

VLIV PRVNÍHO VÝCHOVNÉHO ZÁSAHU NA JEDLOVÉ MLAZINY

EFFECT OF FIRST THINNING ON FIR THICKETS

DAVID DUŠEK ✉ - JIŘÍ NOVÁK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Czech Republic

✉ e-mail: dusek@vulhmop.cz

ORCID: J. Novák 0000-0002-8032-9919

ABSTRACT

The effect of the first thinning in fir thickets 3–5 years after the intervention was evaluated at eleven sites. Two sub-plots were established at each site: one control and one thinned. One thousand promising fir trees per hectare in each plot were marked. These trees were then released from 1–2 competitors. The average annual increment of the mean stem diameter, slenderness ratio and crown ratio were evaluated on a set of target trees (1,000 silver-fir trees per hectare). The first thinning resulted in an acceleration of the diameter growth of the released target trees at most sites. Higher average diameter growth on the thinned treatment was recorded at ten of the eleven sites. On the thinned treatment, the mean slenderness ratio of the target firs was slightly more favourable at 82 compared to the control 87 (difference = -5.3; DF = 1,8; SE = 1.40; $p = 0.005$), and their mean crown ratio was also higher at 0.73 compared to the control at 0.68 (difference = 0.05; DF = 1,8; SE = 0.015; $p = 0.02$).

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: jedle bělokorá; *Abies alba*; tloušťkový přírůst; štíhlostní kvocient; korunový poměr

Key words: silver fir; *Abies alba*; diameter increment; quotient of slenderness; crown ratio

ÚVOD

Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) se v minulém století potýkala s velkými výkyvy vitality a zdravotního stavu, což v kombinaci s pro jedli nevyhovujícími hospodářskými opatřeními vedlo k úbytku jejího zastoupení v lesích nejen na našem území, ale i např. ve Španělsku, Itálii a Rumunsku (CAMARERO et al. 2011; GAZOL et al. 2015), Slovinsku (FICKO et al. 2011), Chorvatsku (UGARKOVIČ et al. 2021) nebo na Slovensku (BOŠELA et al. 2014). V posledních dekáдах je však zaznamenáno zlepšení zdravotního stavu jedle, a to především ve srovnání se smrkem ztepilým nebo borovicí lesní (OLIVA, COLINAS 2007; VITALI et al. 2017; MAROZAU et al. 2021; VENCURIK et al. 2022). Setrvávajícím faktorem limitujícím rychlejší návrat jedle na odpovídající stanoviště je silné poškození zvěří (KLOPČIČ et al. 2017).

Z charakteristik jedle bělokoré je pro její pěstování velmi důležitá vlastnost snášet stín (např. PALUCH, JASTRZEBSKI 2013). Při lesnickém hospodaření s jedlí toho lze využít i pro samovolnou diferenciaci mladých porostů vzniklých a odrůstajících pod clonou mateřského porostu (VENCURIK et al. 2020). Podobně lze postupovat i v případě podsadeb nebo podsíjí jedle pod dospělé (například smrkové nebo borové) nebo tzv. přípravné (například březové nebo osikové; MARTINÍK, KRÁSENSKÝ 2023) porosty s tím, že nedojde k jednorázovému nebo příliš rychlému odclonění. V takových diferencovaných porostech pak nemusí být výchovná opatření tak naléhavá a nákladná.

Se současným nízkým zastoupením jedle zejména v dospělých porostech však nelze spoléhat pouze na obnovu přirozenou nebo podsadbu a podsíje. Přímá výsadba na menší částečně stíněné obnovní prvky je

pro navýšení zastoupení jedle nutnou alternativou. U takto vzniklých porostů (tj. výsadba v kotlíku nebo na menší holinu), stejně tak u rychle nebo jednorázově odcloněných nárůstů nebo kultur) však již nelze spoléhat na samovolnou diferenciaci a upozadění aktivní výchovy.

V necloněných nastávajících mlazinách s jedlí probíhá intenzivní tloušťkový a výškový růst a zvyšuje se konkurence. To vede podobně jako u smrku (BRÜCHERT et al. 2000) k riziku zkracování korun a přestíhnutí (zvyšování štihlостního kvocientu). V případě smrku se dlouhodobě osvědčily modely výchovy založené na velmi silném zásahu v období zapojování korun (např. NOVÁK et al. 2015). Ty jsou však spojeny s porušením nejen horizontálního, ale i vertikálního zápoje, což jedlí vzhledem k jejím ekologickým nárokům nevyhovuje. Stín snášející jehličnany tedy většinou vyžadují odlišný přístup (WAGLE et al. 2022).

Cílem výchovy jedlových mlazin by tak mělo být co nejvíce zachovat rozrůzněnost v porostních skupinách. Výchovné zásahy by měly podpořit přírůst a vitalitu nadějných jedinců včetně dostatečné délky a pravidelnosti koruny (KADLUS, ZAKOPAL 1970; POLENO et al. 2009), avšak při zachování alespoň částečného vertikálního zápoje (KREJZLÍK 1958). Zkušenosti s výchovou zejména nejmladších jedlových mlazin na našem území jsou kvůli jejímu aktuálně nízkému zastoupení omezené. Založili jsme proto pokusné plochy na celkem jedenácti lokalitách a sledovali jejich vývoj po zásazích s cílem zjistit, jak se výchova projeví na tloušťkovém přírůstu, štihlостním kvocientu a korunovém poměru uvolněných jedinců.

MATERIÁL A METODIKA

Data o efektu výchovných zásahů pochází z jedlových mlazin z jedenácti lokalit (tab. 1). Na každé lokalitě byly založeny dvě dílčí plochy: jedna kontrolní a jedna zásahová. Výměra jednotlivých ploch se pohybovala od 0,01 do 0,04 ha. Na každé ploše byly vyznačeny nadějně stromy jedle v hektarovém počtu 1000 ks. Kritériem výběru nadějných stromů byl jejich dobrý zdravotní stav, absence poškození a deformací, dobře vyvinutá koruna a přibližně rovnoměrné rozmístění v ploše. Tyto pak byly na zásahové ploše uvolněny od 1–2 konkurentů. V případě dostatečně dlouhých živých korun (5 lokalit), kde se živé větve nacházely ve výšce 0–80 cm od země, byl zásah proveden komolením konkurentů ve výšce ca 1,5 m nad zemí, v ostatních případech (6 lokalit) došlo k odstranění celých stromků. V práci jsou analyzována data o výčetní tloušťce (celkem 11 lokalit) a výšce (celkem 9 lokalit) nadějných stromů od provedení prvních experimentálních výchovných zásahů (2018–2020) až po dosud poslední inventarizaci v roce 2023.

Na jedenácti lokalitách byl hodnocen vliv prvního výchovného zásahu v jedlových mlazinách 3–5 let od zásahu. Na souboru cílových stromů byl hodnocen průměrný roční tloušťkový přírůst středního kmene iD podle vzorce:

$$iD = \frac{DBH_{0+t} - DBH_0}{t},$$

kde DBH_0 je výčetní tloušťka na začátku sledování, DBH_{0+t} je výčetní tloušťka na konci periody sledování a t je počet let periody sledování.

Tab. 1.

Popis ploch a charakteristiky porostů s jedlí před provedením experimentálních zásahů
Plot description and characteristics of stands with fir before experimental thinning

Plocha ¹	Lokalizace ²	Soubor lesních typů ³	Nadm. výška ⁴ (m)	Rok založení experimentu ⁵	Horní výška ⁶ (m)	Hustota porostu ⁷ (ks/ha)	Zastoupení dřevin dle počtu stromů ⁸ (%)
Albrechtice	50°8'18.739"N, 15°59'19.860"E	2V <i>Fageto-Quercetum fraxinosum humidum</i>	275	2020	8,8	7700	JD 96, SM+BR+JIV 4
Červené vývraty*	49°37'0.701"N, 13°46'32.921"E	6P <i>Piceeto-Abietum variohumidum acidophilum</i>	700	2018	7,2	10400	JD 36, SM 51, BR 11, BO+BK+JIV 2
Dobřany*	50°19'56.916"N, 16°17'41.649"E	5K <i>Abieto-Fagetum acidophilum</i>	675	2020	8,1	3700	JD 95, BR+JIV 5
Doksy I.	50°33'44.691"N, 14°35'36.864"E	0K (<i>Querceto-Fagi</i>) <i>Pinetum acidophilum</i>	325	2019	8,3	5300	JD 71, BO 12, DB 11, SM+BR+BK+JR 6
Doksy II.	50°33'45.207"N, 14°35'32.326"E	0K (<i>Querceto-Fagi</i>) <i>Pinetum acidophilum</i>	325	2019	9,7	6100	JD 91, DB 7, BO+SM 2
Drhovice I.	49°24'11.153"N, 14°34'7.151"E	3V <i>Querceto-Fagetum humidum (fraxinosum)</i>	450	2018	6,8	4600	JD 91, DB+JV+BO 9
Drhovice II.	49°24'11.332"N, 14°34'1.701"E	3V <i>Querceto-Fagetum humidum (fraxinosum)</i>	450	2018	7,0	4400	JD 98, DB 2
Jahodov*	50°8'24.799"N, 16°21'0.045"E	5O (<i>Fageto</i>)- <i>Abietum variohumidum trophicum</i>	450	2019	5,4	5200	JD 100
Myší díra II*	49°35'45.931"N, 13°46'17.463"E	5P <i>Abietum piceosum variohumidum acidophilum</i>	650	2018	4,7	5600	JD 27, SM 64, OL+BK+JR+DB+BR 9
Padělky	49°23'47.093"N, 14°45'52.088"E	3K <i>Querceto-Fagetum acidophilum</i>	425	2018	10,1	5800	JD 66, DB 29, SM+BO 5
Ve vrstech*	49°35'56.186"N, 13°46'1.598"E	6O <i>Piceeto-Abietum variohumidum trophicum</i>	670	2018	7,2	3200	JD 78, SM 19, JIV 3

1 – Plot, 2 – Coordinates, 3 – Forest site according to VIEWEGH et al. (2003), 4 – Elevation, 5 – Year of establishment of experiment, 6 – Top height, 7 – Stand density (trees/ha), 8 – Species composition (JD – fir, SM – spruce, BR – birch, JIV – willow, BO – pine, BK – beech, DB – oak, JV – maple, OL – alder).

* zásah proveden komolením konkurenčních jedinců (thinning was done by top truncation of competitors)

Analogicky byl vypočítán i relativní průměrný roční tloušťkový přírůst riD podle vzorce:

$$riD = \frac{\log(DBH_{0+t}) - \log(DBH_0)}{t},$$

kde $\log$ je přirozený logaritmus.

Střední kmen (Dg) byl vyjádřen jako kvadratický průměr výčetních tlouštěk podle vzorce:

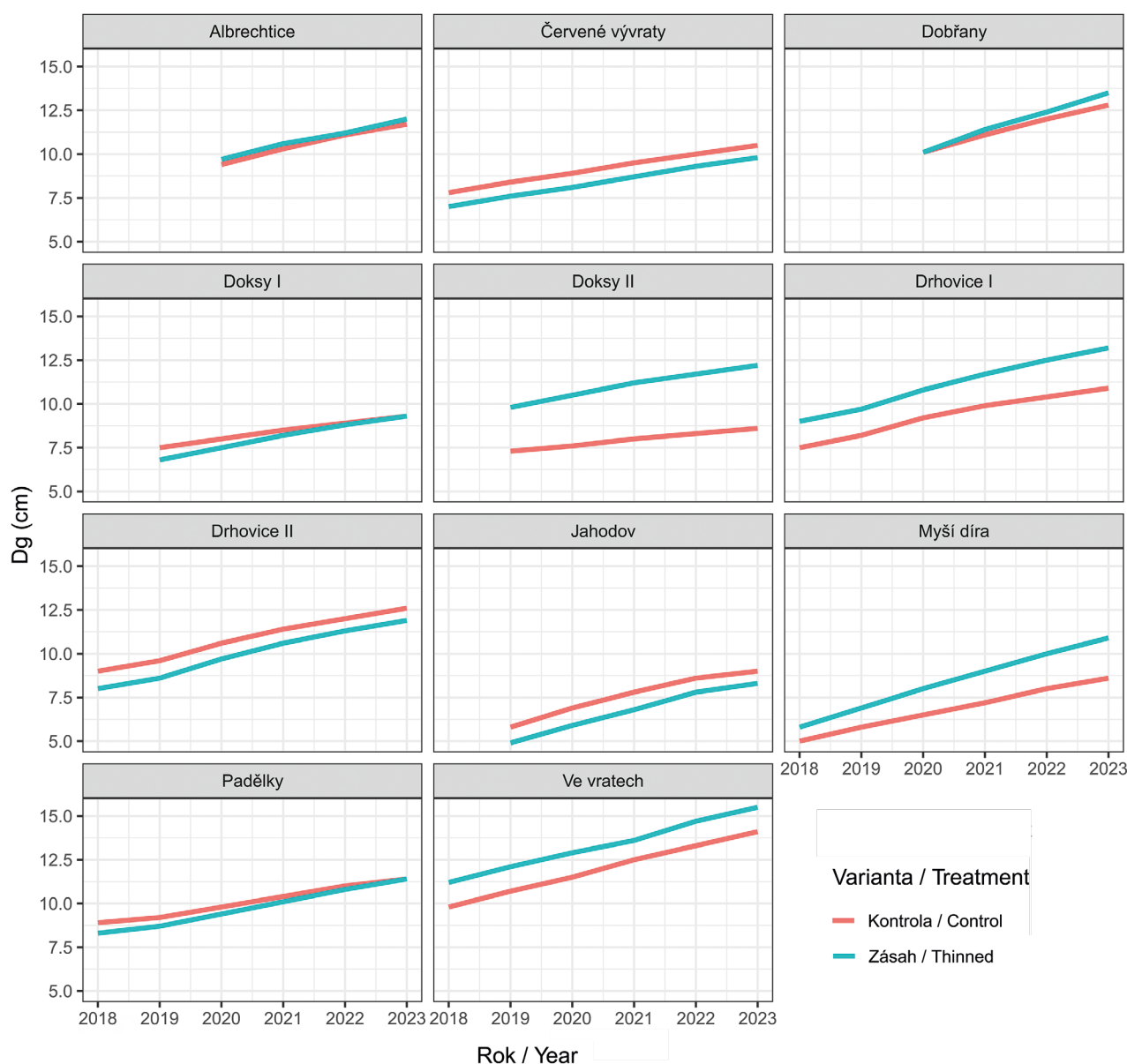
$$Dg = \sqrt{\frac{\sum DBH_i^2}{n}}$$

V devíti porostech byl vypočten štíhlostní kvocient (HD) měřených cílových stromů jako podíl výšky a výčetní tloušťky stromu a korunový poměr (CR) jako podíl výšky stromu a délky jeho živé koruny.

Statistické testy byly provedeny pomocí lineárního modelu (jednofaktorová ANOVA s blokovým uspořádáním pro iD a riD) a lineárního modelu se smíšenými efekty (pro H/D a CR) v knihovně nlme v prostředí statistického jazyka R.

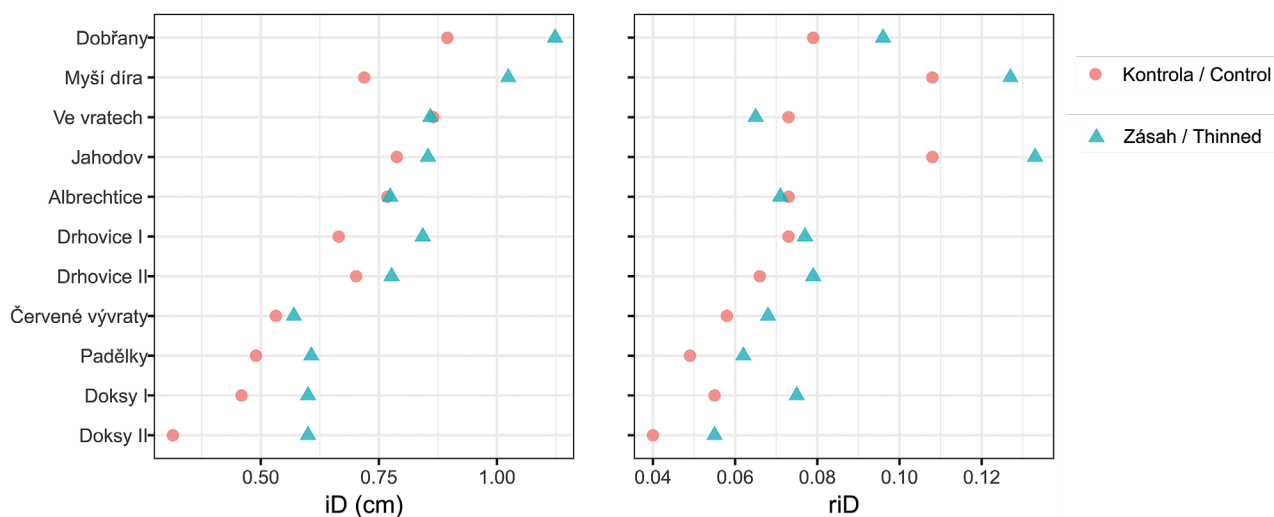
VÝSLEDKY

Tloušťka středního kmene se v době založení experimentálních ploch pohybovala od 4,9 do 11,2 cm. V roce 2023 se tloušťka středního kmene na jednotlivých plochách pohybovala v rozmezí od 8,3 do 15,5 cm, od 8,6 do 14,1 cm na kontrolních plochách a od 8,3 do 15,5 na plochách zásahových. První výchovné zásahy se na většině lokalit projeví v akceleraci tloušťkového přírůstu uvolněných cílových stromů (obr. 1 a 2). Vyšší průměrný tloušťkový přírůst na zásahové variantě byl zaznamenán na deseti z celkové jedenácti lokalit



Obr. 1. Vývoj tloušťky středního kmene cílových stromů jehle 3–5 let od prvního výchovného zásahu

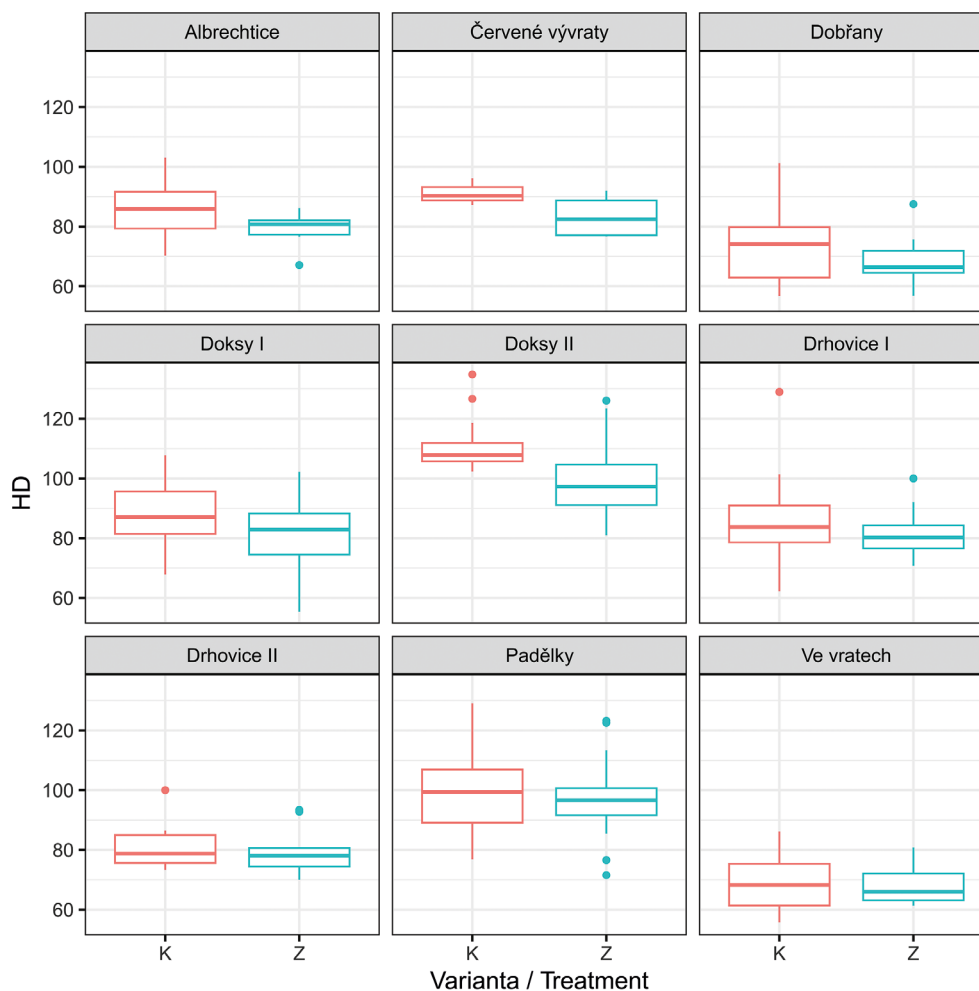
Fig. 1. Development of mean diameter of target fir trees for period of 3–5 years after thinning

**Obr. 2.**

Průměrný roční tloušťkový přírůst (iD) a relativní roční průměrný přírůst (riD) 3–5 let po prvních výchovných zásazích

Fig. 2.

Mean annual diameter increment (iD) and relative annual diameter increment (riD) for the period of 3–5 years after thinning

**Obr. 3.**

Krabicové grafy štíhlostního kvocientu (HD) cílových jedlí v roce 2023 podle lokalit a variant

Fig. 3.

Box plots of quotient of slenderness (HD) for target firs in 2023 by localities and treatment

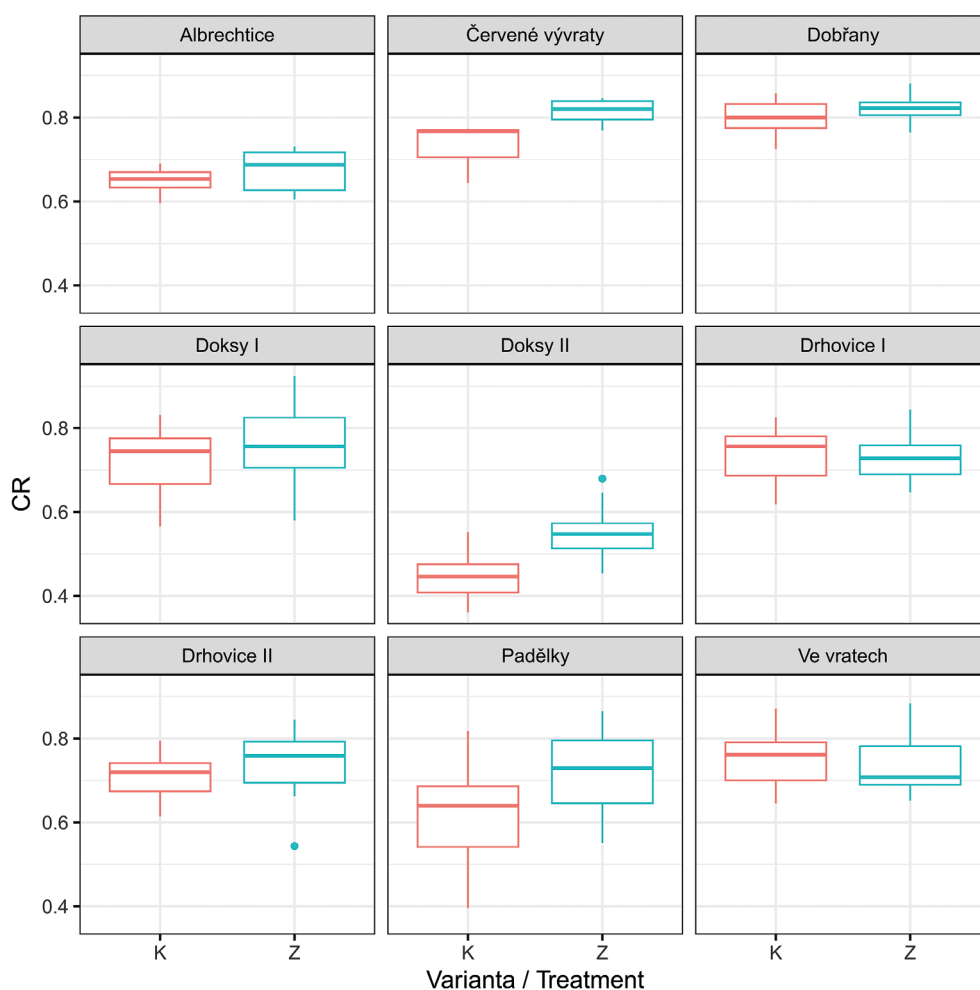
a vyšší relativní přírůst na osmi z jedenácti lokalit. Průměrný roční přírůst středního kmene cílových stromů *iD* byl na zásahové variantě ca 0,8 cm a na kontrole ca 0,7 cm (rozdíl = 0,13; DF= 1;10; SE = 0,032; $p = 0,003$). Relativní průměrný roční tloušťkový přírůst *riD* činil na zásahové variantě ca 0,08 a 0,07 na kontrole (rozdíl = 0,01; DF= 1;10; SE = 0,003; $p = 0,003$).

Rozdíly ve štíhlostním kvocientu a korunovém poměru kontrolní a zásahové varianty se při poslední revizi v roce 2023 projevily na většině lokalit (obr. 3 a 4) a již jsou statisticky detekovatelné. Na zásahové variantě byl průměrný *HD* cílových jedlí mírně příznivější 82 oproti kontrole 87 (rozdíl = -5,3; DF= 1;8; SE = 1,40; $p = 0,005$) a rovněž jejich průměrný *CR* dosahovalo vyšších hodnot 0,73 oproti kontrole 0,68 (rozdíl = 0,05; DF= 1;8; SE = 0,015; $p = 0,02$). Ačkoli jsou rozdíly v hodnotách *HD* a *CR* cílových stromů na kontrolní a zásahové variantě poměrně malé, jde o rozdíly za období pouhých 3–5 let od provedení prvního výchovného zásahu. Vzhledem k tomu, že se mlaziny nachází ve stadiu intenzivního výškového růstu, lze předpokládat další prohlubování rozdílů mezi variantami.

DISKUSE

Efekty výchovných zásahů jsou nejen v případě jedle zkoumány spíše v porostech starších (u jedle bělokoré např. ČATER 2016 nebo u jedle nádherné např. ZHANG et al. 2005). Informací o vlivu zásahů v mlazinách s jedlí je k dispozici méně. Přitom je známo, že jedle zejména ve směsích (s bukem a/nebo smrkem) potřebuje k udržení růstu pěstební podporu a ponechání směsi samovolnému vývoji vede většinou k ústupu jedle ze směsi (SZWAGRZYK et al. 2012; ŠTEFANČÍK 2019, 2023). Vysoká hustota porostů je pak spojená s vyšším (horším) štíhlostním kvocientem a menší korunou, jak potvrdili např. SHIBUYA et al. (2004) pro jedli sachalinskou v Japonsku.

Růstová reakce jedle na výchovné zásahy je obecně méně výrazná ve srovnání s dalšími jehličnany, např. smrkem nebo douglaskou (PÄÄTÄ-LO 2000; SCHELHAAS 2008; ATAR 2022). V případě velmi silné redukce hustoty však jedle dokázala reagovat významně vyšším tloušťkovým přírůstem, nezkracováním korun a snížením (zlepšením) štíhlostního kvocientu (JURČA 1971, 1973; WEISKITTEL et al. 2009). Podpora tloušťkového přírůstu takovými zásahy může i zkrátit dobu, kdy lze



Obr. 4.

Krabicové grafy korunového poměru (CR) cílových jedlí v roce 2023 podle lokalit a variant

Fig. 4.

Box plots of crown ratio (CR) for target firs in 2023 by localities and treatment

dosáhnout v porostech zastoupení komerčně zajímavých sortimentů dříví, jak potvrdili PITT, LANTEIGNE (2008) nebo GAUTHIER, TREMBLAY (2018) pro jedli balzámovou.

Velmi silné zásahy zaměřené na celkovou redukci hustoty mlaziny však vedou k dlouhodobějšímu narušení vertikálního zápoje, což může kolidovat s přirozenými ekologickými nároky jedle. Proto považujeme za velmi významné naše zjištění, že k podpoře tloušťkového přírůstu, zlepšení stability (snížení stíhlostního kvocientu) a zachování délky koruny vedly i zásahy zaměřené na individuální podporu (odstraněním 1–2 konkurentů) dominantních jedinců v jedlové mlazině, při které není významně narušen vertikální zápoj mladého porostu.

Naše výsledky, založené na sledování efektu uvolnění nadějných jedinců v počtu 1 tis. na hektar, jsou v souladu se zjištěním POTHIERA (2002), který zkoumal vývoj mlazin s převahou jedle balzámové v Kanadě po uvolnění 1200 až 2000 jedinců na hektar vůči kontrole bez zásahu. Kromě již výše zmíněných efektů (podpora délky korun a zlepšení stability) označil jako hlavní výsledek zásahu z pohledu lesnického hospodaření koncentraci tloušťkového přírůstu na uvolněných stromech v porostu. Stejně pozitivní efekty výchovy mlazin konstatovali pro tento druh jedle WAGLE et al. (2023) při výzkumech provedených v Maine, USA.

Výsledky v naší studii potvrdily, že provedené zásahy v jedlových mlazinách vedly k zachování delších korun u dominantních jedinců. To odpovídá doporučením, která pro takoveto mladé porosty formulovali již ZAKOPAL (1970) nebo později POLENO et al. (2009), tj. řídit jejich hustotu tak, aby si dominantní jedle mohly udržet přiměřeně dlouhé zelené koruny. Potvrzují to i zjištění SPATHELFA (2003), který na základě výzkumů provedených v Německu konstatoval zásadní roli výchovy pro podporu délky korun u jedle bělokore a smrku ztepilého.

Námi zkoumané zásahy tak podle dosažených výsledků mohou přispět nejen k podpoře růstu, ale i k žádoucí diferenciaci porostů s jedlí, jako adaptačního opatření. Dvojnásob to pak platí pro porosty smíšené, jak uvádějí CHAMPAGNE et al. (2023) na příkladu směsi jedle balzámové a břízy (papírovité a žluté) v Kanadě (Québec). Nelze opomenout ani další pozitivní efekt výchovných zásahů v mlazinách, tj. změnu porostního prostředí (podpora přísunu srážek apod.), kterou v jedlových porostech potvrzují DĂNESCU et al. (2018) nebo ČATER, LEVANIČ (2013).

ZÁVĚR

V rámci adaptačních opatření na klimatickou změnu se v lesích střední Evropy mimo jiné předpokládá návrat k vyššímu zastoupení jedle bělokore na vhodných stanovištích. V mnoha regionech je však současné zastoupení zejména dospělých jedlových porostů velmi malé a k dosažení uvedeného cíle je tak třeba využít i obnovou umělou. Takto vzniklé porosty pak ve fázi mlazin vyžadují aktivní přístup k výchově. Naše výsledky ukazují, že vhodným postupem je uvolnění dominantních jedlí v počtu ca jeden tisíc na jeden hektar ve fázi mlazin (horní výška 5 až 10 m). Zásahy vedly k podpoře tloušťkového přírůstu, zlepšení stíhlostního kvocientu a zachování delších korun, přičemž nebyl významně porušen vertikální zápoj mladých porostů. Při včasné zahájení výchovy, tj. před začátkem odumírání spodních přeslenů u korun, lze zásah provést i metodou komolení jedinců konkurujících dominantním jedlím.

Poděkování:

Článek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QK1910292 „Postupy pro podporu jedle bělokore v lesním hospodářství ČR“. Autoři tímto děkují i vlastníkům a správcům majetků, na nichž byly založeny a pro-

vozovány experimentální plochy s výchovou mladých jedlových porostů (Správa lesů města Tábora s.r.o., Městské lesy Doksy, s.r.o., Lesy ČR, s.p., LS Rychnov nad Kněžnou, Lesní družstvo Vysoké Chvojno, s.r.o. a Arcibiskupství pražské).

LITERATURA

- ATAR F. 2022. Eight-year results of precommercial thinning on growth parameters in *Picea orientalis* (L.) link stands, Scandinavian Journal of Forest Research, 37 (5–8): 330–337. DOI: 10.1080/02827581.2022.2117410
- BOŠELA M., PETRAS R., SITKOVÁ Z., PRIWITZER T., PAJTIK J., HLAVATA H., SEDMÁK R., TOBIN B. 2014. Possible causes of the recent rapid increase in the radial increment of silver fir in the Western Carpathians. Environmental Pollution, 184: 211–221. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.08.036
- BRÜCHERT F., BECKER G., SPECK T. 2000. The mechanics of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) mechanical properties of standing trees from different thinning regimes. Forest Ecology and Management, 135: 45–62. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00297-8
- CAMARERO J.J., BIGLER CH., LINARES J.C., GIL-PELEGRÍN E. 2011. Synergistic effects of past historical logging and drought on the decline of Pyrenean silver fir forests, Forest Ecology and Management, 262 (5): 759–769. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.05.009
- ČATER M., LEVANIČ T. 2013. Response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst. Forest Ecology and Management, 289: 278–288. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.10.021
- ČATER M. 2016. Does thinning affect the soil respiration in silver fir, beech and spruce predominating adult forest stands? Radovi Šumarskog Fakulteta Univerziteta U Sarajevu, 21 (1): 107–118. DOI: 10.54652/rsf.2016.v1.i1.287
- DĂNESCU A., KOHNLE U., BAUHUS J., SOHN J., ALBRECHT A.T. 2018. Stability of tree increment in relation to episodic drought in uneven-structured, mixed stands in southwestern Germany. Forest Ecology and Management, 415–416: 148–159. DOI: 10.1016/j.foreco.2018.02.030
- FICKO A., POLJANEC A., BONCINA A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? Forest Ecology and Management, 261 (4): 844–854. DOI:10.1016/j.foreco.2010.12.014
- GAUTHIER M.-M., TREMBLAY S. 2018. Precommercial thinning as a silvicultural option for treating very dense conifer stands. Scandinavian Journal of Forest Research, 33 (5): 446–454. DOI: 10.1080/02827581.2017.1418422
- GAZOL A., CAMARERO J.J., GUTIÉRREZ E., POPA I., ANDREU-HAYLES L., MOTTA R., NOLA P., RIBAS M., SANGUESA-BARREDA G., URBINATI C., CARRER M. 2015. Distinct effects of climate warming on populations of silver fir (*Abies alba*) across Europe. Journal of Biogeography, 42: 1150–1162. DOI: 10.1111/jbi.12512
- CHAMPAGNE E., DUMAIS D., RAYMOND P. 2023. Precommercial thinning increased diameter growth while maintaining mixedwood stands composition, 15 years after treatment. Canadian Journal of Forest Research, 53 (4): 255–270. DOI: 10.1139/cjfr-2022-0256
- JURČA J. 1971. Experiment se silnými zásahy v jedlové mlazině. Lesnictví, 17 (6): 521–536.
- JURČA J. 1973. Vliv silných zásahů na růst jedlových mlazin. Dílčí závěrečná zpráva výzkumného úkolu: Zhospodárnění výchovy

- mladých jehličnatých porostů. Brno. Vysoká škola zemědělská v Brně: 31 s.
- KADLUS Z., ZAKOPAL V. 1970. Pěstování jedle ve světle nových poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 16 (1): 24–32.
- KLOPČIČ M., MINA M., BUGMANN H., BONČINA A. 2017. The prospects of silver fir (*Abies alba* Mill.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) in mixed mountain forests under various management strategies, climate change and high browsing pressure. European Journal of Forest Research, 136: 1071–1090. DOI: 10.1007/s10342-017-1052-5
- KREJZLÍK J. 1958. Pro záchranu jedlin v oblasti středočeských chlumů na Křivoklátsku. Lesnická práce, 37 (3): 117–123.
- MAROZAU A., MIELCAREK M., KROK G., PALUCH R., CHILIŃSKI K. 2021. European silver fir – an alternative for the dying Norway spruce in Białowieża Forest? Folia Forestalia Polonica, 63 (2): 150–166. DOI: 10.2478/ffp-2021-0016
- MARTINÍK A., KRÁSENSKÝ J. 2023. Spontánní obnova jedle bělokoré pod porosty s převahou topolu osiky. Zprávy lesnického výzkumu, 68 (3): 140–148. DOI: 10.59269/zlv/2023/3/699
- NOVÁK J., DUŠEK J., KACÁLEK D., SLODIČÁK M. 2015. Parametry stability různě vychovávaných smrkových porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 60: 177–187.
- OLIVA J., COLINAS C. 2007. Decline of silver fir (*Abies alba* Mill.) stands in the Spanish Pyrenees: Role of management, historic dynamics and pathogens. Forest Ecology and Management, 252 (1–3): 84–97. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.017
- PÄÄTALO M.-L. 2000. Risk of snow damage in unmanaged and managed stands of Scots pine, Norway spruce and birch. Scandinavian Journal of Forest Research, 15: 530–541. DOI: 10.1080/028275800750173474
- PALUCH J. G., JASTRZEBSKI R. 2013. Natural regeneration of shade-tolerant *Abies alba* Mill. in gradients of stand species compositions: Limitation by seed availability or safe microsites? Forest Ecology and Management, 307: 322–332. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.06.035
- PITT D., LANTEIGNE L. 2008. Long-term outcome of precommercial thinning in northwestern New Brunswick: Growth and yield of balsam fir and red spruce. Canadian Journal of Forest Research, 38 (3): 592–610. DOI: 10.1139/X07-132
- POLENO Z. et al. 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 951 s.
- POTHIER D. 2002. Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand. Forest Ecology and Management 168, 177–186. DOI: 10.1016/S0378-1127(01)00738-1
- SHIBUYA M., HAGA N., SASAKI T., KIKUCHI S., HARUKI M., NODA M., TAKAHASHI K., MATSUDA K. 2004. Stand and self-thinning dynamics in natural *Abies* stands in northern Hokkaido. Japan. Ecological Research, 19: 301–309. DOI: 10.1111/j.1440-1703.2004.00639.x
- SCHELHAAS M.J. 2008. The wind stability of different silvicultural systems for Douglas-fir in the Netherlands: a model-based approach. Forestry, 81 (3), 399–414. DOI: 10.1093/forestry/cpn028
- SPATHELF P. 2003. Reconstruction of crown length of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) – technique, establishment of sample methods and application in forest growth analysis. Annals of Forest Science, 60 (8): 833–842. DOI: 10.1051/forest:2003078
- SZWAGRZYK J., SZEWCZYK J., MACIEJEWSKI Z. 2012. Shade-tolerant tree species from temperate forests differ in their competitive abilities: A case study from Roztocze, south-eastern Poland. Forest Ecology and Management, 282: 28–35. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.06.031
- ŠTEFANČÍK I. 2019. Porovnanie rastu jedle bielej (*Abies alba* Mill.) v rovnorodom a zmiešaných porostoch smreka, jedle a buka. Zprávy lesnického výzkumu, 64 (2): 94–101.
- ŠTEFANČÍK I. 2023. Vývoj vybraných zmiešaných ihličnato-listnatých porastov v režime bezzásahovosti. Zprávy lesnického výzkumu, 68 (3): 129–139. <https://doi.org/10.59269/ZLV/2023/3/698>
- UGARKOVIĆ D., JAZBEC A., SELETKOVIĆ I., TIKVIĆ I., PAULIĆ V., OGNJENOVIC M., MARUŠIĆ M., POTOČIĆ N. 2021. Silver fir decline in pure and mixed stands at western edge of spread in Croatian Dinarides depends on some stand structure and climate factors. Sustainability, 13: 606. DOI: 10.3390/su13116060
- VENCURIK J., KUCBEL S., SANIGA M., JALOVIAK P., SEDÁKOVÁ D., PITTNER J., PAROBKOVÁ Z., BOSELA M. 2020. Growth dynamics of the Norway spruce and silver fir understory in continuous cover forestry. iForest, 13: 56–64. DOI: 10.3832/ifer3183-012
- VENCURIK J., SEDÁKOVÁ D., BAČA M., JALOVIAK P., KUCBEL S. 2022. Rastové reakcie ihličnatých drevín na meniace sa klimatické podmienky vo výberkovom lese: prípadová štúdia. Zprávy lesnického výzkumu, 67 (3), 203–212.
- VIEWEGH J., KUSBACH A., MIKESKA M. 2003. Czech forest ecosystem classification. Journal of Forest Science, 49 (2): 74–82.
- VITALI V., BÜNTGEN U., BAUHAUS J. 2017. Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in southwestern Germany. Global Change Biology, 23: 5108–5119. DOI: 10.1111/gcb.13774
- WAGLE B.H., WEISKITTEL A.R., KIZHA A.R., BERRILL J.-P., D'AMATO A.W., MARSHALL D. 2022. Long-term influence of commercial thinning on stand structure and yield with/without pre-commercial thinning of spruce-fir in northern Maine, USA. Forest Ecology and Management, 522: 120453. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120453
- WAGLE B.H., WEISKITTEL A.R., BERRILL J.-P., KIZHA A.R., D'AMATO A.W., MARSHALL D. 2023. Tree-level responses to commercial thinning in spruce-fir forests across northern Maine, USA. Forest Ecology and Management, 546: 121358. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121358
- WEISKITTEL A.R., KENEFIC L.S., SEYMOUR R.S., PHILLIPS L.M. 2009. Long-term effects of precommercial thinning on the stem dimensions, form and branch characteristics of red spruce and balsam fir crop trees in Maine, USA. Silva Fennica, 43 (3): 397–409. DOI: 10.14214/sf.196
- ZAKOPAL V. 1970. Pěstování jedle s ohledem na její chřadnutí a ústup. Lesnická práce, 49 (9): 402–411.
- ZHANG J., OLIVER W.W., POWERS R.F. 2005. Long-term effects of thinning and fertilization on growth of red fir in northeastern California. Canadian Journal of Forest Research, 35 (6): 1285–1293. DOI: 10.1139/x05-048

EFFECT OF FIRST THINNING ON FIR THICKETS

SUMMARY

In the last century, white fir (*Abies alba* Mill.) has faced large fluctuations in its forest representation not only in our territory, but also in Spain, Italy and Romania (CAMARERO et al. 2011; GAZOL et al. 2015), Slovenia (FICKO et al. 2011), Croatia (UGARKOVIČ et al. 2021) and Slovakia (BOŠELA et al. 2014). However, in recent decades, an improvement in the health status of fir has been recorded, especially in comparison to spruce-fir or Scots pine (OLIVA, COLINAS 2007; VITALI et al. 2017; MAROZAU et al. 2021; VENCURIK et al. 2022). A persistent factor limiting a faster return of fir to appropriate habitats is severe damage by wildlife (KLOPČIČ et al. 2017).

As a part of adaptation measures to climate change, a return to a higher proportion of white fir in suitable habitats is expected in the forests of Central Europe. In many regions, however, the current representation of mature fir stands is very low, and artificial regeneration is therefore needed to achieve this objective. Such stands require an active management approach in the thickets phase.

The aim of fir thickets management should be to maintain diversity in stand groups as much as possible. Thinning should promote the growth and vigour of promising individual trees, including sufficient length and regularity of the crown (KADLUS, ZAKOPAL 1970; POLENO et al. 2009), while maintaining at least a partial vertical cover (KREJZLÍK 1958). Experience with the thinning of especially the youngest fir coppice in our area is limited due to its currently low abundance. Therefore, we established experimental plots at a total of eleven sites (Tab. 1), and monitored their development after the interventions in order to determine how thinning affected the diameter increment, slenderness quotient, and crown ratio of released individuals.

Two sub-plots were established at each site: one control and one with thinning. The area of each plot ranged from 0.01 ha to 0.04 ha. In each plot, promising fir trees were marked in a hectare number of 1,000. In the case of sufficiently long live crowns (5 sites), the intervention was carried out by felling competitors at a height of ca. 1.5 m above the ground, in other cases (6 sites) whole trees were removed.

The thinning has led to the promotion of diameter growth, improvement of the slenderness quotient and the maintenance of longer crowns (Fig. 1, 2, 3 and 4), while the vertical cover of young stands has not been significantly compromised. In the case of an early start of thinning, i.e. before the beginning of the death of the lower branches at the crowns, the intervention can also be carried out by the method of coppicing individuals competing with the dominant firs.

Zasláno/Received: 07. 01. 2024

Přijato do tisku/Accepted: 23. 01. 2024