

VÝCHOVA BOROVÝCH POROSTŮ VE STŘEDNÍM VĚKU - EXPERIMENT KERSKO

THINNING OF MIDDLE-AGED SCOTS PINE STANDS - KERSKO EXPERIMENT

DAVID DUŠEK - JIŘÍ NOVÁK - MARIAN SLODIČÁK

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

ABSTRACT

In order to find out possible effect of thinning on the growth and yield of middle-aged Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands, two long-time experiments were established in 33- and 34-yr-old stands in 1962. All experimental plots were situated at an altitude of ca 185 m a.s.l., Polabí region (Central Bohemia). Experiment Kersko I included only two treatments: control and thinning from above. Experiment Kersko II included three treatments: control, thinning from above and thinning from below. Stem diameter and tree height were measured periodically each five years, when the last measurement was done in 2007. Both the stand DBH and the DBH of dominant trees (based on the 100 thickest trees per hectare) were not affected by thinning treatment compared to control one. The development of slenderness quotient was similar in all treatments. The differences among the treatments in basal area, stand volume and total volume production was found statistically nonsignificant. The type of thinning application appears to have an ambiguous effect in middle-aged Scots pine stands.

Klíčová slova: borovice lesní, úrovňová výchova, podúrovňová výchova

Key words: Scots pine, thinning from above, thinning from below

ÚVOD

Porostní výchova borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) vyžaduje, vzhledem k jejím biologickým vlastnostem, výrazně odlišný přístup ve srovnání s ostatními jehličnatými dřevinami, zejména smrkem. Reakce borových porostů na výchovné zásahy je mnohem méně výraznější než u smrku a silné zásahy v druhé polovině obmýti mohou ohrozit jejich objemovou produkci (ASSMANN 1968). Na druhou stranu se však většina borových porostů nachází v oblastech s nižší nadmořskou výškou a nižšími srážkovými úhrny, a tak zásahy slabé intenzity mohou vést k nedostatečnému snížení intercepce.

Dlouhodobě sledované experimentální plochy s různým režimem výchovy lesních dřevin jsou cenným a v současnosti nenahraditelným zdrojem poznatků o této problematice. Historicky primárním důvodem pro zakládání probírkových experimentů byla snaha o nalezení způsobu výchovy, jenž by podstatně zvýšil produkci porostů. Po získání poznatků o nemožnosti výrazně zvýšit celkovou objemovou produkci prostřednictvím výchovných zásahů, se pozornost částečně přesunula na kvalitu produkce a zajištění její bezpečnosti zvyšováním odolnosti porostů vůči stresovým faktorům vhodnou úpravou porostního prostředí.

V roce 1962 byly v Polabí v katastru obce Kersko založeny dva experimenty s výchovou borovice lesní. Dílčí výstupy z těchto experimentů lze nalézt v publikaci PAŘEZ (1985). Cílem této práce je vyhodnotit, jak se projeví úrovňové a podúrovňové výchovné zásahy započaté v r. 1962 ve 33letých, resp. 34letých borových porostech v porovnání s porosty kontrolními. Hlavní otázkou, kterou se zde zabýváme, je lze-li takto poměrně pozdními zásahy v borových porostech ještě rele-

vantně ovlivnit parametry výčetní kruhové základny, střední porostní tloušťky a tloušťky stromů horního stromového patra, štíhlostní kvocient, porostní zásobu a objemovou produkci.

MATERIÁL A METODIKA

Experimenty Kersko I a Kersko II se nacházejí v přírodní lesní oblasti Polabí (PLO 17) v katastrálním území Kersko. Všechny plochy leží na rovině v nadmořské výšce 185 m. Geologický podklad tvoří šterkopísek, půdním typem je kambizem arenická oglejená (Kersko I) a kambizem arenická (Kersko II). Lesní typ na experimentu Kersko I byl určen jako 1Q1 a na experimentu Kersko II jako 1S8 (VIEWEGH 2002). Průměrné roční teploty se pohybují v rozmezí 8,6 – 9,0 °C, průměrné roční srážky v rozmezí 501 – 550 mm.

Oba experimenty byly založeny v roce 1962 v 33letém (Kersko I) a 34letém (Kersko II) borovém porostu vzniklém umělou obnovou. Porosty vznikly řadovým smíšením borovice lesní a vejmutovky (jedna řada borovice lesní – jedna řada vejmutovky) ve značně širokém sponu 1 × 1,6 m. Již v době založení experimentu však většina borovice vejmutovky odumřela a zbylý porost borovice lesní byl charakterizován jako velmi prořídilý s velkým podílem netvárných jedinců.

Každá dílčí plocha je čtvercového tvaru o rozměrech 50 × 50 m. Experiment Kersko I sestává ze dvou ploch s variantami experimentálního zásahu K – kontrola a Ů – pozitivní zásahy v úrovni směřující k uvolnění ca 500 nadějných stromů na hektar. Experiment Kersko II se skládá ze tří ploch s variantami K a Ů jako v případě experimentu Kersko I, navíc je zde zastoupena varianta Pů – výchovné zásahy v podúrovni

negativním výběrem. Již před založením experimentu byly v porostech prováděny provozní výchovné zásahy. Údaje o charakteru těchto zásahů neexistují, lze však předpokládat aplikaci v té době běžných mírných podúrovňových výchovných zásahů.

Prvním výchovným zásahem v roce 1962 bylo odebráno 17 % (Kersko I-Ú), 20 % (Kersko II-Ú) a 28 % (Kersko II-Pú) jedinců, což představuje 9, 11 a 11 % výčetní kruhové základny. Při druhém zásahu v roce 1967 bylo odebráno 23 % (Kersko I-Ú), 18 % (Kersko II-Ú) a 25 % (Kersko II-Pú) jedinců, tj. 15, 12 a 11 % výčetní kruhové základny. Třetím nejsilnějším zásahem v roce 1972 bylo odstraněno 36 % (Kersko I-Ú), 41 % (Kersko II-Ú) a 37 % (Kersko II-Pú) jedinců, tj. 24, 26 a 23 % výčetní kruhové základny. Další aktivní výchova nebyla dále prováděna a odstraňovali se pouze jedinci z nahodilé těžby. K výraznější nahodilé těžbě došlo v roce 1992 po škodách větrem ve věku porostů 63, resp. 64 let (obr. 1).

Na obou experimentech byly v pětiletých intervalech měřeny výčetní tloušťky průměrkou ve dvou kolmých směrech na vyznačeném měříšti s přesností na 1 mm. Dále byly výškoměrem Blume-Leiss měřeny výšky minimálně třiceti reprezentativních stromů napříč celým tloušťkovým spektrem s přesností ca 0,5 m. Za stromy horního stromového patra bylo považováno 100 nejtlustších stromů na 1 ha, tj. 25 stromů na ploše. Pro výpočet výškových křivek byla použita funkce: $h = (d^2/(\beta_0 + \beta_1 \times d)^2) + 1,3$ (NÄSLUND 1937), kde h je výška stromu, d je výčetní tloušťka a β_0 , β_1 jsou regresní koeficienty. Pro výpočet

zásoby a objemové produkce byla použita funkce pro výpočet hmoty kmene bez kůry ve tvaru: $v = 0,022575 \times d^{(2,1153 - 0,0127 \times \log d)} \times h^{0,9796}$ (KORSUŇ 1962), kde v je objem kmene bez kůry, d je výčetní tloušťka a h je výška stromu.

Při každé revizi byly zaevidovány stromy vytěžené nahodilou těžbou v období po revizi předchozí. Tyto stromy pak byly zahrnuty do těžby k datu předchozí revize, neboť vzhledem k pětiletému intervalu měření nebylo možno určit datum jejich vytěžení s přesností na jeden rok (tab. 1). Objemová produkce byla spočítána za období let 1962 až 2007. Protože objemy probírek provedených před založením experimentů nejsou známy, nemohla být vypočítána celková objemová produkce ani kulminace celkového průměrného přírůstu.

Pro testování statistické průkaznosti efektu výchovných zásahů na vybrané parametry (výčetní tloušťka, štíhlostní kvocient, výčetní kruhová základna, zásoba a objemová produkce) byla použita dvoufaktorová ANOVA s faktorem „varianta výchovného zásahu“ (K, Ú) a faktorem „blok-experiment“ (Kersko I, Kersko II). Varianta Pú nebyla do testování zahrnuta z důvodu chybějící replikace. Výpočty byly provedeny v programu R 2.10.10 (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2008). V kapitole výsledky je uvedena hodnota testové F statistiky (s odpovídajícími stupni volnosti v dolním indexu) a příslušná hodnota p-value pro relevantní faktor „varianta výchovného zásahu“. Preferujeme uvádění vypočtené p-value namísto konstatování „statisticky signifikantní/nesignifikantní“ na základě dosažení konvenční

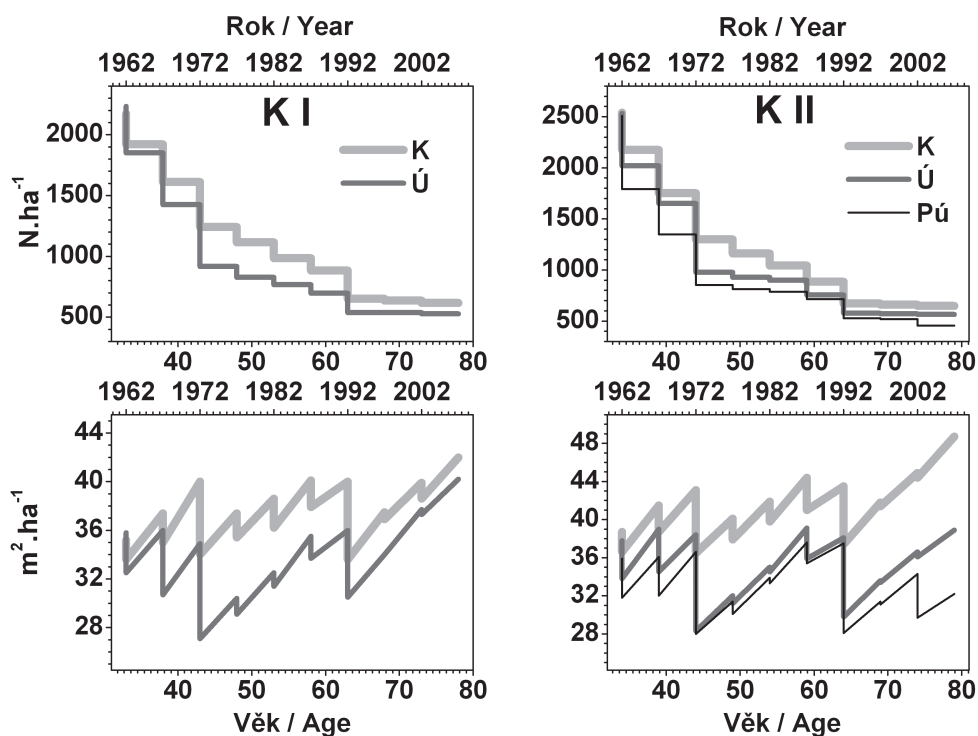
Tab. 1

Přehled hlavních porostních parametrů experimentů Kersko I a Kersko II
The overview of main stand parameters in the experiments Kersko I and Kersko II

| Experiment | Varianta/ Treatment | Kersko I | | Kersko II | | Kersko I | | Kersko II | | Kersko I | | Kersko II | | Pú | | |
|------------|------------------------|---------------------------------------|------|-----------|------|----------|---|-----------|------|----------|------|--|------|------|------|------|
| | | K | Ú | K | Ú | Pú | K | Ú | K | Ú | Pú | K | Ú | K | Ú | Pú |
| | | N (ks.ha ⁻¹) | | | | | G (m ² .ha ⁻¹) | | | | | Dg (cm) | | | | |
| Rok/Year | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1962 | SP | 2172 | 2232 | 2540 | 2532 | 2508 | 35,2 | 35,8 | 38,7 | 37,8 | 35,9 | 14,4 | 14,3 | 13,9 | 13,8 | 13,5 |
| 1962 | HP | * | 1852 | * | 2020 | 1792 | 33,6 | 32,5 | 36,6 | 33,8 | 31,8 | 14,9 | 15,0 | 14,6 | 14,6 | 15,0 |
| 1967 | SP | 1920 | 1852 | 2176 | 2020 | 1792 | 37,4 | 36,0 | 41,5 | 39,0 | 36,1 | 15,7 | 15,7 | 15,6 | 15,7 | 16,0 |
| 1967 | HP | * | 1424 | * | 1652 | 1348 | 35,0 | 30,7 | 38,7 | 34,5 | 32,0 | 16,6 | 16,6 | 16,8 | 16,3 | 17,4 |
| 1972 | SP | 1612 | 1424 | 1752 | 1652 | 1348 | 40,0 | 34,9 | 43,1 | 38,4 | 36,6 | 17,8 | 17,7 | 17,7 | 17,2 | 18,6 |
| 1972 | HP | * | 916 | * | 976 | 852 | 34,0 | 27,1 | 36,5 | 28,3 | 28,0 | 18,7 | 19,4 | 18,9 | 19,2 | 20,4 |
| 2007 | SP | 616 | 528 | 648 | 564 | 456 | 42,0 | 40,2 | 48,7 | 38,9 | 32,2 | 29,5 | 31,1 | 30,9 | 29,6 | 30,0 |
| | | D ₁₀₀ (cm) | | | | | H/D | | | | | H/D ₁₀₀ | | | | |
| 1962 | SP | 23,7 | 23,7 | 22,5 | 23,0 | 22,2 | 105 | 107 | 108 | 113 | 117 | 73 | 74 | 81 | 82 | 80 |
| 1967 | SP | 25,4 | 25,2 | 24,7 | 25,1 | 23,9 | 110 | 114 | 111 | 115 | 116 | 78 | 81 | 84 | 87 | 86 |
| 1972 | SP | 27,4 | 27,2 | 27,8 | 26,4 | 25,9 | 110 | 111 | 109 | 113 | 113 | 80 | 81 | 83 | 88 | 89 |
| 2007 | SP | 38,7 | 38,6 | 40,2 | 38,0 | 37,0 | 97 | 88 | 97 | 95 | 95 | 80 | 76 | 83 | 82 | 82 |
| | | V (m ³ .ha ⁻¹) | | | | | COP 1962-2007 (m ³ .ha ⁻¹) | | | | | Gm 1962-2007 (m ² .ha ⁻¹) | | | | |
| 2007 | SP | 480 | 450 | 590 | 440 | 370 | 680 | 660 | 800 | 700 | 690 | 37,4 | 33,6 | 41,3 | 35,0 | 32,9 |

K – kontrola, Ú – úrovnňový zásah, Pú – podúrovnňový zásah, SP – sdružený porost, HP – hlavní porost, N – hektarový počet stromů, G – hektarová výčetní kruhová základna, Dg – tloušťka středního kmene, D₁₀₀ – průměrná tloušťka stromů horního stromového patra, H/D – štíhlostní kvocient středního kmene, H/D₁₀₀ – štíhlostní kvocient stromů horního stromového patra, V – kmenová zásoba bez kůry, COP – celková objemová produkce, Gm – průměrná výčetní kruhová základna

K – control, Ú – thinned from above, Pú – thinned from below, SP – before thinning, HP – after thinning, N – number of trees per hectare, G – basal area per hectare, Dg – stand DBH, D₁₀₀ – DBH of dominant trees, H/D – slenderness quotient of mean stem, H/D₁₀₀ – slenderness quotient of dominant trees, V – stand volume (stems without bark), COP – total volume production, Gm – mean basal area

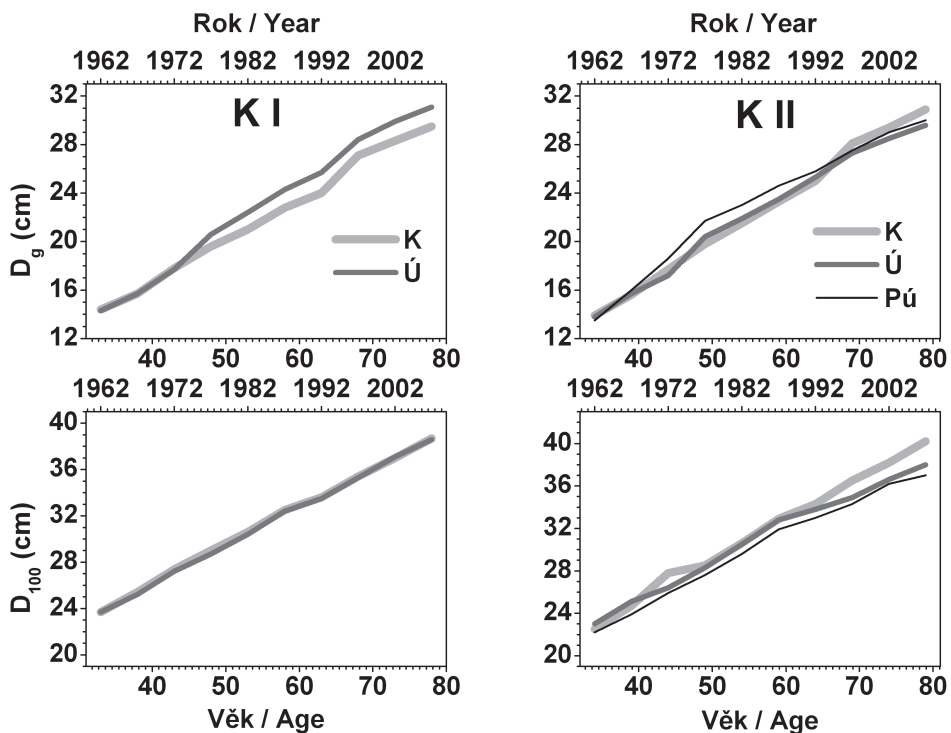


Obr. 1.

Vývoj hektarového počtu stromů (nahore) a výčetní kruhové základny (dole) na experimentu Kersko I (KI) a Kersko II (KII). K – kontrola, Ú – úrovňový zásah, Pú – podúrovňový zásah

Fig. 1.

Development of number of trees per hectare (above) and basal area (below) in the experiment Kersko I (KI) and Kesko II (KII). K – control, Ú – thinned from above, Pú – thinned from below



Obr. 2.

Vývoj tloušťky středního kmene (D_g , nahore) a průměrné tloušťky kmenů horního stromového patra (D_{100} , dole) na experimentu Kersko I (KI) a Kersko II (KII). K – kontrola, Ú – úrovňový zásah, Pú – podúrovňový zásah

Fig. 2.

Development of stand DBH (D_g , above) and DBH of dominant trees (D_{100} , below) in the experiment Kersko I (KI) and Kersko II (KII). K – control, Ú – thinned from above, Pú – thinned from below

(zpravidla 0,05), ale z podstaty zcela arbitrární, hladiny významnosti (HURLBERT, LOMBARDI 2009). Vzhledem k tomu, že síla statistických testů je velmi závislá na počtu replikací a roste s jejich počtem, klade se při interpretaci výsledků větší důraz na konzistenci, resp. nekonzistenci výsledků mezi experimenty, než na formální výsledky testů. Vysokou hodnotu p-value zde samozřejmě nelze interpretovat jako důkaz platnosti nulové hypotézy (tedy jako důkaz neexistence efektu výchovných zásahů).

VÝSLEDKY

Vývoj počtu stromů

V době založení experimentů byly počty stromů na jednotlivých variantách poměrně vyrovnané. Průměrný hektarový počet byl 2360 ks ve variantě K a 2380 ks ve variantě Ú (zaokrouhlováno na desítky kusů). Ve variantě Pú činil 2510 ks, ale je třeba zohlednit, že se tato varianta vyskytovala pouze na experimentu Kersko II, kde byl počet stromů obecně vyšší (o ca 300 ks.ha⁻¹) ve srovnání s experimentem Kersko I (tab. 1). Po provedení výchovných zásahů v roce 1972 činil průměrný hektarový počet stromů 1270 (K), 950 (Ú) a 850 (Pú). Nejvyšší hektarový počet stromů zůstal zachován ve variantě K po celou dobu sledování a na jejím konci v roce 2007 činil v průměru 630 ks (obr. 1). Ve variantě Ú to bylo v průměru 550 ks a na variantě Pú se dochovalo 460 ks.

Vývoj tloušťky středního kmene a průměrné tloušťky kmenů horního stromového patra

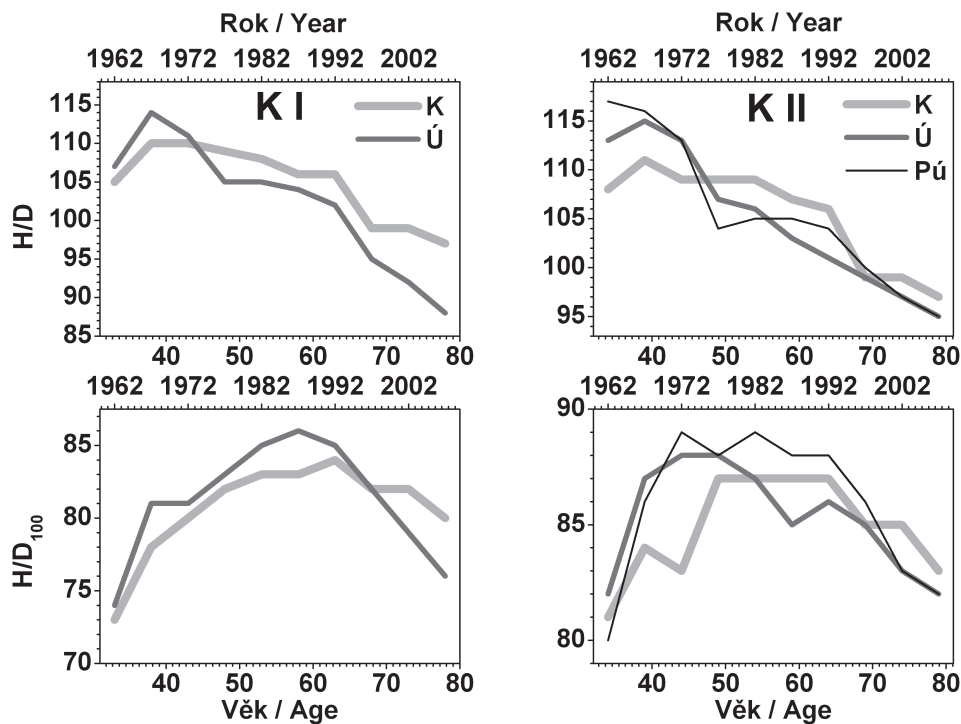
Tloušťka středního kmene dosahovala na počátku sledování v průměru 14,2 cm (K), 14,1 cm (Ú) a 13,5 cm (Pú). Na konci sledování byly její hodnoty velmi vyrovnané – 30,2 cm ve variantě K, 30,4 cm ve variantě Ú ($F_{1,1} = 0,01$; $p = 0,93$) a 30,0 cm ve variantě Pú. Ve variantě Pú byl patrný numerický posun hodnoty středního kmene v důsledku vykonaných podúrovňových probírek, který se však ještě před dosažením věku sedmdesáti let vytratil (obr. 2).

Tloušťka kmenů horního stromového patra činila na počátku sledování v průměru 23,1 cm (K), 23,4 cm (Ú) a 22,2 cm (Pú). Na konci sledování dosahovala 39,5 cm ve variantě K a 38,3 cm ve variantě Ú ($F_{1,1} = 1,20$; $p = 0,47$). Ve variantě Pú činila 37,0 cm.

Vývoj štíhlostního kvocientu

Na počátku sledování se štíhlostní kvocient středního kmene pohyboval na jednotlivých plochách v rozmezí od 105 do 117 a s věkem ve všech variantách klesal (obr. 3). Na konci sledování činil v průměru 97 ve variantě K a 92 ve variantě Ú ($F_{1,1} = 2,47$; $p = 0,36$). Ve variantě Pú byla jeho hodnota 95.

Štíhlostní kvocient stromů horního stromového patra se na počátku sledování pohyboval na jednotlivých plochách v poměrně příznivém rozmezí od 73 do 82. Poté na všech plochách jeho hodnota bez ohledu na variantu výchovy narůstala na hodnoty 84 až 89 a začala klesat od věku ca 60 let (v případě Kersko II-Ú již od ca 50 let). Na konci sledování



Obr. 3.

Vývoj štíhlostního kvocientu středního kmene (H/D, nahoře) a kmenů horního stromového patra (H/D₁₀₀, dole) na experimentu Kersko I (KI) a Kersko II (KII). K – kontrola, Ú – úrovňový zásah, Pú – podúrovňový zásah

Fig. 3.

Development of slenderness quotient of mean stem (H/D, above) and dominant trees (H/D₁₀₀, below) in the experiment Kersko I (KI) and Kersko II (KII). K – control, Ú – thinned from above, Pú – thinned from below

vání činila jeho hodnota v průměru 82 ve variantě K a 79 ve variantě Ú ($F_{1,1} = 2,78$; $p = 0,34$). Ve variantě Pú byla jeho hodnota 82.

Vývoj výčetní kruhové základny

Hektarová výčetní kruhová základna na počátku sledování činila v průměru 36 m² ve variantě K a 37 m² ve variantě Ú. Ve variantě Pú byla 36 m². Vlivem výchovných zásahů se hodnota výčetní kruhové základny v obou variantách s výchovou podstatně výrazně snížila ve srovnání s variantou K, kde její hodnota zůstala nejvyšší po celý zbytek průběhu experimentu (obr. 1). Na konci sledování činila hektarová výčetní kruhová základna v průměru 45 m² ve variantě K a 40 m² ve variantě Ú ($F_{1,1} = 2,10$; $p = 0,38$). Ve variantě Pú dosahovala ve stejném období 32 m². Výrazný rozdíl mezi výčetní kruhovou základnou kontrolní varianty a variantami s výchovou je dobře patrný na experimentu Kersko II, zatímco na experimentu Kersko I byl rozdíl na konci sledování výrazně menší. Průměrná výčetní kruhová základna za období 1962 až 2007 činila 39 m² (K), 34 m² (Ú) a 33 m² (Pú).

Zásoba a objemová produkce

Průměrná hektarová zásoba na konci období sledování byla 540 m³ ve variantě K a 450 m³ ve variantě Ú ($F_{1,1} = 2,25$; $p = 0,37$). Ve variantě Pú činila ve stejném období pouze 370 m³. Průměrná hodnota hektarové objemové produkce se za období 1962 až 2007 rovnala 740 m³ ve variantě K a 680 m³ ve variantě Ú ($F_{1,1} = 2,25$; $p = 0,37$). Ve variantě Pú dosáhla 690 m³ (zaokrouhlováno na desítky m³). Podobně jako v případě výčetní kruhové základny je značný rozdíl mezi zásobou i objemovou produkcí kontrolní plochy a plochami vychovávanými patrný pouze v případě experimentu Kersko II; rozdíly zjištěné v experimentu Kersko I jsou podstatně menší.

DISKUSE

Vzhledem k tomu, že experiment je na daném stanovišti tvořen pouze dvěma výzkumnými řadami a je založen na metodice vycházející z poznatků první poloviny dvacátého století, nelze závěry zevšeobecnit. Nicméně, podobně nepřesvědčivý efekt výchovných zásahů jako na experimentech Kersko I a II byl také zjištěn v případě experimentů s výchovou borových porostů na jižní Moravě na chudých stanovištích (SLT 1M) založených v 33letých, resp. 38letých porostech (DUŠEK et al. 2011). JUODVALKIS et al. (2005) došli na základě rozsáhlých experimentálních dat z výchovy borových porostů v Litvě ve věku od 10 do 60 let k závěru, že výchovné zásahy vedou k výraznému zvýšení objemového přírůstu borových porostů pouze tehdy, jsou-li započaty do věku 20 let. Pozitivní vliv časných výchovných zásahů v mladých borových porostech (horní výška 3 m) na tloušťkový přírůst byl také zjištěn po vyhodnocení 13 experimentů v jižním a středním Finsku (HUUSKONEN, HYNYNEN 2006). VALINGER et al. (2000) zaznamenali při úrovňové výchově v 56letém borovém porostu v severním Švédsku přírůstové ztráty, kdy po dvanácti letech od úrovňového zásahu byla zásoba vychovávané varianty o 37 % nižší v porovnání s kontrolou, avšak konstatují, že tyto zásahy pozitivně ovlivnily tloušťkový přírůst. Naproti tomu PIROGOWICZ (1983) a HUSS (1983) uvádějí, že intenzivní výchovné zásahy prováděné v borových porostech starších padesáti let již ke zvýšenému tloušťkovému přírůstu nevedou. Maximální rozdíl v objemové produkci jednotlivých ploch (17,5 %) nepřesahuje hodnotu uváděnou SCHMIDTEM (1973), který zjistil, že celková objemová produkce borových porostů se může na téže výškové bonitě lišit až o 20 %. Podobný rozdíl (17 %) byl zjištěn v případě již výše zmíněného experimentu na jižní Moravě (DUŠEK et al. 2011).

Ačkoli podúrovňová varianta vykazuje v případě experimentu Kersko II výrazně nižší zásobu a výčetní kruhovou základnu v porovnání

s variantou úrovňovou, nelze pro absenci replikace této experimentální varianty učinit spolehlivé závěry o vhodnosti podúrovňové nebo úrovňové výchovy. Úrovňovou výchovu v borových porostech připouští řada autorů (WIEDEMANN 1948; WENK 1973) jen jako přechodnou variantu v mladých porostech ve stadiu tyčkovin. NILSSON et al. (2010) analyzovali výsledky z 35 výchovných experimentů založených ve Švédsku při horní porostní výšce 12 – 18 m s průměrnou dobou sledování 31 let. Konstatují, že všechny výchovné zásahy vedly k redukci celkové objemové produkce v porovnání s nevychovanými variantami, ale nenalezli podstatné rozdíly mezi úrovňovou a podúrovňovou výchovou. CHROUST (2001) na základě vyhodnocení 43 let trvajících experimentů založených ve východních Čechách v 27leté borové tyčkovině na SLT 1M konstatuje, že úrovňový způsob výchovy nebyl lepší než výchova podúrovňová.

Při interpretaci našich výsledků je třeba zohlednit malou hustotu porostů v době jejich založení (ca 6300 ks.ha⁻¹), která se ještě výrazně snížila odumřením borovice vejmutovky, již byla zalesněna každá druhá řada. Tímto měly i stromy na budoucích kontrolních plochách v mládí zajištěn dostatek růstového prostoru. Kontrolní plochy také nelze považovat za nevychované během celého období jejich existence, tento režim začal být uplatňován až po založení experimentů ve věku porostů 33, resp. 34 let. Lze očekávat, že jednotný způsob výchovy v mládí měl podstatný vliv na formování porostů a byl hlavní příčinou dnes nevýrazných rozdílů mezi jednotlivými variantami výchovy. Z toho je také zřejmá problematičnost zakládání probírkových experimentů v porostech středního věku, zvláště u dřevin s časně kulminujícím přírůstem. Za optimální stadium pro zakládání takových experimentů lze považovat stadium mlazin.

ZÁVĚR

Na základě našich výsledků můžeme konstatovat:

- Vlivem nahodilých těžeb v kontrolní variantě se rozdíly v počtu stromů v kontrolních i vychovávaných variantách kontinuálně snižovaly. Výchovné zásahy výrazně eliminovaly přirozenou mortalitu stromů.
- Výchovné zásahy nevedly ke zvýšení tloušťky stromů horního stromového patra a – poněkud překvapivě – ani ke zvýšení tloušťky středního kmene. Numerický posun tloušťky středního kmene po vykonaných probírkách ve variantě Pú měl pouze dočasný charakter.
- Nelze konstatovat výrazné ovlivnění vývoje štíhlostního kvocientu středního kmene ani kmenů horního stromového patra prostřednictvím provedených výchovných zásahů.
- Nejvyšší hodnoty výčetní kruhové základny, zásoby a objemové produkce bylo dosaženo v kontrolní variantě bez výchovy. Rozdíl byl obzvláště patrný v případě experimentu Kersko II; v experimentu Kersko I byl prakticky zanedbatelný.

Výchovné zásahy v borových porostech započaté ve věku 33 – 34 let nespĺnily očekávání zvýšeného tloušťkového přírůstu ani příznivějšího vývoje štíhlostního kvocientu a dosažení vyšší stability porostů. K podstatnému ovlivnění borových porostů je nutné započít jejich výchovu v mladším věku.

Poděkování:

Publikace vznikla v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

- ASSMANN E. 1968. *Náuka o výnose lesa*. Bratislava, *Príroda*: 486 s.
- DUŠEK D., NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2011. Experiment s výchovou borovice lesní na jižní Moravě – Strážnice I a Strážnice III. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56, 4: 283-290.
- HURLBERT S. H., LOMBARDI C. M. 2009. Final collapse of the Neyman-Pearson decision theoretic framework and rise of neoFisherian. *Annales Zoologici Fennici*, 46: 311-349.
- HUSS J. 1983. Durchforstungen in Kiefernjungbeständen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 102: 1-17.
- HUUSKONEN S., HYNYNEN J. 2006. Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands. *Silva Fennica*, 40: 645-662.
- CHROUST L. 2001. Thinning experiment in a Scots pine forest stand after 40-year investigations. *Journal of Forest Science*, 47: 356-365.
- JUODVALKIS A., KAIRIUKSTIS L., VASILIAUSKAS R. 2005. Effects of thinning on growth of six tree species in north-temperate forests of Lithuania. *European Journal of Forest Research*, 124: 187-192.
- KORSUŇ F. 1962. Hmotové tabulky pro borovici. *Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR*, 25: 171-204.
- NÄSLUND M. 1937. Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. In: *Meddelanden fran Statens Skogsforsöksanstalt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens*. Stockholm, 29: 121-169.
- NILSSON U., AGESTAM E., EKÖ P-M., ELFVING B., FAHLVIK N., JOHANSSON U., KARLSSON K., LUNDMARK T., WALLENTIN C. 2010. Thinning of Scots pine and Norway spruce monocultures in Sweden – Effects of different thinning programmes on stand level gross- and net stem volume production. *Studia Forestalia Suecia*, 219: 46 s.
- PAŘEZ J. 1985. Zhodnocení výzkumných ploch ve smrkových a borových porostech. *Jíloviště-Strnady, VÚLHM*: 102 s.
- PIROGOWICZ T. 1983. Wpływ trzebieży na produktywność i strukturę drzewostanów sosnowych na przykładzie stałych powierzchni doświadczalnych położonych w nadlesnictwach Ruciane, Krutyn i Ryjewo. *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*, 38 (3): 621-625.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Dostupné na World Wide Web: <http://www.R-project.org>.
- SCHMIDT A. 1973. Ertragsniveau und Standort dargestellt am Beispiel der Kiefer. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 92 (5): 268-274.
- 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*. Praha, ČZU, 1 CD-ROM.
- WENK G. 1973. *Ertragskundliche Grundlagen der Bestandesbehandlung*. Tharandt, Technische Universität Dresden: 237 s.
- WIEDEMANN E. 1948. *Die Kiefer*. Hannover, Schaper: 337 s.

THINNING OF MIDDLE-AGED SCOTS PINE STANDS - KERSKO EXPERIMENT

SUMMARY

The effects of thinning on the growth and yield of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) were investigated at two long-time experiments in Central Bohemia (Czech Republic). Both experiments, Kersko I and Kersko II were established in the Polabí region in 1962 in 33- (Kersko I) and 34-year-old (Kersko II) stands. The experimental sites lie at an altitude of 185 m above sea level. Mean annual temperature varied from 8.6 to 9.0 °C, mean annual precipitation from 501 to 550 mm. Geological bed is sandy gravel, soil type was determined as arenic cambisol. Kersko I included only two treatments: control (K) and thinning from above (Ů), while Kersko II included three plots with the treatments: control (K), thinning from above (Ů) and thinning from below (Pú). Area of each plot is 0.25 ha.

The stands were established by planting of Scots pine and White pine (spacing 1 × 1.6 m), but almost all White pines died before 1962. Prior to start of investigation in 1962, moderate thinning from below was performed in all plots. Experimental thinning was conducted three times: in 1962, 1967, and 1972 (Tab. 1). Initial number of trees per hectare (in 1962, before the first thinning) was 2170 (K) and 2230 (Ů) in the experiment Kersko I, and 2540 (K), 2530 (Ů) and 2510 (Pú) in the experiment Kersko II, respectively. In 1962, 17% (Kersko I-Ů), 20% (Kersko II-Ů) and 28% (Kersko II-Pú) amount of trees was removed by the first thinning. In 1967, 23% (Kersko I-Ů), 18% (Kersko II-Ů) and 25% (Kersko II-Pú) trees were removed by the second thinning and 36% (Kersko I-Ů), 41% (Kersko II-Ů) and 37% (Kersko II-Pú) trees were removed by the third thinning in 1972. Since 1972, only salvage cuttings have been done. Diameters of stems at breast height of all individuals and the heights on representative sets of trees ($n \geq 30$) were measured in five-year periods. Diameters were measured by a calliper with 1 mm accuracy, height of trees were measured by Blume-Leiss hypsometer with 0.5 m accuracy. The last measurement was done in 2007.

Higher natural mortality in control plots diminished the differences in number of trees between the treatments (Fig. 1). At the end of experiment (2007), average number of trees per hectare was 630 (K), 550 (Ů) and 460 (Pú). Initial numeric shift in value of stand DBH caused by thinning in Pú treatment disappeared approximately since 1992. At the end of experiment, average diameters of mean stem were 30.2 cm (K), 30.4 cm (Ů) and 30.0 cm (Pú), thus they differed negligibly (Fig. 2). Counting for dominant trees (based on the 100 thickest trees per hectare) average diameters were 39.5 cm (K), 38.3 cm (Ů), and 37.0 cm (Pú). In 1962, values of slenderness quotient of mean stem were unfavourable in all plots (Fig. 3) and varied from 105 to 117. Development of these quotients was similar in all treatments. At the end of investigation, average quotient of slenderness of mean stem was 97 (K), 92 (Ů) and 95 (Pú). Development of slenderness quotient of dominant trees was similar in all plots and without apparent relation with the treatments. We found the highest basal area per hectare in the control treatment (45 m² on average) at the end of experiment. It was 40 m² on average in Ů treatment, and 32 m² in Pú treatment. However, relevant differences occurred only in Kersko II, while there was a small difference in Kersko I. In 2007, average stand volume per hectare was 540 m³ (K), 450 m³ (Ů) and 370 m³ (Pú). Average total volume production per hectare (in the period of 1962–2007) was 740 m³ (K), 680 m³ (Ů) and 690 m³ (Pú). The difference between control and thinned plot was obvious in Kersko II, while there was negligible difference in Kersko I.

We can conclude that thinning in 33- or 34-yr-old pine stands did not have an expected impact on mean stem diameter as well as on diameter of dominant trees. Moreover, there is no clear relationship between the treatments and development of slenderness quotient of both mean stem and dominant trees. Basal area, stand volume and total volume production of control plot were considerably higher only in the case of Kersko II.

To interpret our results, we have to consider a low initial density of stand (6300.ha⁻¹) which became even thinner due to mortality of White pine sharing initially a half number of rows in plantation. Therefore, Scots pine trees had more space to grow also in the treatment without thinning (control plots). However, these control plots had experienced at least some thinning till the age of 34 years when the experiment was established. One could expect that the early thinning before 34th year affected a development of stands similarly and this approach caused small differences among treatments nowadays. Our results indicate that it is inappropriate to establish thinning experiments in middle-aged stands; this seems to be useless especially in trees with early-culminating increment, such as Scots pine. To affect Scots pine by thinning, we must start earlier at a stage of thicket.

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; e-mail: dusek@vulhmop.cz