h_{200}/d_{200}) on experimental series Železná Ruda II at the age of 40 - 75 years

Na plochách s výchovou byl zaznamenán pokles kvocienu již od počátku sledování. Na variantě 5p 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.

Při poslední revizi ve věku 75 let klesl štíhlostní kvocien na kontrole na hodnotu 91 a na variantách se zásahy 3p a 5p na hodnoty 85 a 81.



Obr. 7.

Vývoj výčetní tloušťky d_{200} (se směrodatnými odchylkami) dominantních stromů (200 nejsilnějších jedinců na 1 hektar) na výzkumné řadě Železná Ruda II (porovnání variant 1k, 3p a 1k, 5p) v období 1969 - 2004 (věk 40 - 75 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 Železná Ruda II (comparison between variants 1k, 3p and 1k, 5p) in the period 1969 - 2004 (age of 40 - 75 years). Significant differences on confidence level $p \leq 0.05$ (+) and $p \leq 0.01$ (++) are showed.

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 štihlостního kvocientu h_{200}/d_{200} vyrovnané bez statisticky signifikantních rozdílů mezi variantami 1k a 5p. Štihlостní kvocient horního stromového patra zde dosahoval hodnot 72 a 71.

Varianta 3p se od počátku sledování lišila také vyšším kvocientem h_{200}/d_{200} , zejména v důsledku signifikantně nižší výčetní tloušťky stromů horního stromového patra (200 nejsilnějších stromů na hektar) po celou dobu sledování (obr. 7).

Štihlостní kvocient horního stromového patra na všech třech sledovaných variantách výchovy měl od počátku sledování mírně klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 75 let) klesl štihlостní kvocient stromů horního patra na variantách 1k, 3p a 5p na hodnoty 72, 71 a 68, přičemž signifikantní rozdíly na ($p \leq 0,05$) byly shledány pouze mezi variantami 3p a 5p.

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 1969 až 1984 (věk 40 až 55 let) se neprojevily signifikantně zvýšeným tloušťkovým přírůstem nejsilnějších kosterních stromů na variantách s výchovou (obr. 7).

ZÁVĚRY Z EXPERIMENTU ŽELEZNÁ RUDA II

- V období sledování (ve věku 40 až 75 let) byla výčetní základna na řadě Železná Ruda II největší na kontrolní ploše 1k bez zásahu a již od druhé revize ve věku 45 přesahovala tabulkové hodnoty pro bonitu +1 (36 m). Při poslední revizi ve věku 75 let dosáhla základna na kontrole 60,9 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhla ve stejném věku 57,1 a 55,4 m².
- Nárůst výčetní kruhové základny G byl na kontrolní ploše 1k redukován poškozením porostu především sněhem. V průběhu sledování bylo na kontrole odstraněno jako souše a zlomy 20,7 m² kruhové základny, tj. 48 % přírůstu G (z toho 5,9 m² při polomu ve věku 65 let). Na variantách s výchovou 3p a 5p zlomy a souše představovaly pouze 4,7 a 3,0 m² (11 a 7 % periodního přírůstu G).
- Periodní přírůst výčetní základny G po započtení výčetní kruhové základny všech vytěžených stromů včetně souší a polomů byl ve sledovaném období ve věku 40 - 75 let na kontrole 1k bez výchovy o 0,2 m² menší než na variantě 3p a o 0,6 m² větší než na variantě 5p (43,2 m² na kontrole a 43,4 a 42,6 m² na plochách 3p a 5p).
- Periodní přírůst výčetní základny G bez nahodile vytěžených stromů byl za období sledování experimentu (věk 40 - 75 let) na kontrolní ploše 1k 22,5 m², zatímco na variantách s výchovou 3p a 5p dosáhl přírůst G 38,7 a 39,6 m².
- Pozitivní efekt výchovy negativním výběrem v podúrovni se na sledovaných variantách projevil především poklesem počtu nejlabilnějších stromů nižších tloušťkových stupňů, patrným

především na variantě 5p. Nárůst počtu silnějších stromů s příznivějším štíhlostním kvocieniem nebyl na této výzkumné řadě na variantách s výchovou zaznamenán.

- Statická stabilita experimentálních porostů posuzovaná štíhlostním kvocieniem byla na počátku pokusu relativně příznivá. Před zahájením experimentu v roce 1969 dosahoval štíhlostní kvocien středního kmene hodnot 90 (1k a 5p) a 88 (3p) a nacházel se ještě ve vzestupné fázi, která kulminovala na kontrolní ploše hodnotou 95 při čtvrté revizi ve věku 55 let.
- V dalším období štíhlostní kvocien středního kmene na kontrole klesal, především početními posuny v důsledku mortality stromů s nejvyšším kvocieniem. Na variantě 5p se silnějšími podúrovňovými zásahy byl pokles po kulminaci výraznější v důsledku větších početních posunů po odstranění převážně nejslabších stromů při výchovných zásazích, které byly většinou silnější než na variantě 3p.
- Při poslední revizi ve věku 75 let klesl štíhlostní kvocien středního kmene na kontrole na hodnotu 91 a na variantách se zásahy 3p a 5p na hodnoty 85 a 81.
- Štíhlostní kvocien horního stromového patra h_{200}/d_{200} , který není ovlivněn početními posuny, měl na všech třech sledovaných variantách výchovy od počátku sledování mírně klesající trend. Při poslední revizi v roce 2004 (věk 75 let) klesl štíhlostní kvocien stromů horního patra na variantách 1k, 3p a 5p na hodnoty 72, 71 a 68.
- 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 1969 až 1984 (věk 40 až 55 let) se neprojevily signifikantně zvýšeným tloušťkovým přírůstkem nejsilnějších kosterních stromů na variantách s výchovou.

Poděkování:

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

LITERATURA

- ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z.: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky. (Smrk, borovice, buk, dub.) Jilové u Prahy, IFER 1996. 245 s.
- Geobáze® 1997 – 2000: Česká republika 1 : 100 000. Digitální mapa. Česká Lípa, Geodézie ČS, a. s., 2000. 1 CD-ROM.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, East Publishing 1998. 839 s.
- PAŘEZ, J.: Návrh postupu při zakládání, sledování a vyhodnocování trvalých pokusných ploch se zvláštním zřetelem k pokusným plochám probírkovým a výnosovým. Jiloviště-Strnady, VÚLHM 1958. 248 s.
- 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, 2002, 1 CD-ROM.

Norway spruce thinning experiments – Series Železná Ruda II (1969)

Summary

Experimental series at Železná Ruda II was founded in forest region 13 – the Šumava Mts. in 1969 in 40-year old Norway spruce stands as the parts of the fourth group of thinning series. The series consists of three comparative plots with dimensions 50 m x 50 m, i. e. 0.25 ha each (fig. 1). Comparative plots 1k are control plots without designed thinning; comparative plots 3p and 5p are the stands with thinning by negative selection from below (3p lower and 5p higher intensity). Presented study is oriented on evaluation of basal area development, diameter structure and static stability of investigated stands. After analyses of the results from the 35-year period of observation, we can draw following conclusions:

- In the period of observation (age of 40 - 75 years), the basal area on series Železná Ruda II was the biggest on control unthinned plot 1k and from the second revision at the age of 45 years this basal area exceeded values from the Growth Tables (ČERNÝ et al. 1996) for the best site index +1 (36 m). In the last revision at the age of 75 years, the basal area represented 60.9 m² on control 1k, whereas on variants with thinning 3p and 5p 57.1 and 55.4 m², respectively (fig. 2, tab. 1).
- Basal area increment was reduced on control unthinned plots by the snow damage mainly. During the period of observation (age of 40 – 75 years), basal area of 20.7 m² (i. e. 48% of basal area increment) was removed as snags or breaks on control plot 1k (from these values 5.9 m² was removed by snow damage at the age of 65 years – fig. 5). On the thinned variants 3p and 5p, snags or breaks represented 4.7 and 3.0 m² (i. e. 11 and 7% of basal area increment).
- During the period of observation (age of 40 – 75 years), periodic basal area increment (including planned and salvage cutting) was on control plot about 0.2 m² lower than on variant 3p and about 0.6 m² higher than on variant 5p (43.2 m² on control and 43.4 and 42.6 m² on thinned plots 3p and 5p).
- Basal area increment excluding salvage cut during the period of observation (age of 40 – 75 years) was 22.5 m² on control plot 1k while the basal area increment on thinned plots 3p and 5p came up to 38.7 and 39.6 m².
- After 35 years of observation, the effect of thinning by the negative selection from below on diameter structure was observed (fig. 3, 4 and 5). On thinned variant 3p and on variant 5p mainly, abundance of small-sized individuals (diameter classes up to 21 cm) decreased compared with control unthinned plots 1k. Increase in abundance of thickest trees (diameter classes over 31 cm) on thinned variants was not detected on this series. Diameter distribution was significantly (by the Kolmogorov-Smirnov two sample tests) different on thinned plots 3p and 5p compared with control plot at the age of 75 years in 2004.
- Static stability characterized by h/d ratio was relatively favourable from the beginning of observation. The h/d ratio of mean stem achieved the values 90 (1k and 5p) and 88 (3p) at the age of 40 years (fig. 6). This ratio culminated with peaks on values 95 on control unthinned plot at the age of 55 years (fourth revision).
- In following period, h/d ratio of mean stem decreased on control plot, partly as a result of mortality of thin unstable individuals. On heavy thinned plot (5p) with negative selection from below, decreasing of h/d ratio after culmination was more substantial, mainly as a result of removing thin trees by thinning, which was mostly heavy compared with variant 3p.
- In the last revision at the age of 75 years, h/d ratio of mean stem decreased on the value 91 on control plot 1k and on the values 85 and 81 on thinned plots 3p and 5p.
- Quotient of slenderness of dominant trees h_{200}/d_{200} (200 thickest individuals per hectare), which is not influenced by trees number shift, showed slightly decreasing trend on all variants from the beginning of observation (fig. 6). In the last revision (2004, age of 75 years), h_{200}/d_{200} ratio came down on plots 1k, 3p and 5p to values 72, 71 and 68, respectively.
- Effect of thinning on increase of diameter of dominant trees (200 thickest individuals per hectare) was insignificant during the period of observation. Thinning by negative selection from below realized at the age of 40 – 55 years (1969 – 1984) did not support significantly higher diameter increment of dominant trees on thinned variants (fig. 7).

Recenzováno