

EXPERIMENT S POROSTNÍ VÝCHOVOU BOROVICE LESNÍ - STRÁŽNICE II (1962)

SCOTS PINE THINNING EXPERIMENT - STRÁŽNICE II (1962)

DAVID DUŠEK - MARIAN SLODIČÁK - JIŘÍ NOVÁK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v .v. i., VS Opočno

ABSTRACT

The Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands occupy about 17% of the forests area of the Czech Republic. In order to find out the effect of positive selection from above on growth and development of Scots pine stands, the experiment was founded in 25-year old even-aged stand in 1962. The stand lies in south part of Moravia near Bzenec village at an altitude of 205 m above sea level. Geological bed is sand, soil type was determined as haplic podzol arenic, forest type group was determined as nutrient-poor pine-oak (*Pineto-Quercetum oligotrophicum arenosum*). Research was done on two comparative plots: control plot without thinning and thinned plot with positive selection from above. The data were collected from 1962 to 2008 every fifth year. The results showed that thinning led to higher diameter of mean stem and dominant trees and also higher stand volume. Thinning also favourably influenced stability of the stand, whereas disintegration of control plot started after the age of fifty years.

Klíčová slova: borovice lesní, porostní výchova, úrovněová probírka

Key words: Scots pine, thinning, selection from above

ÚVOD

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je v dřevinné skladbě lesů České republiky zastoupena 17 % (Zpráva 2008) a je tak po smrku naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Biologické vlastnosti borovice a požadavky na její pěstění mají více shodných znaků s listnatými dřevinami než s dřevinami jehličnatými (PEŇÁZ 1991). V porovnání se smrkem jsou možnosti změny prostředí borových porostů výchovným zásahem a přírůstová reakce borovice na tyto zásahy méně jasné (CHROUST 1977). Zásahy velké intenzity mohou negativně ovlivnit přírůst a vést ke ztrátě na celkové objemové produkci. Nebezpečí přírůstových ztrát vzniká zejména při snižování výčetní kruhové základny ve středním věku (ASSMANN 1968). Naopak zásahy slabé intenzity mohou negativně ovlivnit ekologické charakteristiky uvnitř porostů (především vodní bilanci zvýšenou intercepce). Cílem výchovy borových porostů je především zvýšení jejich kvality a odolnosti vůči stresovým faktorům vhodnou úpravou porostního prostředí (SLODIČÁK, NOVÁK 2007).

Experiment Strážnice II byl založen za účelem získání poznatků o vhodném způsobu výchovy borových porostů. Cílem bylo zjistit, jak úrovněová probírka ovlivňuje vývoj a růst porostu v porovnání s porostem nevychovaným – kontrolním. Pozornost byla zaměřena na změny a vývoj tloušťkové struktury, výčetní tloušťky středního kmene a tloušťky kmenů horního stromového patra, výčetní kruhové základny, počty stromů, výšky a štíhlostního kvocientu.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment Strážnice II byl založen v roce 1962, ve věku porostu 25 let, tj. ve fázi, která se v této době pokládala za optimální pro zahájení výchovy v borových porostech. Plocha se nachází na jižní Moravě v katastrálním území Bzenec (souřadnice 34°55'02", 48°56'37") v nadmořské výšce 205 m, geologický podklad tvoří váte písků, půdním typem je arenický podzol, lesní typ byl určen jako IM4 (VIEWEGH 2002). Průměrné roční srážky se pohybují v rozmezí 501 - 550 mm, průměrná roční teplota v rozmezí 8,6 - 9,0 °C. Experimentální řadu tvoří dvě dílčí srovnávací plochy, každá o velikosti 50 × 50 m, tj. 0,25 ha. Obě plochy byly dále rozčleněny do pěti podploch o výměře 0,05 ha pro účely statistického vyhodnocení. Srovnávací plocha K je kontrolní, bez výchovy. Odstraňují se pouze souše a případné vývraty či zlomy. Srovnávací plocha Z slouží ke sledování vlivu úrovněových zásahů s pozitivním výběrem.

Již před založením experimentu byly v porostu prováděny provozní výchovné zásahy, ale údaje o charakteru těchto zásahů neexistují. Taxační charakteristiky obou variant byly na počátku experimentu srovnatelné. Prvním experimentálním zásahem ve věku 25 let (1962) byl hektarový počet stromů na variantě Z snížen z 3 840 ks na 3 428 ks (tj. o 11 %), což představovalo redukcii na výčetní kruhové základně o ca 14 %. Tloušťka středního kmene těženého porostu byla 11,0 cm oproti 9,5 cm tloušťky středního kmene porostu hlavního. Druhým zásahem ve věku 30 let bylo odstraněno 13 % počtu stromů a 10 % výčetní kruhové základny. Tloušťka středního kmene těženého porostu činila 9,4 cm oproti 11,1 cm tloušťky středního kmene porostu hlavního. Při tomto

zásahu byly také odstraněny souše, ale jejich odlišení od úmyslné těžby již nebylo na základě dochovaných záznamů možné. Třetím zásahem ve věku 35 let (1972) bylo odebráno 40 % počtu stromů a 28 % výčetní kruhové základny. Tímto zásahem byli uvolněni nadějní jedinci v počtu 600 ks.ha⁻¹ tak, aby měli úplně volné koruny. Tloušťka středního kmene těženého porostu činila 10,2 cm, tloušťka středního kmene porostu hlavního 13,1 cm. Při zásahu byly rovněž odstraňovány souše z podúrovně. K dalšímu uvolňování vybraných stromů již nedošlo a v dalších letech byly odstraňovány pouze souše a případné vývraty nebo zlomy. Na obou variantách byly v ca pětiletých intervalech měřeny výčetní tloušťky průměrkou ve dvou kolmých směrech na vyznačeném měřišti s přesností na 1 mm. Dále byly pomocí výškoměru Blume-Leiss měřeny výšky minimálně třiceti reprezentativních stromů napříč celým tloušťkovým spektrem. Pro výpočet výškových křivek byla použita funkce podle Näslunda (NÄSLUND 1937) $h = (d^2/(\beta_0 + \beta_1 \times d^2)) + 1,3$, kde h je výška stromu, d je výčetní tloušťka a β_0 a β_1 jsou regresní koeficienty. Za stromy horního stromového patra bylo považováno 100 nejtlustších stromů na 1 ha, tj. 25 stromů na ploše. Výpočet zásoby byl proveden pomocí programu Silvisim 2.6, který je počítačovou implementací růstových modelů dřevin České republiky vytvořených firmou IFER, s. r. o., a které se staly základem růstových a taxačních tabulek (ČERNÝ et al. 1996).

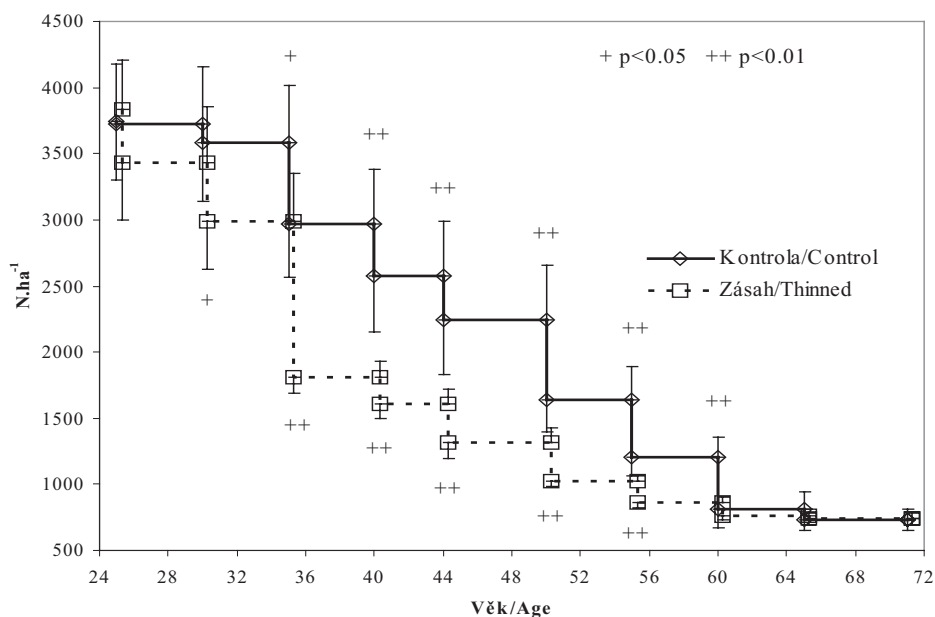
Rozdíly v počtech stromů byly statisticky testovány pomocí zobecněného lineárního modelu (McCULLAGH, NELDER 1989) s quasipoissonovou distribucí. Rozdíly v rozdělení výčetních tloušťek byly testovány Kolmogorovovým-Smirnovovým testem (ZAR 2009) a byly použity standardní grafické metody průzkumové analýzy dat (MELOUN, MILITKÝ 2004). Rozdíly v tloušťkách kmenů a výčetních kruhových základnách byly testovány t-testem

(MELOUN, MILITKÝ 2004). Rozdíly v tloušťkách, výškách a štihostních kvocientech horního stromového patra byly z důvodu asymetrie rozdělení testovány Mann-Whitneyovým testem (ZAR 2009) a výsledky tohoto testu byly ještě potvrzeny permutačním testem (ROFF 2006). Všechny statistické testy byly provedeny v programu R 2.8.0 (R Development Core Team 2008), pouze permutační testy v programu PASS 1.92 (HAMMER et al. 2001). Za hranici statistické významnosti byla uvažována obvyklá hladina $\alpha = 0,05$.

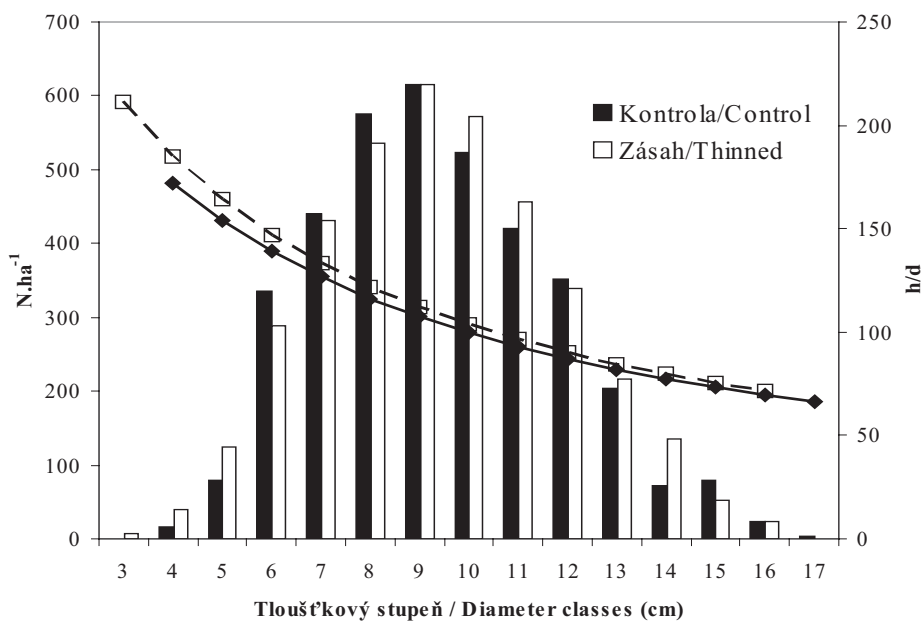
VÝSLEDKY

Hektarový počet stromů byl na počátku experimentu ve věku 25 let na variantě K (3 744 ks) statisticky nevýznamně nižší než na variantě Z (3 840 ks). V období mezi 30 až 60 lety věku porostu byl počet stromů na variantě K průkazně vyšší, ale poté vlivem nahodilých těžeb poklesl na počty srovnatelné s variantou Z. Na konci sledovaného období ve věku 71 byl hektarový počet stromů na variantách K a Z 728 ks, resp. 740 ks na jeden hektar s nesignifikantními rozdíly (obr. 1).

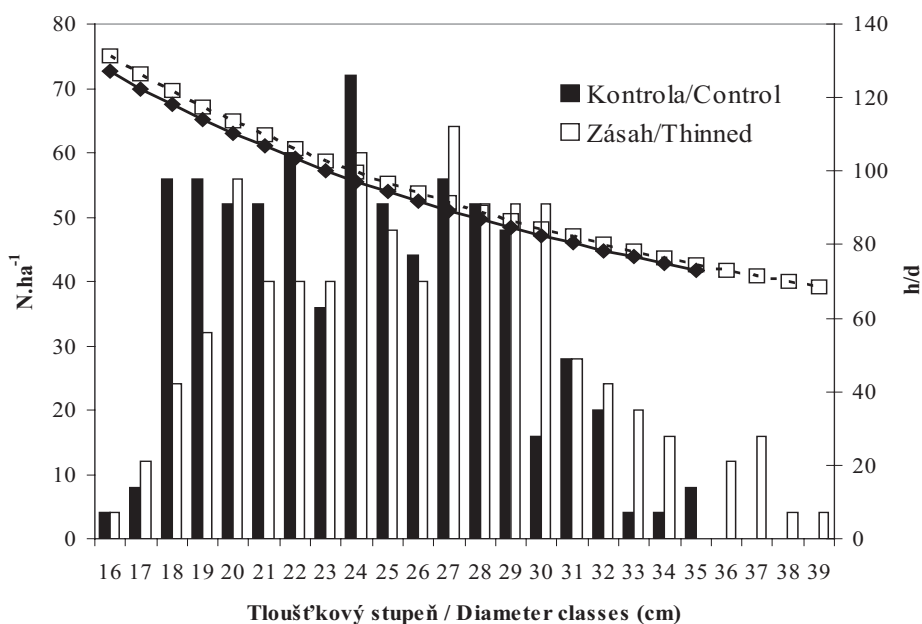
Tloušťková struktura variant K a Z se na počátku experimentu prakticky nelišila (obr. 2) a výsledek Kolmogorova-Smirnovova testu neindikuje statisticky významný rozdíl v rozděleních tloušťek. Obě rozdělení byla velmi mírně levostranně asymetrická, minimální výčetní tloušťka se pohybovala mezi 3,0 cm (Z) a 3,7 cm (K), maximální výčetní tloušťka mezi 16,4 cm (Z) a 16,6 cm (K), směrodatná odchylka tloušťek od 2,37 (K) do 2,44 (Z). Mírně levostranný tvar rozdělení obou variant se prakticky neměnil po celou dobu sledování. Výchovné zásahy se projeví ve vyšší střední hodnotě tloušťek a jejich mírně vyšší variabilitě na variantě Z. Na konci



Obr. 1.
Vývoj počtu stromů
Development of number of trees

**Obr. 2.**

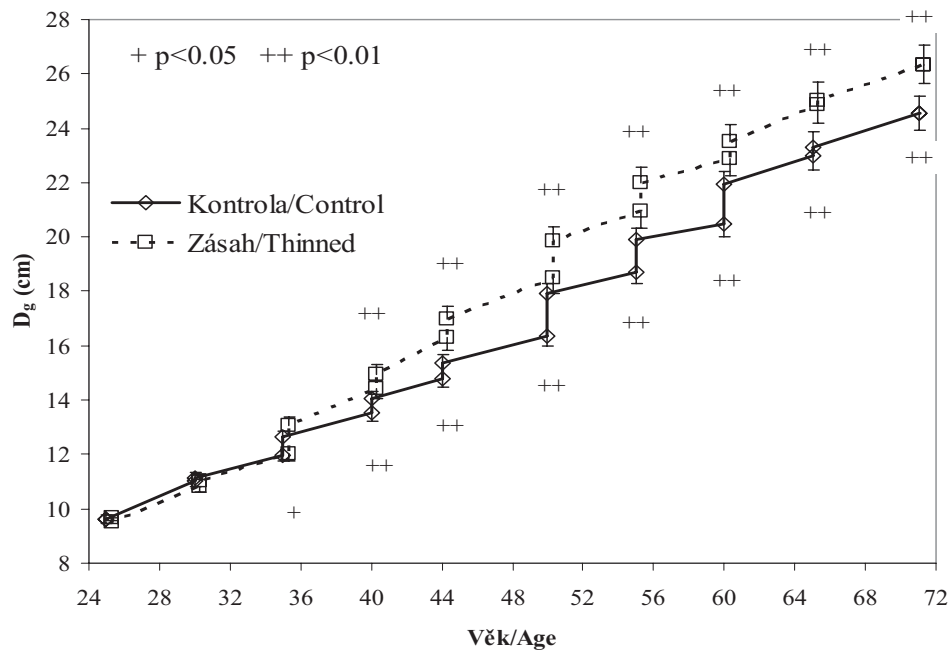
Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient ve věku 25 let
Diameter structure and h/d ratio at the age of 25 years

**Obr. 3.**

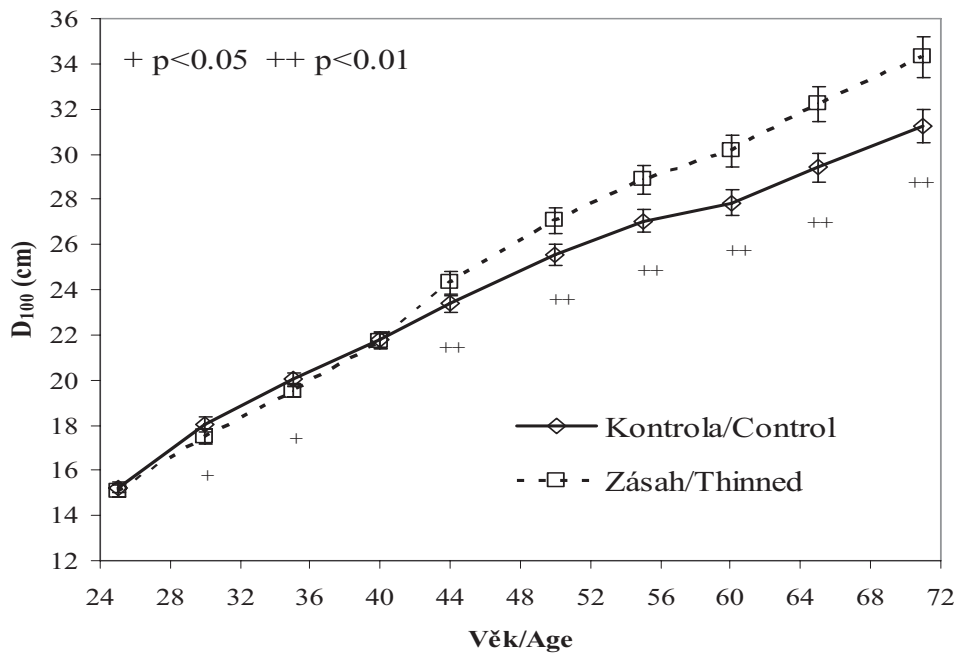
Tloušťková struktura a štíhlostní kvocient ve věku 71 let
Diameter structure and h/d ratio at the age of 71 years

sledovaného období ve věku 71 let (obr. 3) se minimální tloušťka stromů pohybovala od 16,1 cm (Z) do 16,4 cm (K), maximální tloušťka od 35,3 cm (K) do 38,7 cm (Z) a směrodatná odchylka tlouštěk od 4,28 (K) do 4,98 (Z). Na variantě K se ve věku 71 let nacházely následující počty stromů do 20 cm, do 30 cm a nad 30 cm tloušťky: 38 ks (21 %), 125 ks (69 %) a 19 ks (10 %) a na variantě Z: 25 ks (14 %), 124 ks (67 %) a 36 ks (19 %).

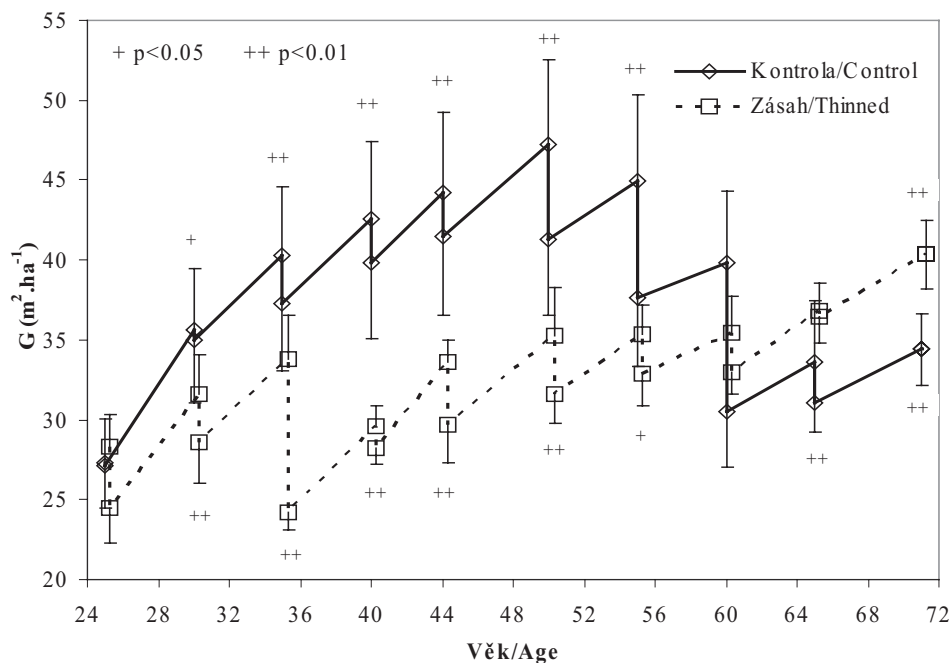
Tloušťka středního kmene ve věku 25 let byla na obou variantách srovnatelná (9,6 cm na K a 9,7 cm na Z). Vyšší hodnota tloušťky středního kmene na variantě Z je statisticky průkazná od věku 35 let. Ve věku 71 let činila střední tloušťka na variantě K 25,5 cm a na variantě Z 26,4 cm (obr. 4). Tloušťka kmenů horního stromového patra na počátku experimentu činila na variantě K 15,3 cm a na variantě Z a rozdíl nebyl statisticky signifikantní.



Obr. 4.
 Vývoj tloušťky středního kmene
 Development of diameter of mean stem



Obr. 5.
 Vývoj tloušťky horního stromového patra
 Development of diameter of dominant trees

**Obr. 6.**

Vývoj výčetní kruhové základny
Development of basal area

Při revizích ve věku 30 a 35 let byla dokonce zaznamenána statisticky průkazně vyšší tloušťka kmenů horního stromového patra na variantě K, ale rozdíl činil pouze ca 0,5 cm. Ve věku 40 let byly tloušťky na obou variantách prakticky shodné a od věku 44 let až do konce sledování vykazovala průkazně vyšší tloušťku kmenů horního stromového patra varianta Z. Ve věku 71 let byla tloušťka těchto stromů na variantě K 31,2 cm a 34,3 cm na variantě Z (obr. 5).

Výška středního kmene se na začátku experimentu pohybovala od 9,9 m (K) do 10,3 m (Z). Na konci období sledování činila 23,5 m (K) a 24,5 m (Z). Horní výška se na začátku experimentu pohybovala od 11,0 m (K) do 11,3 m (Z). Při poslední revizi ve věku 71 let činila 25,0 m (K) a 26,0 m (Z). Výšky v rámci stejných tloušťkových stupňů se mezi variantami lišily jen zanedbatelně a rozdíly nebyly signifikantní.

Štíhlostní kvocient středního kmene byl po celou dobu sledování nepříznivý na obou srovnávaných variantách. Ve věku 25 let se pohyboval v rozmezí 102 (K) až 106 (Z), ve věku 71 let v rozmezí 96 (K) až 93 (Z). Štíhlostní kvocient stromů horního stromového patra se na počátku sledování pohyboval od 72 (K) do 75 (Z) se signifikantně rozdílem. Ve věku 40 let však již byl signifikantně vyšší na variantě K (82) v porovnání s variantou Z (80) a tento trend pokračoval až do konce období sledování, kdy se štíhlostní kvocient pohyboval od 80 (K) do 76 (Z).

Výčetní kruhová základna na variantách K a Z na počátku experimentu (věk 25 let) činila 27 m²·ha⁻¹, resp. 28 m²·ha⁻¹ a tento rozdíl nebyl statisticky významný. Již při druhé revizi ve věku 30 let byla výčetní kruhová základna kontroly statisticky průkazně vyš-

ší. Tento stav trval až do věku 60 let, ale poté vlivem nahodilých těžeb poklesla hodnota výčetní kruhové základny na variantě K pod hodnotu varianty Z. Na konci sledovaného období (věk 71 let) činila výčetní kruhová základna na variantách K a Z 34 m²·ha⁻¹, resp. 40 m²·ha⁻¹ a rozdíl byl statisticky signifikantní (obr. 6).

Hektarová zásoba hroubí s kůrou stanovená na základě modelu Silvisim 2.6 na konci sledovaného období ve věku 71 činila 358 m³ (K) a 437 m³ (Z). Zásoba na variantě Z byla tedy o téměř 80 m³ vyšší v porovnání s kontrolou.

DISKUSE

Obě varianty se při porovnání s tabulkovými hodnotami (ČERNÝ et al. 1996) nejvíce blíží bonitě 3 (26), kde je pro věk 70 let udávána střední výška 23,3 m, horní výška 25,2 m, střední tloušťka 26,7 cm, hektarový počet stromů 686 ks, výčetní kruhová základna 38,4 m²·ha⁻¹ a zásoba hroubí s kůrou 397 m³. Varianta K je tedy s výjimkou hektarového počtu stromů poněkud pod tabulkovými hodnotami, varianta Z zase mírně nad tabulkovými hodnotami.

Podobný experiment s výchovou borovice provedl CHROUST (2001) ve východních Čechách. Experiment byl založen v 27leté borové tyčkovině z přirozené obnovy tůňského ekotypu na SLT 1M. Zde ve věku 70 let činila výčetní kruhová základna varianty s úroňovým zásahem 40,4 m², tedy prakticky stejně jako v našem experimentu. Hektarová zásoba dosáhla 359 m³, tloušťka středního kmene 19,1 m a výška středního kmene 19,5 m.

Výčetní kruhová základna varianty Z koresponduje s modelem výchovy (SLODIČÁK, NOVÁK 2007), který pro horní porostní výšku 25 m předpokládá hektarovou výčetní kruhovou základnu cca 40 m², při hektarovém počtu stromů 1 500 ks v nekvalitních a 1 000 ks v kvalitních porostech.

V našem experimentu nebyla založena varianta s podúrovňovou výchovou, nelze tedy provést srovnání úrovně a podúrovňové výchovy. Na základě výsledků výše zmíněného experimentu s východočeskou borovicí vyhodnoceného CHROUSTEM (2001) autor konstatuje, že úrovně výchova není v borových porostech lepší než výchova podúrovňová a zásahy do podúrovně i v druhé polovině obmýti mohou vést k přírůstovým ztrátám. V našem experimentu byl ale poslední úrovně zásah proveden ve věku 35 let a poté byla prováděna víceméně nahodilá těžba převážně v podúrovni. Námi zjištěná hektarová zásoba 437 m³ a výčetní kruhová základna 40 m² na variantě Z nesvědčí o produkční ztrátě.

Na základě simulačních výpočtů provedených na pěti experimentálních plochách ve Finsku (MÄKINEN et al. 2005) autoři konstatují, že intenzivně prováděná výchova v borových porostech může vést ke zkrácení obmýti o ca 15 let bez významné ztráty na přírůstu. Naproti tomu výchovné zásahy provedené v 56letém borovém porostu v severním Švédsku (VALINGER et al. 2000) sice vedly ke zvýšenému tloušťkovému přírůstu, bez ovlivnění výškového přírůstu, ale po dvanácti letech sledování byla zásoba vychovávané varianty o 37 % nižší v porovnání s kontrolou.

ZÁVĚR

Na základě analyzovaných dat lze konstatovat, že:

- Výchovný zásah na variantě Z rezultoval ve vyšší stabilitu porostu v porovnání s variantou K, jejíž počet stromů se vlivem nahodilých těžeb neustále snižoval až na úroveň počtu stromů na zásahu (Z). Rozpad porostu na variantě K započal ve věku ca 50 let.
- Výchovný zásah se projevil v signifikantně vyšší hodnotě tloušťky středního kmene a jeho vliv byl průkazný i na tloušťce kmenů horního stromového patra. Procentuální podíl stromů o výčetní tloušťce vyšší než 30 cm činil na variantě K 10 %, na variantě Z to bylo 19 %.
- Výchovný zásah také příznivě ovlivnil stíhlostní kvocient stromů horního stromového patra. Na počátku experimentu byl příznivější na variantě K, ale od 40 let věku do konce období sledování byl již průkazně příznivější na variantě Z.
- Přestože až do věku 60 let byla výčetní kruhová základna varianty K výrazně vyšší než na variantě Z, nakonec vlivem nahodilých těžeb poklesla a na konci sledovaného období byla dokonce průkazně nižší v porovnání s variantou Z.
- Také odhad porostní zásoby hroubí s kůrou byl na konci sledovaného období o téměř 80 m³.ha⁻¹ vyšší na vychovávané variantě (Z) než na kontrole (K).

Poděkování:

Publikace vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZe č. 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a projektu GAČR č. 526/08/P587 „Trvale udržitelné hospodaření v porostech borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) s ohledem na zachování optimálních stanovištních a produkčních podmínek“.

LITERATURA

- ASSMANN E. 1968. Náuka o výnose lesa. Bratislava, Příroda: 486 s.
- ČERNÝ M., PÁŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER: 245 s.
- CHROUST L. 1977. Význam ekologického principu výchovných sečí na příkladu borových porostů. Práce VÚLHM, 51: 53-66.
- CHROUST L. 2001. Thinning experiment in a Scots pine forest stand after 40-year investigations. Journal of Forest Science, 47: 356-365.
- HAMMER O., HARPER D. A. T., RYAN P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. URL <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- PEŇÁZ J. 1991. Výchova borových mlazin. In: Korpeľ Š., Peňáz J., Saniga M., Tesař V. Pestovanie lesa. Bratislava, Příroda: 126-131.
- MÄKINEN H., HYNYNEN J., ISOMÄKI A. 2005. Intensive management of Scots pine stands in southern Finland: First empirical results and simulated further development. Forest Ecology and Management, 215: 37-50.
- MCCULLAGH P., NELDER J. A. 1989. Generalized Linear Models. London, Chapman & Hall: 511 s.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2004. Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 953 s.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens. Stockholm, Heft 29: 121-169.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, URL <http://www.R-project.org>.
- ROFF D. A. 2006. Introduction to Computer-Intensive Methods of Data Analysis in Biology. Cambridge, Cambridge University Press: 368 s.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007. Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Strnady, VÚLHM: 46 s.
- VALINGER E., ELFVING B., MÖRLING T. 2000. Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilisation. Forest Ecology and Management, 134: 45-53.
- VIEWEGH J. 2002. Přesné určení SLT výzkumných ploch pro výchovu lesa. Zpráva FLE ČZU Praha, 2002, 1 CD-ROM.
- ZAR J. H. 2009. Biostatistical Analysis. New Jersey, Prentice Hall: 944 s.
- Zpráva. 2008. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2008. Praha, Ministerstvo zemědělství: 128 s.

SCOTS PINE THINNING EXPERIMENT - STRÁŽNICE II (1962)

SUMMARY

In order to find out the effect of positive selection from above on growth and development of Scots pine stands, the experiment was founded in 25-year old even-aged stand in 1962. The stand lies in south part of Moravia near Bzenec village at an altitude of 205 m above sea level. Geological bed is sand, soil type was determined as haplic podzol arenic, forest type group was determined as nutrient-poor pine-oak (*Pineto-Quercetum oligotrophicum arenosum*). Research was conducted in two comparative plots: control plot without thinning and thinned plot with selection from above.

At the age of 25 years (in 1962), the number of trees per hectare was 3,744 and 3,840 on control and thinned plot, respectively. Thinning were conducted at the age of 25 (1962), 30 (1967) and 35 years (1972). Totally 11% of N (14% G), 13% of N (10% G) and 40% of N (28% G) were removed by thinning. Since 1976 onwards, only salvage cutting has been done.

The number of trees per hectare was significantly higher on control plot at the age of 30 to 60 years. After the age of 60 years, the number of trees on control plot decreased due to salvage cutting and differences between plots were not significant. Basal area of control plot was higher until the age of 60 years, then decreased under value of thinned plot with significant differences. Diameter of mean stem on control plot (9.6 cm) was comparable with thinned plot (9.7 cm) at the age of 25 years. At the age of 71 years, diameter of mean stem was 25.5 cm on control plot and 26.4 cm on thinned plot with significant differences. In the same age, diameter of dominant trees (100 thickest trees per hectare) was 31.2 cm on control plot and 34.3 cm on thinned plot and difference was significant. Height of mean stem was 23.5 m on control plot and 24.5 on thinned plot. Height of dominant trees was 25.0 m on control plot and 26.0 on thinned plot. The quotient of slenderness of mean stem was unfavourable on both control (96) and thinned (93) plots. The quotient of slenderness of dominant trees was 80 on control and 76 on thinned plot. Stand volume was estimated by growth model Silvisim 2.6. According to this model, stand volume per hectare was 358 m³ on control plot and 437 m³ on thinned plot at the age of 71 years.

Based on the results of this experiment it can be concluded that studied thinning regime (selection from above) positively influenced the diameter increment of dominant trees as well as standing volume and static stability of treated stand.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. David Dušek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391-2; e-mail: dusek@vulhmop.cz