

ŠTRUKTÚRA, RAST A KLIMATICKÁ SENZITIVITA PRIRODZENEJ OBNOVY SMREKA OBYČAJNÉHO (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) A JEDLE BIELEJ (*ABIES ALBA* MILL.) VO VÝBERKOVÝCH LESOCH SEVEROZÁPADNÝCH KARPÁT

STRUCTURE, GROWTH AND CLIMATE SENSITIVITY OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) AND SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) NATURAL REGENERATION IN SELECTION FORESTS OF THE NORTHWESTERN CARPATHIANS

JAROSLAV VENCURIK¹⁾ - STANISLAV KUCBEL¹⁾ - ZORA SNOPKOVÁ²⁾

¹⁾Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen

²⁾Slovenský hydrometeorologický ústav, Banská Bystrica

ABSTRACT

In four mixed selection forests of northwestern Carpathians (Slovak Republic) we analysed the structure and height growth of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration. In the period 2002–2004, the diameter structure of the stands (all living trees of dbh > 8 cm) was assessed in each research object. Moreover, in the series of 104 square sample plots with the size of 100 m², the density of natural regeneration (individuals of dbh ≤ 8 cm) was recorded. For the older saplings (h > 1.3 m, dbh ≤ 8 cm) the following characteristics were measured: height (H), crown width (CW), length of living crown (CL), diameter at breast height (dbh) and height increments of the last 10 years (HI). Subsequently, the derived characteristics were calculated: relative crown length (RCL), crown width ratio (CWR), mean increment during the last three years (MHI) and relative growth ratio (RGR). The influence of temperature and precipitation on the height growth of Norway spruce and Silver fir was analysed using the modified standard index chronology. The average density of natural regeneration in particular research objects ranged between 9,054 ± 4,012 ha⁻¹ and 23,720 ± 11,705 ha⁻¹. The proportion of older saplings was only 6–17% (11% on average) from the total regeneration density. Compared to Norway spruce, Silver fir reached significantly higher ($p < 0.01$) values of MHI and RGR in most cases. Correlation and regression analysis confirmed moderate to strong correlation between the standardized indices and mean temperature or precipitation in selected periods ($R_{\max} = 0.34$ – 0.66 and 0.15 – 0.75 , respectively).

Kľúčové slová: výberkový les, prirodzená obnova, výškový prírastok, smrek, jedľa

Key words: selection forest, natural regeneration, height increment, Norway spruce, Silver fir

ÚVOD

Výberkový hospodársky spôsob (jednotlivá forma) je jedným z najčastejšie používaných pestovných postupov pri obhospodarovaní rôznovekých diferencovaných porastov. Má pomerne dlhú tradíciu v horských lesoch strednej Európy, predovšetkým v smrekovo-bukových a jedľovo-smrekových lesných spoločenstvách, zriedkavo tiež v listnatých lesoch (SMITH et al. 1997; SCHÜTZ 2001a, b). Základom kontinuálnej funkčnosti výberkového lesa je spontánna, nepretržitá prirodzená obnova pod clonou porastu, ktorá sa vyskytuje jednotlivo alebo na malých plochách (SCHÜTZ 1989; KORPEL, SANIGA 1993). Jej štruktúru a dynamiku ovplyvňuje rôznou mierou viacerých faktorov – klíma, podmienky stanovišta, štruktúra porastu, škodcovia atď. (JALLOVIAR 2000, 2004, 2006; DOBROWOLSKA 1998; DUC 2002; PALUCH 2005a, b; ČAVLOVIČ et al. 2006). Vzhľadom na nízku intenzitu slnečného žiarenia v porastovom vnútri, sa v podmienkach výberkového lesa môžu prirodzene obnovovať len dreviny tolerantné k zatieneniu, predovšetkým smrek, jedľa a buk (SCHÜTZ 2001a). Pri relatívnej hodnote difúzneho žiarenia cca 6 % dochádza k postupnému odumieraniu

jedincov prirodzenej obnovy smreka, pri jedli je táto hranica posunutá nižšie (DIACI, FIRM 2011).

Usmerňovanie svetelných podmienok v rôznovekých zmiešaných lesoch je jedným z najdôležitejších nástrojov pre ovplyvnenie rastu prirodzenej obnovy smreka a jedle. Touto problematikou sa podrobne zaoberali viacerí autori (ROBAKOWSKI et al. 2004a, b; GRASSI et al. 2004; FILIPIAK et al. 2005; STANCIOIU, O'HARA 2006; SZYMURA 2005; DIACI, FIRM 2011; LIN et al. 2012). V dôsledku clonenia je výškový rast prirodzenej obnovy v týchto podmienkach zväčša silne redukovaný, čo v kombinácii s intenzívnejším rastom laterálnych výhonkov môže mať za následok vytváranie plochých, tzv. dáždnikových korún stromov (SCHÜTZ 1989; KORPEL, SANIGA 1993).

Okrem svetla (žiarenia) ovplyvňujú rast prirodzenej obnovy tiež klimatické faktory – teplota, zrážky atď. (KOZLOWSKI, PALLARDY 1997; BARNES et al. 1998). Ich vplyv na rastové procesy vo výberkových lesoch bol však doposiaľ pomerne málo preskúmaný (KERN 1966; MITSCHERLICH 1981; SCHÜTZ 1989, 2001a). Heterogénna výberková štruktúra zamedzuje výskytu náhlych zmien mikroklimatických

podmienok vo vnútri porastu. V prízemnom horizonte vykazuje výberkový les v porovnaní s lesom vekových tried vyrovnanejší teplotný priebeh, oceánickú mikroklimu, zvýšenú vzdušnú vlhkosť, nižšiu mieru transpirácie a menšie previevanie porastu. Okrem toho sa výberkový les vyznačuje väčšou variabilitou mikroklimatických podmienok v porastovom vnútri, čo KERN (1966) pokladá za významnú ekofyziológickú výhodu vo vzťahu k prirodzenej obnove.

Cieľom príspevku bola analýza štruktúry a výškového rastu prirodzenej obnovy smreka obyčajného (*Picea abies* /L./ Karst.) a jedle bielej (*Abies alba* Mill.) v zmiešaných výberkových lesoch severozápadných Karpát. V nadväznosti na cieľ práce sme sa zamerali predovšetkým na: (1) kvantifikáciu hodnôt základných porastových veličín a rozbor štruktúry prirodzenej obnovy v skúmaných výberkových lesoch; (2) porovnanie výškového rastu a morfológických charakteristík korún prirodzenej obnovy smreka a jedle; (3) analýzu vplyvu klimatických charakteristík (teplota, zrážky) na výškový rast prirodzenej obnovy.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika výskumných objektov

Výskumné objekty v tejto práci boli rôznoveké (tzv. výberkové) zmiešané lesy nachádzajúce sa v severozápadnej časti karpatského regiónu v Slovenskej republike (tab. 1). Výskumné plochy boli založené v troch lokalitách: Volovské vrchy (dielce M50 a M149), Nízke Tatry (dielce K632) a Oravské Beskydy (dielce O163). Výberkové lesy sa nachádzali v nadmorskej výške 650 (dielce M50) až 950 m n. m (dielce K632). Geologické podložie v jednotlivých objektoch bolo tvorené žulou, fylitom, rulou a flyšovým pieskovcom. Prevládajúcimi pôdnymi typmi boli rankrové pôdy a kambizeme. Priemerná ročná teplota sa pohybovala od 4,6 do 7,3 °C. Ročné zrážkové úhrny kolísali od 600 do 1100 mm. Podľa ZLATNÍKOVEJ (1976) typologickej školy sa jednalo o porasty na kyslých stanovištiach – skupiny lesných typov *Fagetum quercino-abietinum*, *Fageto-Abietum nst.* a *Fagetum abietino-piceosum*. Lesné spoločenstvá boli tvorené prevažne smrekom (*P. abies*) a jedľou (*A. alba*) v rôznom pomere. V dielcoch M50 a M149 (Volovské vrchy) bola vo väčšom rozsahu zastúpená tiež borovica (*Pinus sylvestris* L.). Z ostatných drevín sa jednotlivito vyskytovali smrekovec opadavý (*Larix decidua* Mill.), buk lesný (*Fagus sylvatica* L.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.) a jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia* L.). Porastová

štruktúra skúmaných výberkových lesov bola zväčša výrazne diferencovaná, s nepravidelným výskytom hlúčikov prirodzenej obnovy (hlavne smreka a jedle). Uvedené porasty boli v posledných 30 až 40 rokoch nepretržite obhospodarované výberkovým hospodárskym spôsobom a intenzívne skúmané Katedrou pestovania lesa TU vo Zvolene (KORPEL, SANIGA 1993; SANIGA, SZANYI 1998; SANIGA, VENCURIK 2007).

Metodika merania a vyhodnocovania údajov

V každom výskumnom objekte boli v rokoch 2002 až 2004 zmerané hrúbky všetkých živých stromov s $d_{1,3} > 8$ cm. Údaje pre zistenie štruktúry prirodzenej obnovy (jedince s hrúbkou $d_{1,3} \leq 8,0$ cm) boli získané v roku 2003 na sérii štvorcových výskumných plôch s výmerou 100 m² (10 × 10 m). Počet plôch bol zvolený proporcionálne k výmere dielcov, približne 2 plochy/1 ha (dielce M50 a M149), resp. 5 plôch/1 ha (dielce K632 a O163). Celkovo bolo založených 104 plôch. Na každej výskumnej ploche sa evidovali jedince prirodzenej obnovy podľa jednotlivých druhov drevín v nasledovných kategóriách: semenáčky s výškou $\leq 0,2$ m; 0,2 m < mladší dorast $\leq 1,3$ m; starší dorast = $h > 1,3$ m, hrúbka $d_{1,3} \leq 8,0$ cm. Na jedincoch odrastenejšej prirodzenej obnovy (starší dorast) sa následne merali tieto biometrické charakteristiky: výška jedinca (H), šírka koruny (CW), dĺžka živej časti koruny, od vrcholu po poslednú živú vetvu (CL), hrúbka kmienka vo výške 1,3 m ($d_{1,3}$), dĺžky terminálnych výhonov desiatich najvyšších praslénov (HI). Na meranie výšky jedinca (H) a dĺžky terminálnych výhonov (HI) sa použila výškomerná teleskopická lata mEssfix-S' s dĺžkou 8 m. Následne sa vypočítali tieto odvodené charakteristiky: relatívna dĺžka koruny (RCL = dĺžka živej časti koruny/výška jedinca × 100), relatívna šírka koruny (CWR = šírka koruny/dĺžka živej časti koruny × 100), priemerná hodnota dĺžky terminálneho výhona troch najvyšších praslénov – prírastok (MHI = priemer výškových prírastkov za posledné 3 roky) a relatívny prírastok (RGR = prírastok/výška jedinca × 100) (SZYMURA 2005). Poškodené jedince boli vyškrtnuté z ďalších analýz.

Pre modelovanie empirických údajov rozdelenia hrúbok stromov s $d_{1,3} > 8$ cm v jednotlivých porastoch bola použitá negatívna exponenciálna funkcia. Hrúbková štruktúra medzi jednotlivými výskumnými objektmi (dielcami) bola porovnávaná pomocou Kolmogorovovho-Smirnovovho testu. Zásoby boli vypočítané podľa tabuliek taríf pre výberko-

Tab. 1.

Charakteristika výskumných objektov
Characteristics of research objects

	Dielce ¹			
	M50	M149	K632	O163
Zemepisná šírka ² [°S]	48°46'45"	48°46'59"	48°52'30"	49°32'17"
Zemepisná dĺžka ³ [°V]	20°47'57"	20°48'18"	19°14'18"	19°30'00"
Výmera dielca ⁴ [ha]	13,14	15,79	2,50	6,46
Nadmorská výška ⁵ [m]	650–680	750–790	910–950	860–880
Sklon svahu ⁶ [%]	15	25	85	25
Expozícia ⁷	SV	Z	SZ	JZ
Geologické podložie ⁸	Fylit, rula	Fylit, rula	Žula	Flyš. pieskovec
Pôdny typ ⁹	Kambizem	Kambizem	Rankrová pôda	Kambizem
Priemerná ročná teplota ¹⁰ [°C]	6,2	6,2	7,3	4,6
Ročný zrážkový úhrn ¹¹ [mm]	600	600	900	1100
Skupina lesných typov ¹² (ZLATNIK 1976)	<i>Fagetum quercino-abietinum</i>	<i>Fageto-Abietum nst.</i>	<i>Fagetum-abietino-piceosum</i>	<i>Fagetum-abietino-piceosum</i>

¹forest stand; ²latitude; ³longitude; ⁴forest stand area; ⁵altitude; ⁶slope; ⁷aspect; ⁸bedrock; ⁹soil type; ¹⁰mean annual temperature; ¹¹annual precipitation; ¹²ecosite

vé porasty (HALAJ 1963). Významnosť rozdielov medzi odvodenými biometrickými charakteristikami (MHI, RGR, RCL, CWR) smreka a jedle bola overovaná Studentovým t-testom. Na zabezpečenie normality dát (RGR, RCL, CWR) bola použitá arcsinusová transformácia (ZAR 1999).

Pre zistenie vplyvu vybraných klimatických charakteristík (teplota, zrážky) na výškový rast smreka a jedle bola použitá modifikovaná metóda štandardizovanej indexovej chronológie (PRETZSCH 2002). Priebeh ročného výškového prírastku (HI_t) za obdobie rokov 1994 až 2003 bol pri každom skúmanom jedincovi prirodzenej obnovy vyrovnaný lineárnou funkciou (vyrovnané hodnoty E_t), čím sa odstránil vplyv veku a pestovných zásahov na jeho výškový rast. Pre jednotlivé roky boli následne vypočítané hodnoty štandardizovaných indexov ($I_t = HI_t/E_t$), ktoré boli korelované s klimatickými charakteristikami. Klimatické údaje (priemerné mesačné teploty a zrážkové úhrny) za obdobie rokov 1993 až 2003 pre jednotlivé výskumné objekty boli získané na základe meraní najbližších klimatologických staníc – Švedlár (48°48'S, 20°43'V, 472 m n. m.), Liptovská Osada (48°56'S, 19°15'V, 616 m n. m.) a Oravské Veselé (49°28'S, 19°22'V, 760 m n. m.). Všetky štatistické vyhodnotenia boli uskutočnené pomocou softwaru Statistica 6.0.

Výsledky a diskusia

V skúmaných výberkových lesoch kolísala početnosť živých stromov s hrúbkou $d_{1,3} > 8$ cm od 403 ks.ha⁻¹ (M149) do 516 ks.ha⁻¹ (M50), kruhová základňa od 27,2 m².ha⁻¹ (O163) do 41,4 m².ha⁻¹ (M50) a zásoba od 287 m³.ha⁻¹ (K632) do 463 m³.ha⁻¹ (M50, tab. 2). Porovnanie empirických údajov rozdelenia hrúbkových početností medzi jednotlivými dielcami potvrdilo vo všetkých prípadoch značnú diverzitu hrúbkových štruktúr ($p < 0,05$). Aj napriek tomuto zisteniu hodnoty rozptylov použitých negatívnych exponenciálnych kriviek poukazovali na pomerne vyváženú výberkovú štruktúru v dielcoch M149 ($R^2 = 0,877$), K632 ($R^2 = 0,870$) a O163 ($R^2 = 0,788$). Výnimkou bol dielec

M50 ($R^2 = 0,435$), ktorý sa nachádzal v prebudove na výberkový les a vyznačoval sa nadmerným zastúpením stromov (prevažne borovice) vo vyšších hrúbkových triedach ($32 < d_{1,3} \leq 52$ cm). Dominantnou drevinou v dielcoch K632 a O163 bol smrek so zastúpením > 80 % zo zásoby porastu. Zastúpenie jedle (< 16 %) a ostatných listnatých drevín (< 1 %) tu bolo relatívne nízke. Naopak, v dielcoch M50 a M149 nepresiahlo zastúpenie smreka zo zásoby 12 %. Dielec M50 mal v porovnaní s dielcom M149 vyššie zastúpenie borovice (72 %, resp. 20 %), a naopak nižšie zastúpenie jedle (11 %, resp. 58 %) a buka v poraste (5 %, resp. 12 %).

Priemerná hustota prirodzenej obnovy (t. j. početnosť všetkých jedincov od semenáčikov po starší dorast s hrúbkou $d_{1,3} \leq 8$ cm) varíovala v skúmaných dielcoch od $9\ 054 \pm 4012$ ks.ha⁻¹ (O163) do $23\ 720 \pm 11\ 705$ ks.ha⁻¹ (K632), so všeobecným priemerom $15\ 626 \pm 6231$ ks.ha⁻¹ (tab. 3). Odrastenejšia prirodzená obnova ($h > 1,3$ m, $d_{1,3} \leq 8,0$ cm) tvorila len 6–17 % (v priemere 11 %) z celkovej obnovy. Najväčšia početnosť jedincov staršieho dorastu bola zistená v dielci M50 ($2\ 309 \pm 1673$ ks.ha⁻¹), najmenšia v dielci K632 (1488 ± 1498 ks.ha⁻¹). Prirodzená obnova v skúmaných dielcoch bola tvorená smrekom (zastúpenie 36–78 % z celkovej obnovy, resp. 22–58 % zo staršieho dorastu), jedľou (17–61 %, resp. 26–66 %) a inými, prevažne listnatými drevinami v rôznom pomere (2–8 %, resp. 4–24 %). Dostatočná prirodzená obnova jedle a smreka zohráva kľúčovú úlohu pri zachovaní vyváženej štruktúry výberkového lesa. Počty jedincov prirodzenej obnovy vo všetkých skúmaných výberkových porastoch prevyšovali minimálne počty zistené DUCOM (1991) vo výberkových lesoch švajčiarskeho Emmentalu. V smrekovo-jedľových výberkových lesoch na Slovensku dosahujú počty jedincov prirodzenej obnovy vo väčšine prípadov viac ako $10\ 000$ ks.ha⁻¹ (KORPEL, SANIGA 1993; SANIGA, SZANYI 1998), čo sa zhoduje aj s našimi výsledkami. Rast prirodzenej obnovy vo výberkovom lese úzko súvisí so zásobou (hustotou) stromov strednej a hornej vrstvy (SCHÜTZ 1989; ČAVLOVIĆ et al. 2006). Vysoké zastúpenie borovice (72 %) v hornej vrstve výberkového lesa v dielci M50 však vytvára aj napriek vysokej zásobe porastu (463 m³.ha⁻¹) optimálne podmienky pre vznik a prežívanie jedincov prirodzenej obnovy.

Tab. 2.

Základné porastové charakteristiky živých stromov ($d_{1,3} \geq 8$ cm) v skúmaných výberkových lesoch
Basic stand characteristics of the living trees (dbh ≥ 8 cm) in investigated selection forests

Porastové charakteristiky ¹	Dielec ²			
	M50	M149	K632	O163
Počet stromov [N.ha ⁻¹] ³	516	403	478	512
Smrek [%] ⁴	35,7	14,4	96,3	80,3
Jedľa [%] ⁵	15,5	56,1	2,7	19,7
Iné ⁶ [%] ⁶	48,8	29,5	1,0	n/a
Kruhová základňa [m ² .ha ⁻¹] ⁷	41,4	27,8	29,7	27,2
Smrek [%]	14,4	10,4	96,9	82,1
Jedľa [%]	11,1	55,7	2,8	17,9
Iné [%]	74,5	33,9	0,3	n/a
Zásoba [m ³ .ha ⁻¹] ⁸	463	313	287	298
Smrek [%]	11,6	9,3	96,4	84,0
Jedľa [%]	10,5	57,5	3,4	16,0
Iné [%]	77,9	33,2	0,2	n/a
Maximálna hrúbka $d_{1,3}$ [cm] ⁹	58	78	70	54

¹stand characteristics; ²forest stand; ³stem density; ⁴Norwy spruce; ⁵Silver fir; ⁶others; ⁷basal area; ⁸growing stock; ⁹maximum dbh
⁴borovica lesná/Scots pine, buk lesný/European beech, javor horský/sycamore maple, jaseň štíhly/common ash, jarabina vtáčia/rowan

Celkovo bolo v skúmaných dielcoch zmeraných a následne analyzovaných 417 smrekov a 382 jedlí v kategórii staršieho dorastu ($h > 1,3$ m, hrúbka $d_{1,3} \leq 8,0$ cm). Priemerné hodnoty výškového prírastku (MHI) sa pri smreku pohybovali od $10,6 \pm 5,9$ cm (K632) do $15,1 \pm 10,4$ cm (M50) a pri jedli od $15,7 \pm 9,4$ cm (K632) do $23,8 \pm 10,9$ cm (M50, obr. 1). V relatívnom vyjadrení (RGR) predstavoval výškový prírastok pri smreku z celkovej výšky stromu len $4,1 \pm 2,6$ % (O163) až $6,0 \pm 2,8$ % (M50), v priemere za všetky dielce $5,0 \pm 3,3$ %, a pri jedli $5,2 \pm 2,0$ % (M149) až $7,5 \pm 2,5$ % (M50), v priemere $6,0 \pm 2,9$ %. Jedľa, v porovnaní so smrekom, dosahovala štatisticky významne väčšie hodnoty MHI a RGR ($p < 0,01$). Výnimkou bol dielec M149 ($p = 0,360$, resp. $0,668$). Relatívne výškové prírastky na úrovni 5 % a 10 % pre smrek a jedľu zistili DIACI a FIRM (2011) na jedincoch prirodzenej obnovy s priemernou výškou 42,7 cm (smrek) a 47,4 cm (jedľa), rastúcich pod clonou porastu v jedľovo-smrekovom výberkovom lese v Slovinsku a STANCIOIU a O`HARA (2006) na prirodzenej obnove ($0,5$ m < výška $\leq 5,0$ m) v zmiešaných lesoch rumunských Karpát (Poiana Rusca, Retezat). DUC (1991, 2002) zaznamenal výškové prírastky okolo 4–6 cm (v relatívnom vyjadrení cca. 5,5 %) pre jedinca prirodzenej obnovy ($0,5$ m < výška $\leq 1,3$ m) oboch ihličnatých drevín vo švajčiarskych výberkových lesoch; rozdiely medzi smrekom a jedľou však boli štatisticky nevýznamné. Väčšie relatívne hodnoty výškových prírastkov (11 %) v porovnaní s našimi výsledkami zistil pre jedľu (výška > 0,5 m, hrúbka $d_{1,3} < 7,0$ cm) SZYMURA (2005) v zmiešaných, rôznovekých lesoch západného Poľska; naopak menšie výškové prírastky (v priemere 7,3 cm) prirodzenej obnovy jedle (výška > 1,3 m, hrúbka $d_{1,3} < 10,0$ cm) uvádzajú KLOPCIC a BONCINA (2010) v jedľovo-bukovom výberkovom lese v Slovinsku (región Kocevje). Vo všeobecnosti je teda možné konštatovať, že relatívne výškové prírastky prirodzenej obnovy smreka a jedle v zmiešaných porastoch s diferencovanou štruktúrou sa pohybujú obvykle v intervale 5–11 %.

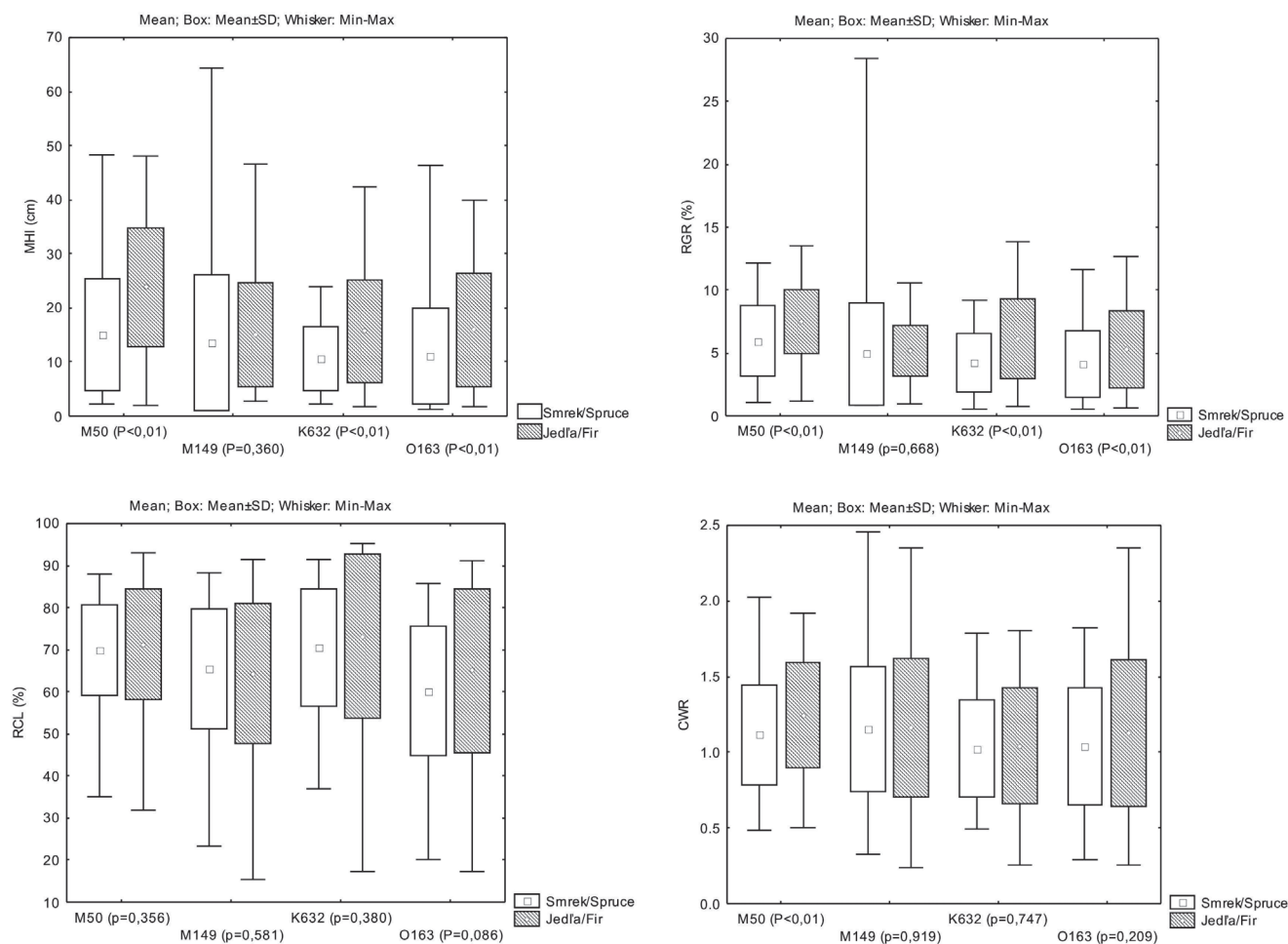
Rozdiely v morfológických charakteristikách korún (RCL a CWR) medzi smrekom a jedľou boli vo všetkých nami skúmaných objektoch štatisticky nevýznamné ($p > 0,05$), čo pri zohľadnení ich výškového rastu poukazuje na väčšiu efektívnu asimilačného aparátu (koruny) jedle. Lepšiu pozitívnu bilanciu uhlíka pri jedli, v porovnaní so smrekom, v podmienkach zatienenia konštatujú vo svojej práci aj GRASSI a BAGNARESI (2001).

Korelačná a regresná analýza potvrdila prevažne strednú závislosť štandardizovaných indexov od priemernej teploty a zrážkových úhrnov vo vybraných obdobiach ($R_{max} = 0,34$ až $0,66$, resp. $0,15$ až $0,75$, tab. 4 a 5). Priemerná teplota a zrážkové úhrny ovplyvňovali výškový rast smreka a jedle približne rovnakou mierou. Pri priemernej teplote sa jednalo zväčša o zápornú (-) a pri zrážkových úhrnoch o kladnú (+) lineárnu koreláciu. Smrek vykazoval pri oboch klimatických charakteristikách spravidla väčšie maximálne hodnoty korelačných koeficientov (R_{max}) v porovnaní s jedľou. Teplota ovplyvňovala hodnoty štandardizovaných indexov smreka najväčšou mierou v auguste až októbri predchádzajúceho roka ($R_{max} = 0,34$ až $0,66$), jedle v príslušnom roku ($R_{max} = 0,42$ až $0,58$). V prípade smreka v dielci K632 (august až október predchádzajúceho roka) bola zistená závislosť štatisticky významná ($p < 0,05$). Vplyv zrážkových úhrnov na výškový rast smreka a jedle sa prejavoval najviac v júli až septembri predchádzajúceho roka ($R_{max} = 0,16$ až $0,75$) a tiež v máji až júli, v príslušnom roku ($R_{max} = 0,32$ až $0,75$). Závislosti pri smreku v dielcoch M50 (máj až júl) a K632 (jún až september predchádzajúceho roka) a pri jedli v dielci M149 (máj až júl) boli štatisticky významné ($p < 0,05$). Výškový prírastok pri ihličnatých drevinách je dvojročný proces zahrňujúci formovanie terminálneho púčika v prvom a predĺžovanie výhonkov v druhom roku. Teplota v lete predchádzajúceho roka (predovšetkým júl až september) tak môže ovplyvňovať veľkosť výškového prírastku. V týchto mesiacoch sa vytvárajú najmä rezervné látky, potrebné na výškový rast výhonkov v nasledujúcom roku (ASSMANN 1968; KOZŁOWSKI, PALLARDY

Tab. 3. Početnosť prirodzenej obnovy v skúmaných výberkových lesoch
Density of natural regeneration in investigated selection forests

Kategória obnovy ¹	Dielec ²			
	M50	M149	K632	O163
Semenáčiky (priemer±S.D., 1000 ks.ha ⁻¹) ³				
Smrek [%] ⁴	4,54±2,86	63,5	6,59±4,27	16,76±8,10
Jedľa [%] ⁵	32,4	46,1	80,4	67,2
Iné ^a [%] ⁶	4,1	49,7	19,6	32,8
		4,3	n/a	n/a
Mladší dorast (priemer±S.D., 1000 ks.ha ⁻¹) ⁷	10,78±5,23			
Smrek [%]	89,0	5,35±3,94	5,47±6,92	2,66±2,02
Jedľa [%]	7,2	62,8	73,1	54,0
Iné [%]	3,8	29,9	25,0	39,6
		7,4	1,8	6,4
Starší dorast (priemer±S.D., 1000 ks.ha ⁻¹) ⁸	2,31±1,67			
Smrek [%]	57,5	1,63±1,02	1,49±1,50	1,52±1,02
Jedľa [%]	31,5	50,5	22,1	42,1
Iné [%]	11,0	25,9	58,4	49,2
		23,6	19,5	8,6
Celkom (priemer±S.D., 1000 ks.ha ⁻¹) ⁹	17,63±7,57			
Smrek [%]	78,3	13,58±5,92	23,72±11,71	9,05±4,01
Jedľa [%]	16,9	53,2	75,0	59,1
Iné [%]	4,8	39,0	23,4	37,6
		7,8	1,6	3,3

¹category of natural regeneration; ²forest stand; ³seedlings; ⁴Norway spruce; ⁵Silver fir; ⁶others; ⁷younger saplings; ⁸older saplings; ⁹total
^aborovica lesná/Scots pine, buk lesný/European beech, javor horský/sycamore maple, jaseň štíhly/common ash, jarabina vtáčia/rowan
Seedlings $\leq 0,2$ m; $0,2$ m < mladší dorast $\leq 1,3$ m; starší dorast = $h > 1,3$ m, hrúbka $d_{1,3} \leq 8,0$ cm
Saplings $\leq 0,2$ m; $0,2$ m < younger saplings $\leq 1,3$ m; older saplings = $h > 1,3$ m, dbh $\leq 8,0$ cm



Obr. 1.

Rozdelenie odvodených morfológických charakteristík (MHI, RGR, RCL, CWR) jedincov staršieho dorastu ($h > 1,3\text{ m}$, hrúbka $d_{1,3} \leq 8,0\text{ cm}$) smreka a jedle

Fig. 1.

Distributions of derived morphological characteristics (MHI, RGR, RCL, CWR) for older saplings (height $> 1.3\text{ m}$, dbh $\leq 8\text{ cm}$) of Norway spruce and Silver fir

Tab. 4.

Korelačné koeficienty lineárnej závislosti štandardizovaných indexov (I_t) od priemernej teploty za vybrané obdobia (mesiace) rokov 1993 až 2003

Correlation coefficients between standardized indices (I_t) and mean temperature for selected periods (months) in the 10-year time-span (1993–2003)

Mesiace ¹	Dielec ²							
	M50		M149		K632		O163	
	Smrek ³	Jedľa ⁴	Smrek	Jedľa	Smrek	Jedľa	Smrek	Jedľa
VIp–VIIIp	-0,322	-0,105	-0,045	-0,434	-0,084	-0,085 ^b	-0,396	-0,221
VIIp–IXp	-0,318	-0,089	-0,374	-0,356	-0,422	-0,232	-0,533 ^a	-0,134
VIIIp–IXp	-0,170	0,122	-0,427	-0,235	-0,615	-0,130	-0,430	0,118 ^b
VIIIp–Xp	-0,343 ^a	-0,113	-0,478 ^a	-0,352	-0,664^a	-0,423 ^a	-0,443	0,221
IV–VI	0,077 ^b	-0,045 ^b	0,032 ^b	-0,033 ^b	-0,077	0,230	0,031 ^b	0,138
V–VI	-0,110	-0,578 ^a	-0,285	-0,407	-0,055	-0,268	0,045	-0,324
V–VII	-0,176	-0,511	-0,311	-0,453 ^a	-0,034	-0,333	-0,354	-0,471 ^a
VI–VII	0,155	-0,176	0,200	-0,449	-0,032 ^b	-0,134	-0,045	-0,324

¹months; ²forest stand; ³Norway spruce; ⁴Silver fir

p–predchádzajúci rok/prior year; ^amaximálna hodnota korelačného koeficienta (R_{max}) pre drevinu a dielec/maximum value of correlation coefficient (R_{max}) for tree species and forest stand; ^bminimálna hodnota korelačného koeficienta (R_{min}) pre drevinu a dielec/minimum value of correlation coefficient (R_{min}) for tree species and forest stand

Poznámka/Note: štatisticky významné hodnoty ($p < 0,05$) sú označené tučným písmom/statistically significant values ($p < 0.05$) are shown in bold type

Tab. 5.

Korelačné koeficienty lineárnej závislosti štandardizovaných indexov (I_t) od priemerných zrážkových úhrnov za vybrané obdobia (mesiace) rokov 1993 až 2003

Correlation coefficients between standardized indices (I_t) and mean precipitation for selected periods (months) in the ten-year time-span (1993–2003)

Mesiace ¹	Dielec ²							
	M50		M149		K632		O163	
	Smrek ³	Jedľa ⁴	Smrek	Jedľa	Smrek	Jedľa	Smrek	Jedľa
VIp–VIIIp	0,339	0,077	0,431	0,279	0,678	0,155 ^a	0,184	-0,126
VIIp–IXp	0,466	0,055 ^b	0,453 ^a	0,226	0,748^a	-0,110	0,305	-0,161
VIIIp–IXp	-0,092 ^b	-0,380 ^a	0,148	0,032 ^b	0,582	-0,125	0,176	-0,302
VIIIp–Xp	0,104	0,171	0,217	0,055	0,486	0,098	0,180	-0,170
IV–VI	0,155	0,071	0,071	0,045	-0,303	-0,095 ^b	0,247	0,032 ^b
V–VI	0,290	-0,164	-0,327	0,459	0,187	-0,105	0,155 ^b	0,045
V–VII	0,672^a	0,192	0,045 ^b	0,750^a	0,044 ^b	-0,152	0,378 ^a	0,316 ^a
VI–VII	0,622	0,293	-0,089	0,611	0,077	0,132	0,158	0,041

¹months; ²forest stand; ³ Norway spruce; ⁴ Silver fir

p–predchádzajúci rok/prior year; ^amaximálna hodnota korelačného koeficienta (R_{max}) pre drevinu a dielec/maximum value of correlation coefficient (R_{max}) for tree species and forest stand; ^bminimálna hodnota korelačného koeficienta (R_{min}) pre drevinu a dielec/minimum value of correlation coefficient (R_{min}) for tree species and forest stand

Poznámka/Note: štatisticky významné hodnoty ($p < 0,05$) sú označené tučným písmom/statistically significant values ($p < 0,05$) are shown in bold type

1997). JALKANEN et al. (1995, 1998) na základe výskumov s borovicou lesnou (*Pinus sylvestris* L.) v severnom Fínsku konštatujú, že jej výškový rast závisí predovšetkým od klimatických podmienok v roku predchádzajúcom rastu výhonkov. Výsledky doterajších výskumov (MITSCHERLICH 1981; SANDER, ECKSTEIN 2001; MÄKINEN et al. 2002; SAKSA et al. 2005; LEVANIČ et al. 2009; MELLERT et al. 2008), ktoré sa uskutočnili prevažne na smrekoch v rôznych rastových fázach, však nie sú v otázke významnosti vplyvu klímy (teplota, zrážky) na výškový prírastok stromov jednoznačné. Okrem klímy pôsobí na priebeh výškového rastu aj množstvo iných faktorov, ktoré komplikujú interpretáciu získaných výsledkov. Výsledky našej štúdie naznačujú, že porast s rovnovážnou výberkovou štruktúrou vytvára dlhodobu vhodnú ekologickú podmienku pre vyhovujúcu dynamiku výškového rastu prirodzenej obnovy. Pomerne nízka miera závislosti výškových prírastkov od klimatických elementov v našom pokuse, najmä pri jedli, vytvára predpoklad, že diferencovaná výberková štruktúra zmiernuje dopady fluktuácie teploty a zrážok na výškový rast (prežívanie) jedincov prirodzenej obnovy vo vnútri porastu, čo korešponduje aj so zisteniami KERNERA (1966) a SCHÜTZZA (2001a). Vyrovnávanie mikroklimatických podmienok spôsobuje, že reakcia (pozitívna i negatívna) výškového rastu obnovy na chod celkových klimatických charakteristík nie je výrazná do tej miery, ako v lese vekových tried. Po sebe nasledujúce ročné výškové prírastky na jedincoch prirodzenej obnovy sú tak pomerne vyrovnané, pričom ich variabilita vyjadrená variačným koeficientom nepresahuje pri smreku v priemere 49 % (M149) a pri jedli 39 % (M50). Takýto vývoj prirodzenej obnovy tak prispieva k celkovej stabilite lesov s výbernou, diferencovanou štruktúrou.

ZÁVER

Analýzou štruktúry a výškového rastu prirodzenej obnovy smreka obyčajného a jedle bielej v zmiešaných výberkových lesoch severozápadných Karpát sme dospeli k nasledujúcim záverom:

1. S výnimkou borovice umožňujú podmienky skúmaných výberkových lesov plynulý priebeh regeneračných procesov základných druhov drevín (smrek, buk), vrátane jedle. Priemerné počty

jedincov prirodzenej obnovy ($9\ 054 \pm 4012$ ks.ha⁻¹ až $23\ 720 \pm 11\ 705$ ks.ha⁻¹) vo všetkých výskumných objektoch prevyšujú minimálne počty zistené DUCOM (1991) vo výberkových lesoch švajčiarskeho Emmentalu.

2. Relatívne hodnoty výškového prírastku (RGR) prirodzenej obnovy ($h > 1,3$ m, hrúbka $d_{1,3} \leq 8,0$ cm) pri smreku sa pohybovali od 4,1 % do 6,0 % (v priemere za všetky dielce 5,0 %), a pri jedli od 5,2 % do 7,5 % (v priemere 6,0 %). Okrem dielca 149 boli rozdiely vo výškovom raste (MHI, RGR) medzi oboma drevinami štatisticky významné ($p < 0,01$). Podpora prirodzenej obnovy jedle, hlavne pri prebudovách na výberkový les, môže významne urýchliť proces diferenciacie porastu. Výsledky tiež naznačujú efektívnejšie využívanie asimilačného aparátu a vyrovnanejší výškový rast jedle, v porovnaní so smrekom.
3. Priemerná teplota a zrážkové úhrny ovplyvňovali výškový rast smreka a jedle približne rovnakou mierou. Najväčší vplyv teploty pri smreku sa prejavoval predovšetkým v auguste až októbri predchádzajúceho roka ($R_{max} = 0,34$ až $0,66$), pri jedli v príslušnom roku ($R_{max} = 0,42$ až $0,58$). Zrážky vplývali na výškový rast oboch drevín najviac v júli až septembri predchádzajúceho roka ($R_{max} = 0,16$ až $0,75$) a tiež v máji až júli príslušného roka ($R_{max} = 0,32$ až $0,75$). Predpokladáme, že vyvážená diferencovaná výberková štruktúra zmiernuje dopady klimatických výkyvov na výškový rast (prežívanie) jedincov prirodzenej obnovy vo vnútri porastu, čím zlepšuje dynamickú funkčnosť, stabilitu a biodiverzitu celého ekosystému výberkového lesa. Najmä v súčasnej dobe, keď sa pomerne často a výrazne prejavujú klimatické extrémny, je to jedna z významných výhod štruktúrnej diferencovaných porastov v porovnaní s rovnovekými, štruktúrne homogénnymi lesmi.

Podakovanie:

Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Dobudovanie centra excelentnosti: Adaptívne lesné ekosystémy, ITMS: 26220120049, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- ASSMANN E. 1968. Náuka o výnose lesa. Bratislava, Príroda: 488 s.
- BARNES B.V., ZAK D.R., DENTON S.R., SPURR S.H. 1998. Forest ecology. New York, Wiley: 774 s.
- ČAVLOVIĆ J., BOŽIĆ M., BONCINA A. 2006. Stand structure of an uneven-aged fir-beech forest with an irregular diameter structure: modeling the development of the Belevine forest, Croatia. European Journal of Forest Research, 125: 326–333.
- DIACI J., FIRM D. 2011. Long-term dynamics of a mixed conifer stand in Slovenia managed with a farmer selection system. Forest Ecology and Management, 262: 931–939.
- DOBROWOLSKA D. 1998. Structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in the 'Jata' Reserve in Poland. Forest Ecology and Management, 110: 237–247.
- DUC P. 1991. Untersuchungen zur Dynamik des Nachwuchses in Ementaler Plenterflächen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 142 (4): 299–319.
- DUC P. 2002. Zustand, Entwicklung und Pflege des Nachwuchses in Plenterwäldern des Val-de-Travers (Neunburg Jura). Zürich, Schweizerischer Forstverein: 338 s.
- FILIPIAK M., ISZKULO G., KORYBO J. 2005. Relation between photosynthetic photon flux density (PPFD) and growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) seedlings in a forest stand dominated by spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) in the Sudety Mts (SW Poland). Polish Journal of Ecology, 53: 177–184.
- GRASSI G., BAGNARESI U. 2001. Foliar morphological and physiological plasticity in *Picea abies* and *Abies alba* saplings along a natural light gradient. Tree physiology, 21: 959–967.
- GRASSI G., MINOTTA G., TONON G., BAGNARESI U. 2004. Dynamics of Norway spruce and silver fir natural regeneration in a mixed stand under uneven-aged management. Canadian Journal of Forest Research, 34: 141–149.
- HALAJ J. 1963. Tabuľky na určovanie hmoty a prírastku porastov. Bratislava, SVPL: 328 s.
- JALKANEN R., AALTO T., KURKELA T. 1995. Development of needle retention in Scots pine (*Pinus sylvestris*) in 1957–1991 in northern and southern Finland. Trees – Structure and Function, 10: 125–133.
- JALKANEN R., AALTO T., KURKELA T. 1998. Revealing past needle density in *Pinus spp.* Scandinavian Journal of Forest Research, 13: 292–296.
- JALOVIAK P. 2000. Možnosti obnovy smrekových porastov pod silným imisným vplyvom v oblasti Oravských Beskyd. Beskydy, 13: 133–138.
- JALOVIAK P. 2004. Výškový rast následného porastu smreka v podmienkach clonno-okrajového rubu. Beskydy, 17: 125–130.
- JALOVIAK P. 2006. Vybrané morfológické parametre koreňov prirodzenej obnovy smreka na moderovom dreve a minerálnej pôde v NPR Babia Hora. Beskydy, 19: 125–130.
- KERN K.G. 1966. Wachstum und Umweltfaktoren in Schlag- und Plenterwäldern. München, Bayerischer Landwirtschaftsverlag: 232 s.
- KLOPCIC M., BONCINA A. 2010. Patterns of tree growth in a single tree selection silver fir-European beech forest. European Journal of Forest Research, 15: 21–30.
- KORPEE Š., SANIGA M. 1993. Výberný hospodársky spôsob. Písek, Matice lesnícka: 127 s.
- KOZŁOWSKI T.T., PALLARDY S.G. 1997. Growth control in woody plants. San Diego, Academic Press: 641 s.
- LEVANIČ T., GRIČAR J., GAGEN M., JALKANEN R., LOADER N.J., MCCARROLL D., OVEN P., ROBERTSON I. 2009. The climate sensitivity of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) in the southeastern European Alps. Trees, 23: 169–180.
- LIN C.J., LAIHO O., LÄHDE E. 2012. Norway spruce (*Picea abies* L.) regeneration and growth of understory trees under single-tree selection silviculture in Finland. European Journal of Forest Research, 131: 683–691.
- MÄKINEN H., NÖJD P., ISOMÄKI A. 2002. Radial, height and volume increment variation in *Picea abies* (L.) Karst. stands with varying thinning intensities. Scandinavian Journal of Forest Research, 17: 304–316.
- MELLERT K.H., PRIETZEL J., STRAUSSBERGER R., REHFUESS K.E., KAHLE H.P., PEREZ P., SPIECKER H. 2008. Relationships between long-term trends of air temperature, precipitation, nitrogen nutrition and growth of coniferous stands in Central Europe and Finland. European Journal of Forest Research, 127: 507–524.
- MITSCHERLICH G. 1981. Wald, Wachstum und Umwelt. 2. Band: Waldklima und Wasserhaushalt. Frankfurt am Main, Sauerländer: 402 s.
- PALUCH J. 2005a. Spatial distribution of regeneration in West-Carpathian uneven-aged silver fir forests. European Journal of Forest Research, 124: 47–54.
- PALUCH J. 2005b. The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (*Abies alba* Mill.) regeneration in uneven-aged forests. Forest Ecology and Management, 205: 283–298.
- PRETZSCH H. 2002. Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Berlin, Parey: 414 s.
- ROBAKOWSKI P., SAMARDAKIEWICZ S., KIERZKOWSKI D. 2004a. Variation in structure of needles of silver fir (*Abies alba* Mill.) saplings growing under the canopies of diverse tree species. Polish Journal of Ecology, 52: 563–568.
- ROBAKOWSKI P., WYKA T., SAMARDAKIEWICZ S., KIERZKOWSKI D. 2004b. Growth, photosynthesis, and needle structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) seedlings under different canopies. Forest Ecology and Management, 201: 211–227.
- SAKSA T., HEISKANEN J., MIINA J., TUOMOLA J., KOLSTRÖM T. 2005. Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland. Silva Fennica, 39: 143–153.
- SANDER C., ECKSTEIN D. 2001. Foliation of spruce in the Giant Mts. and its coherence with growth and climate over the last 100 years. Annals of Forest Science, 58: 155–164.
- SANIGA M., SZANYI O. 1998. Modely výberkových lesov vo vybraných lesných typoch a geografických celkoch Slovenska. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 50 s. Vedecké štúdie 4/1998A.
- SANIGA M., VENCURIK J. 2007. Dynamika štruktúry a regeneračné procesy lesov v rôznej fáze prebudovy na výberkový les v LHC Korytnica. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 83 s. Vedecké štúdie 1/2007/A.
- SCHÜTZ J.P. 1989. Der Plenterbetrieb. Zürich, Fachbereich Waldbau: 54 s.
- SCHÜTZ J.P. 2001a. Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder. Berlin, Parey: 207 s.
- SCHÜTZ J.P. 2001b. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. Forest Ecology and Management, 151: 87–94.
- SMITH D.M., LARSON B.C., KELTY M.J., ASHTON P.M.S. 1997. The practice of silviculture: applied forest ecology. New York, Wiley: 537 s.

- STANCIOIU P.T., O'HARA K.L. 2006. Regeneration growth in different light environments of mixed species, multiaged, mountainous forests of Romania. *European Journal of Forest Research*, 125: 151–162.
- SZYMURA T.H. 2005. Silver fir saplings bank in seminatural stand: Individuals architecture and vitality. *Forest Ecology and Management*, 212: 101–108.
- ZAR J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River, Prentice Hall: 663 s.
- ZLATNÍK A. 1976. *Lesnická fytoecologie*. Praha, SZN: 495 s.

STRUCTURE, GROWTH AND CLIMATE SENSITIVITY OF NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* /L./ KARST.) AND SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) NATURAL REGENERATION IN SELECTION FORESTS OF THE NORTHWESTERN CARPATHIANS

SUMMARY

The study analyses the structure and height growth of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) natural regeneration in mixed selection forests in northwestern part of the Carpathian region in the Slovak Republic. The research plots were established in three locations: the Volovské vrchy Mts. (forest stands M50 and M149), the Nízke Tatry Mts. (forest stand K632) and the Oravské Beskydy Mts. (forest stand O163). In the period 2002–2004, the diameters of all living trees of dbh > 8 cm were recorded in each research object. The data regarding the structure of natural regeneration (individuals of dbh < 8 cm) were acquired in the series of 104 square sample plots (10 × 10 m) in 2003. Natural regeneration was registered in following categories: seedlings (height ≤ 0.2 m), younger saplings (height 0.2–1.3 m), older saplings (height > 1.3 m, dbh ≤ 8 cm). For the older saplings, the following characteristics were measured: height (H), crown width (CW), length of living crown (CL), diameter at breast height (dbh) and height increments of the last 10 years (HI). Subsequently, the derived characteristics were calculated: relative crown length (RCL), crown width ratio (CWR), mean increment during the last three years (MHI) and relative growth ratio (RGR). The influence of temperature and precipitation on the height growth of Norway spruce and Silver fir was analysed using the modified standard index chronology.

Mean density of natural regeneration varied from $9054 \pm 4012 \text{ ha}^{-1}$ to $23\,720 \pm 11\,705 \text{ ha}^{-1}$ according to the reearch object (Tab. 3). Older saplings represented only 6–17% (11% on average) from the entire natural regeneration. The results confirmed that Silver fir reached significantly ($p < 0.01$) higher values of MHI and RGR compared to Norway spruce (Fig. 1). The values of relative growth ratio (RGR) for Norway spruce natural regeneration ranged from 4.1% to 6.0% (on average for all stands 5.0%) and for Silver fir from 5.2% to 7.5% (6.0% on average).

Correlation and regression analysis (Tab. 4 and 5) confirmed moderate to strong correlation between the standardized indices of height growth and mean temperature or precipitation in selected periods ($R_{\max} = 0.34\text{--}0.66$ and $0.15\text{--}0.75$, respectively). For Norway spruce, the highest influence of the temperature was recorded for the period August–October of the prior year ($R_{\max} = 0.34\text{--}0.66$) and for Silver fir during the respective vegetation period ($R_{\max} = 0.42\text{--}0.58$). The precipitation has the highest influence on the height growth of both tree species in the period July–September of the prior year ($R_{\max} = 0.16\text{--}0.75$) and also in May–July of the respective year ($R_{\max} = 0.32\text{--}0.75$).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jaroslav Vencurik, Ph.D., Technická univerzita vo Zvolene, Katedra pestovania lesa
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
tel.: +421 455 206 247; e-mail: vencurik@vsld.tuzvo.sk