

# POROVNANIE RASTU BREZY V ZMIEŠANÝCH PORASTOCH S ROZDIELNOU FUNKCIOU

## COMPARISON OF BIRCH GROWTH IN MIXED STANDS WITH A DIFFERENT FUNCTION

IGOR ŠTEFANČÍK ✉

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav, Masarykova 22, 960 01 Zvolen, Slovak Republic

✉ e-mail: igor.stefancik@nlcsk.org

### ABSTRACT

Birch, as one of the pioneer species, is a part of the preparatory forest, especially after extensive calamities. In the 1970s and 1980s, it most often served as a substitute stand in connection with the widespread dieback of forests as a result of the effects of air pollution. In recent years, it has become increasingly important in relation to the impacts of climate change. This paper deals with the comparison of selected quantitative and qualitative characteristics of two mixed birch stands at the age of 59 years, having the production and spa-therapeutic function, over a 30-year period. The results showed higher values of quantitative parameters (a number of trees, basal area, and merchantable volume) in the plot with the spa-therapeutic function. Qualitative production was slightly worse in the plot with production function.

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

**Kľúčové slová:** *Betula pendula*; zmiešaný porast; kvantitatívna produkcia; kvalita kmeňa; produkčná funkcia; kúpeľno-liečebná funkcia

**Key words:** *Betula pendula*; mixed stand; quantitative production; stem quality; production function; spa-therapeutic function

### ÚVOD

Negatívne dopady klimateckej zmeny na lesné porasty prinútili lesníkov hľadať účinné mitigačné opatrenia, ktoré by aspoň čiastočne eliminovali najmä účinky teplotných extrémov, resp. dlhodobého sucha v dôsledku deficitu atmosférických zrážok. Často spomínaným opatrením v tejto súvislosti je vytváranie zmiešaných porastov, a to aj drevinami, ktoré sa ešte v nedávnej minulosti považovali za „plevelné“ a odstraňovali sa už v najmladších rastových fázach. Týka sa to hlavne brezy, ktorá je prirodzenou súčasťou našich lesov, aj napriek najmä v minulosti tradovanému názoru, že do lesa nepatrí. Avšak stav lesných porastov v ostatných desaťročiach prinútil prehodnotiť názory na túto drevinu, ktorá sa stala spolu s ostatnými pionierskymi drevinami (jarabinou vtáčou, osikou a rakytou) významnou súčasťou iniciálnych štádií vývoja lesných porastov (KONŇPKA, ŠEBEŇ 2019).

Breza sa využíva predovšetkým ako prípravná drevina (KAMENSKÝ, ŠTEFANČÍK 2010; MARTINÍK 2012; KOŠULIČ 2019) hlavne pri obnove rozsiahlych kalamitných holín (LOKVENEC, CHROUST 1987; ULBRICHO-

vá et al. 2010; SOUČEK et al. 2016; MARTINÍK 2019; TENDLER 2020), ale tiež pri rekultiváciách územia po povrchovej ťažbe uhlia (SIMON, BUČEK 2010) alebo zalesňovaní bývalých poľnohospodárskych pôd (URI et al. 2007). Okrem toho bola dôležitou súčasťou porastov náhradných drevín (VACEK 1992; SLODIČÁK, NOVÁK 2008) hlavne v imisných oblastiach (JIRGLE, TICHÝ 1981; BRADÁČ, JIRGLE 1987; VACEK 1991; KULA 2011; TESAŘ et al. 2011). Známe sú tiež jej melioračné účinky (KACÁLEK et al. 2017). Možno ju vhodnými postupmi pestovať aj za účelom produkcie biomasy pre energetické účely (FERM 1993; MARTINÍK et al. 2019). Breza ako jedna z pionierskych drevín má nezastupiteľnú funkciu nielen pri sukcesii po kalamitných holinách, ale tiež pri ochrane osobitne mladých lesných porastov (KONŇPKA et al. 2019).

Treba podotknúť, že brezovým porastom sa venovala pozornosť aj z hľadiska ich výchovy (CAMERON et al. 1995; REPOLA et al. 2006; MARTINÍK 2020), resp. aspektu pestovania lesov (NIEMISTÖ 1995a, 1995b; HYNYNEN et al. 2010), štruktúry a produkcie (MARTINÍK et

al. 2017), ale aj z hľadiska kvality sortimentov (MÄKINEN et al. 2002; KILPELÄINEN et al. 2011; NIEMISTÖ 2013; STENER et al. 2017). V súvislosti s výchovou brezových porastov NIEMISTÖ (2013) sledoval vplyv hustoty porastov brezy plstnatej (*Betula pubescens* Ehrh.) na biomasu, kvalitu sortimentov a objem kmeňa na rašeliniskách vo Fínsku. Zhodnotením kvality sortimentov kmeňa pri prvej a druhej prebierke v poraste brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.) sa zaoberali KILPELÄINEN et al. (2011). Objektom viacerých prác bol výskum zmiešaných porastov brezy (VUOKILA 1962; DEKKER et al. 2009) najmä pri podšadbách inými drevinami (MÄRD 1997; BARTOŠ, SOUČEK 2009) alebo pri prečistkách (PETERSEN et al. 2009).

Oveľa menej prác sa zaoberalo ekonomickou stránkou umelej obnovy prostredníctvom prípravného brezového porastu (ŠAFRÁNEK et al. 2018), zhodnotením hodnotovej produkcie (MARTINÍK et al. 2018), resp. komplexným zhodnotením aj z hľadiska využitia v drevospracujúcom priemysle (KOŠÚT 1982). Podobne tomu bolo aj pri výskume brezy z pohľadu niektorých funkcií lesa, napr. hydrickej (KANTOR, ŠACH 1988; BARTOŠ et al. 2009). Práce týkajúce sa iných funkcií brezových porastov prakticky chýbajú.

Cieľom príspevku bolo porovnanie rastu dvoch zmiešaných porastov brezy s rozdielnymi funkciami (produkčnou a kúpeľno-liečebnou) za obdobie 30 rokov.

## MATERIÁL A METODIKA

Objektom výskumu boli dve trvalé výskumné plochy (TVP) zmiešaného porastu brezy previsnutej (*Betula pendula* Roth.), javora horského (*Acer pseudoplatanus* L.), duba červeného (*Quercus rubra* L.) a smrekovca opadavého (*Larix decidua* Mill.) nachádzajúceho sa v areáli kúpeľného lesa v Dudinciach (južné Slovensko). Pri založení výskumných plôch v roku 1988 mal porast 29 rokov.

Porast sa nachádza v nadmorskej výške 170 m; expozícia SV; sklon 2°; 2. lesný vegetačný stupeň, hospodársky súbor lesných typov (HSLT) 108 – sprašové hrabové dúbavy, hospodársky súbor (HS) 25 – živné bukové dúbavy, lesný typ (LT) 1304 – stoklasová hrabová dúbava na spraši, skupina lesných typov (SLT) *Carpineto-Quercetum* (CQ). Pôdnym typom je hnedozem typická z neogénneho ílu. Do založenia TVP sa v predmetnom poraste neuskutočnili nijaké úmyselné zásahy. Od založenia výskumných plôch sa vykonalo 7 biometrických meraní (v rokoch 1988 až 2018 v pravidelných 5ročných intervaloch) vrátane zásahov.

Predmetná TVP sa skladá z dvoch čiastkových plôch (III-1, III-2). Na jednej (označenej ako III-1) s výmerou 0,10 ha sa z hľadiska fyto techniky realizuje úrovňová voľná prebierka v zmysle ŠTEFANČÍKA (1984). Táto plocha plní produkčnú funkciu, na rozdiel od druhej plochy (III-2) s výmerou 0,11 ha, ktorá je zameraná na plnenie kúpeľno-liečebnej funkcie. To znamená, že predmetom starostlivosti sú tiež nádejné, resp. cieľové stromy, ktoré v hospodárskych lesoch (zameraných na produkčnú funkciu) nazýva ŠTEFANČÍK (1984) ako stromy výberovej kvality (SVK), avšak v lesoch osobitného určenia (napr. s kúpeľno-liečebnou funkciou) ich tento autor označuje ako „funkčne perspektívne stromy“ (FPS). Kritériá pre ich výber sú rovnaké ako pre SVK, ale zásadný rozdiel je v tom, že fenotypické znaky kmeňa a koruny nie sú rozhodujúce, na rozdiel od hospodárskeho lesa pri voľbe SVK (ŠTEFANČÍK 1992). Hoci sa pri voľbe FPS berie do úvahy aj rozstupové kritérium, v lese s kúpeľno-liečebnou funkciou nie je striktná požiadavka na pravidelný rozstup tejto kategórie stromov, ale iba na ich minimálny rozstup (ŠTEFANČÍK 1992).

Na oboch čiastkových plochách, kde sú stromy očíslované s označením meriska hrúbky vo výške 1,3 m sa uskutočňujú štandardné biometrické merania a hodnotenia znakov kmeňa a koruny. V rámci nich sa okrem kvantitatívnych parametrov (hrúbka  $d_{1,3}$ , výška stromov a nasadenia koruny, polomery koruny v 4 smeroch) klasifikovali stro-

my aj podľa pestovnej a hospodárskej klasifikácie so zameraním na stromy výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy), resp. funkčne perspektívne stromy (ŠTEFANČÍK 1992, 2011). Podkladový materiál bol spracovaný bežnými biometrickými a štatistickými metódami v zmysle štandardných metodík. Výšky stromov  $h$  sa vyrovnali v závislosti od ich hrúbky  $d$  (MICHAİLOFF 1943):

$$h(d) = 1,3 + b_1 \cdot e^{\left(\frac{b_2}{d}\right)} \quad (1)$$

Na každej čiastkovej ploche sa z dvoch susedných opakovaných meraní vypočítal celkový bežný ročný prírastok na kruhovej základni:

$$CBP_t = \frac{BA1_{t_2} - BA2_{t_1}}{t_2 - t_1}, \quad (2)$$

kde

$CBP_t$  – celkový bežný prírastok ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ),

$BA1_{t_2}$  – kruhová základňa združeného porastu vo veku  $t_2$ ,

$BA2_{t_1}$  – kruhová základňa hlavného porastu vo veku  $t_1$ ,

$t_2, t_1$  – vek porastu pri opakovanom a predchádzajúcom meraní.

Pre zistenie objemu hrubiny porastov sa použili analytické tvary objemových rovníc (PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Šírka korún  $b$  sa počítala podľa vzťahu:

$$b = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{2}, \quad (3)$$

kde

$r_1 - r_4$  sú polomery korún v 4 smeroch podľa svetových strán.

Údaje priemerných ročných teplôt vzduchu a úhrnu atmosférických zrážok sú z meteorologickej stanice SHMÚ. Pre výpočet základných štatistických charakteristík sa použil program Excel a QC Expert, verzia 3.3 (KUPKA 2013), resp. pre zisťovanie štatistickej významnosti rozdielov analýza variancie ANOVA.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na obr.1 je vývoj drevinového zloženia (podľa kruhovej základne) za 30 rokov, z ktorého je zrejme výrazné zníženie zastúpenia brezy na oboch plochách. Naopak, podstatne sa zvýšil podiel javora horského a mierne aj duba červeného. Aj keď vysvetlenie tejto skutočnosti nie je jednoznačné, kľúčovú úlohu zrejme zohráva vek brezy (59 rokov), ktorý je prakticky vekom jej životnosti. V tejto súvislosti KULA (2011) uvádza pre porasty do 5. lesného vegetačného stupňa 60–80 rokov. Pritom breza sa považuje za drevinu znášajúcu extrémne suché, ale aj vlhké stanovišťa, je nenáročná na pôdu (BENČAĽ 2002) a na obsah živín v pôde ako aj fyzikálne vlastnosti pôd, pričom jej lepšie vyhovujú ľahšie a prevzdušnené pôdy (PAGAN 1997). Zaujímavejšie je značné zvýšenie podielu javora horského v daných podmienkach, ktorý na rozdiel od brezy má vysoké nároky na pôdnu a vzdušnú vlhkosť a dobre sa mu darí na stanovištiach s vysokými zrážkami a vysokou vzdušnou vlhkosťou. Oblubuje hlbšie, humózne čerstvé pôdy (BENČAĽ 2002). Zároveň je to drevina náročná na priaznivé fyzikálne vlastnosti pôdy, najmä však obsah živín (PAGAN 1997).

Z tohto pohľadu by stanovištné pomery o niečo viac vyhovovali javoru horskému vzhľadom na dostatok zrážok a fyzikálne vlastnosti pôdy. Analýza pôdných pomerov na týchto plochách podľa zrnitosti zloženia zistila prachovito-ílovito hlinitú pôdu, ktorá je na rozhraní stredne ťažkých až ťažkých pôd. Podiel ílu v horizontoch A, B<sub>v</sub> sa pohyboval v rozpätí 26,8–41,1 %, resp. pH 5,89 až 6,65. Možno konštatovať, že pôdy na danej lokalite, ktoré sú skôr ťažšie a z hľadiska živín pomerne bohaté, nie sú optimálne pre žiadnu z vyskytujúcich sa drevín. Breza preferuje skôr kyslejšie a ľahšie pôdy, javor horský najmä

dobře prevzdušené, humózne pôdy vrátane skeletnatých. Vlastnosti pôdy na TVP sú teda také, že nepredpokladáme podstatný vplyv na dané dreviny, ktorý by sa prejavil v miere prežívania a vitalite daných drevín. Významnú úlohu môže zohrať aj skutočnosť, že do roku 1960 bola pôda na terajších TVP využívaná ako orná. Zaujímavý je tiež fakt, že TVP sa nachádzajú v nízkej nadmorskej výške (170 m), čo je hlavne pre výskyt javora horského nezvyčajné.

Z hľadiska výškového postavenia predmetných drevín sa potvrdili známe zákonitosti, keď breza spolu so smrekovcom ako slnné dreviny tvorili porastovú úroveň, kým javor ako polotienna drevina (PAGAN 1997; BENČAĽ 2002) sa výškovo vyskytoval pod nimi, resp. v medziúrovni. Pribeh výškových kriviek na oboch TVP (obr. 2a, 2b) poukazuje aj na skutočnosť znižovania výškového prírastku brezy v porovnaní s dubom červeným a smrekovcom pri hrubších dimenziách, resp. so stúpajúcim vekom. Rovnakú skutočnosť zistili aj NIEMISTÖ et al. (1995) v rovnorodom brezovom poraste pri nižšom počte stromov ako 400 ks.ha<sup>-1</sup>. Na TVP Dudince bola početnosť brezy vo veku 59 rokov 220 ks.ha<sup>-1</sup> (plocha III-1) a 268 ks.ha<sup>-1</sup> (plocha III-2). Okrem toho NIEMISTÖ (2013) zistil, že sila prebierky nemala vplyv na výškový prírastok brezy.

V zmiešaných porastoch brezy je jednou z príčin mortality jednotlivých drevín konkurencia na svetlo (DEKKER et al. 2009). Avšak, v prípade TVP Dudince zrejme zohrávajú úlohu iné faktory, nakoľko breza sa tu nachádza v porastovej úrovni. Napriek tomu bol úbytok brezy autoredukciou podľa počtu stromov najvyšší spomedzi drevín tvoriacich zmiešaný porast (tab. 1), čo potvrdzuje už predtým uvedenú domnienku o obmedzenom veku jej životnosti. Avšak môže to tiež súvisieť s veľkosťou korún, keď na ploche III-1 (produkčná funkcia) bola (po 30 rokoch) priemerná šírka korún brezy 3,1 m, kým javora horského 5,0 m, duba červeného 4,7 m a smrekovca 2,5 m. Na ploche III-2 s kúpeľno-liečebnou funkciou to bolo pre brezu 4,2 m, javor horský 3,7 m a smrekovec 2,9 m. Dokazuje to aj fakt, že javor horský (na oboch plochách) aj dub červený (na ploche III-1) mali pri rovnakej šírke korún najvyšší priemerný ročný hrúbkový prírastok (obr. 3a, 3b).

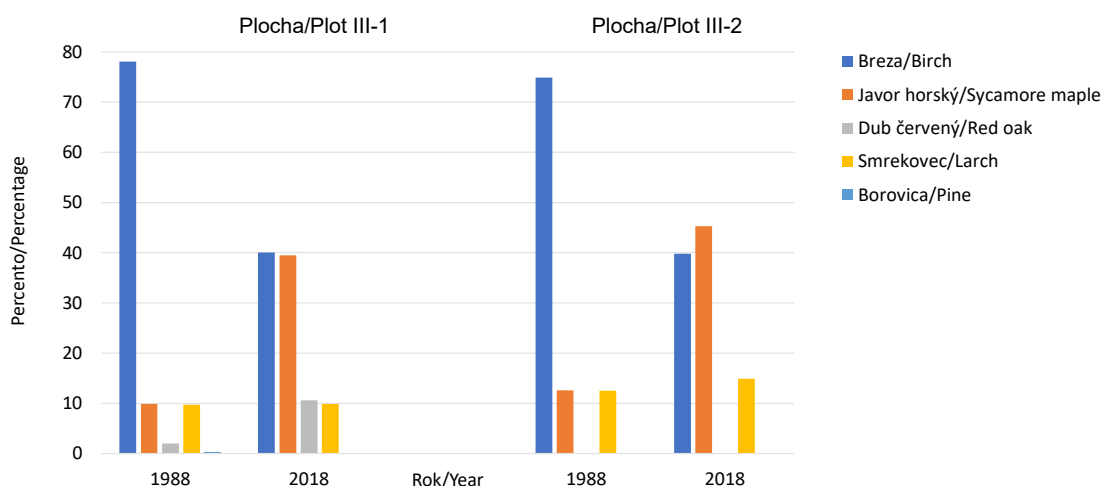
Kvantitatívne charakteristiky poukazujú na dobrú produkčnú schopnosť javora horského a brezy (tab. 2), pričom zistené hodnoty sú o niečo vyššie na ploche s kúpeľno-liečebnou funkciou. Počet stromov brezy je 2–3násobne nižší ako uvádzajú HYNYNEN et al. (2010), ktorí prezentujú 600 ks.ha<sup>-1</sup> pri strednej hrúbke 25 cm. Podobne podstatne

vyššie počty brezy, aj keď v nezmiešaných a mladších brezových porastoch uvádza MARTINÍK (2019). VACEK (1992) prezentuje v 35ročnom brezovom poraste (LZ Broumov, A-pásme imisnej zóny) 1800 ks.ha<sup>-1</sup>, pri strednej hrúbke 16 cm a výške 14 m v okolí elektrárne v Trutnove (A pásme imisného ohrozenia), čo sú okrem výšky vyššie hodnoty v porovnaní s TVP Dudince vo veku 29 rokov.

Štatisticky významný rozdiel ( $p < 0,05$ ) medzi oboma plochami na TVP Dudince (podľa kruhovej základne) sme zistili iba pri drevine javor horský. Breza a javor horský mali zároveň aj najvyšší bežný ročný prírastok na kruhovej základni (obr.4a, 4b), pritom v prípade javora bol opäť vyšší na ploche s kúpeľno-liečebnou funkciou (rozdiel bol štatisticky nevýznamný,  $p > 0,05$ ). Najmä javor horský (na ploche III-1 aj dub červený) sa vyznačoval značnou produkčnou schopnosťou, ktorá podľa hodnôt indexu rastu (tab. 3) niekoľko násobne prevyšila ostatné dreviny. Hodnoty objemu hrubiny na TVP Dudince vo veku 59 rokov (142 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, resp. 104 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) sú nižšie v porovnaní s údajmi VUOKILU (1962), ktorý zistil v 67ročnom poraste brezy po 33ročnej výchove veľmi silnými prebierkami 194 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. VACEK (1992) uvádza vo veku 35 rokov objem hrubiny 220 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> v brezovom poraste A-pásme imisnej zóny na LZ Broumov. NIEMISTÖ (2007) tiež zistil vyššiu hodnotu objemu hrubiny vo veku 35 rokov na kontrolnej ploche (bez zásahov) 170 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Podobne MARTINÍK (2019) v 21ročnom poraste brezy, ale pri počte jedincov 4200 ks.ha<sup>-1</sup> prezentuje 137,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Uvedené hodnoty objemu hrubiny sú vyššie ako nami zistené na TVP Dudince.

Analýza úbytku za 30 rokov v dôsledku prebierok a abiotických škodlivých činiteľov (zlomy kmeňa), autoredukcie (tab. 1), resp. celkového úbytku (tab. 3) ukázala na vyšší úbytok na ploche s produkčnou funkciou (III-1). Dôvodom je intenzívnejšia výchova, resp. zásahy, ktoré sú prednostne zamerané na objemovú a hodnotovú produkciu, čo si vyžaduje silnejšie zásahy v porovnaní s kúpeľno-liečebnou funkciou, kde je kvantitatívna produkcia druhoradá.

Čo sa týka kvalitatívnej produkcie (tab. 4), ktorú reprezentujú cieľové stromy (produkčný les), resp. funkčne perspektívne stromy (les s kúpeľno-liečebnou funkciou), vyšší počet týchto stromov sme zistili na ploche III-2 (176 ks.ha<sup>-1</sup>) oproti ploche III-1 (150 ks.ha<sup>-1</sup>). Podiel jednotlivých drevín z celkového počtu uvádza obr. 5. Vyšší počet týchto stromov na ploche s kúpeľno-liečebnou funkciou je spôsobený „menej prísnymi“ kritériami pri ich výbere (ŠTEFANČÍK 1992), nakoľko produkčná funkcia je tu druhoradá na rozdiel od plochy III-1. HEIN et al. (2009) uvádzajú v nezmiešaných brezových porastoch 95–120

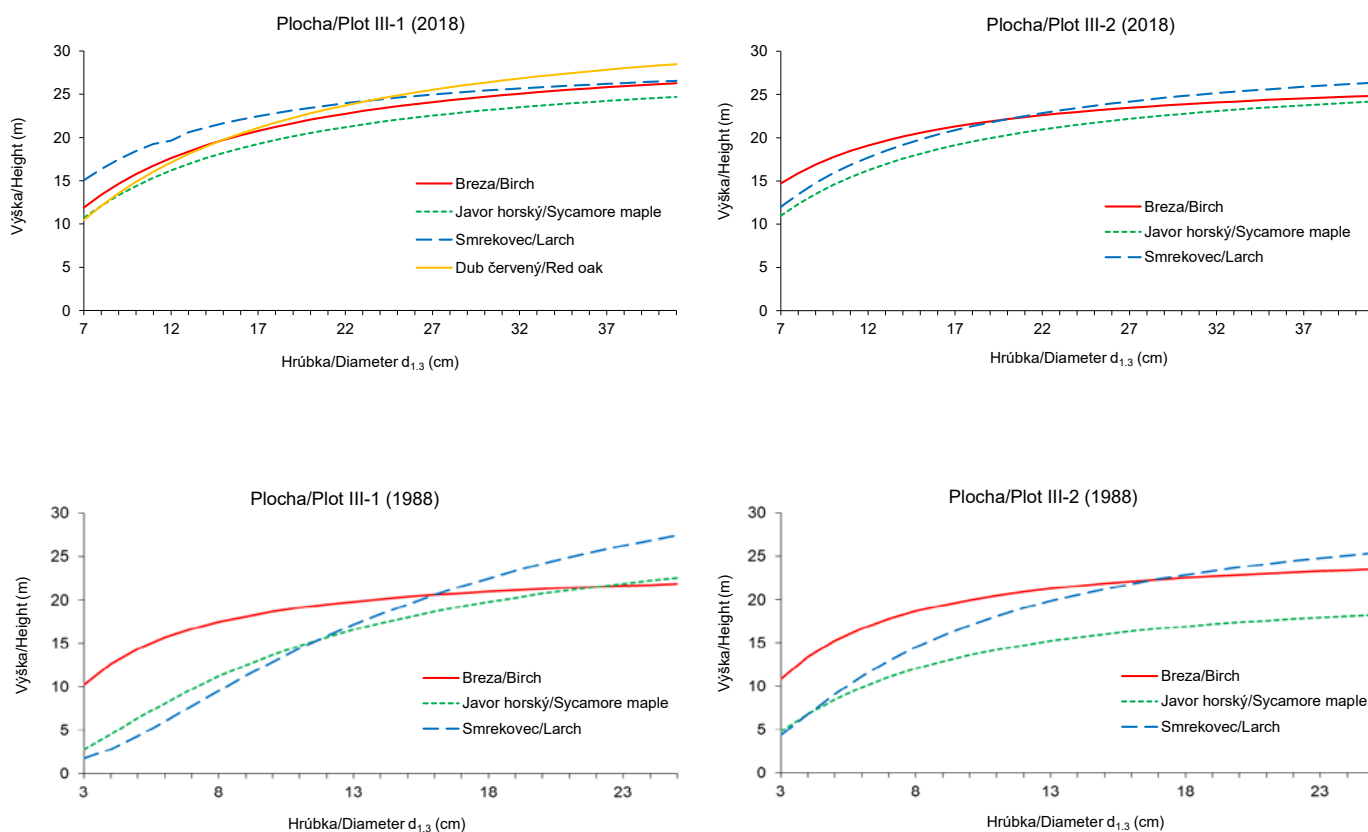


Obr. 1.

Drevinové zloženie (podľa kruhovej základne) na sledovaných plochách

Fig. 1.

Tree species composition (according to basal area) on investigated subplots



**Obr. 2.**

Výškové krivky na sledovaných plochách na začiatku výskumu (1988) a po 30ročnom sledovaní (2018)

**Fig. 2.**

Height curves on investigated subplots in initial stage of the research (1988) and after 30 years of investigation (2018)

**Tab. 1.**

Analýza celkového úbytku za 30 rokov

The analysis of total decrease of trees for 30 years

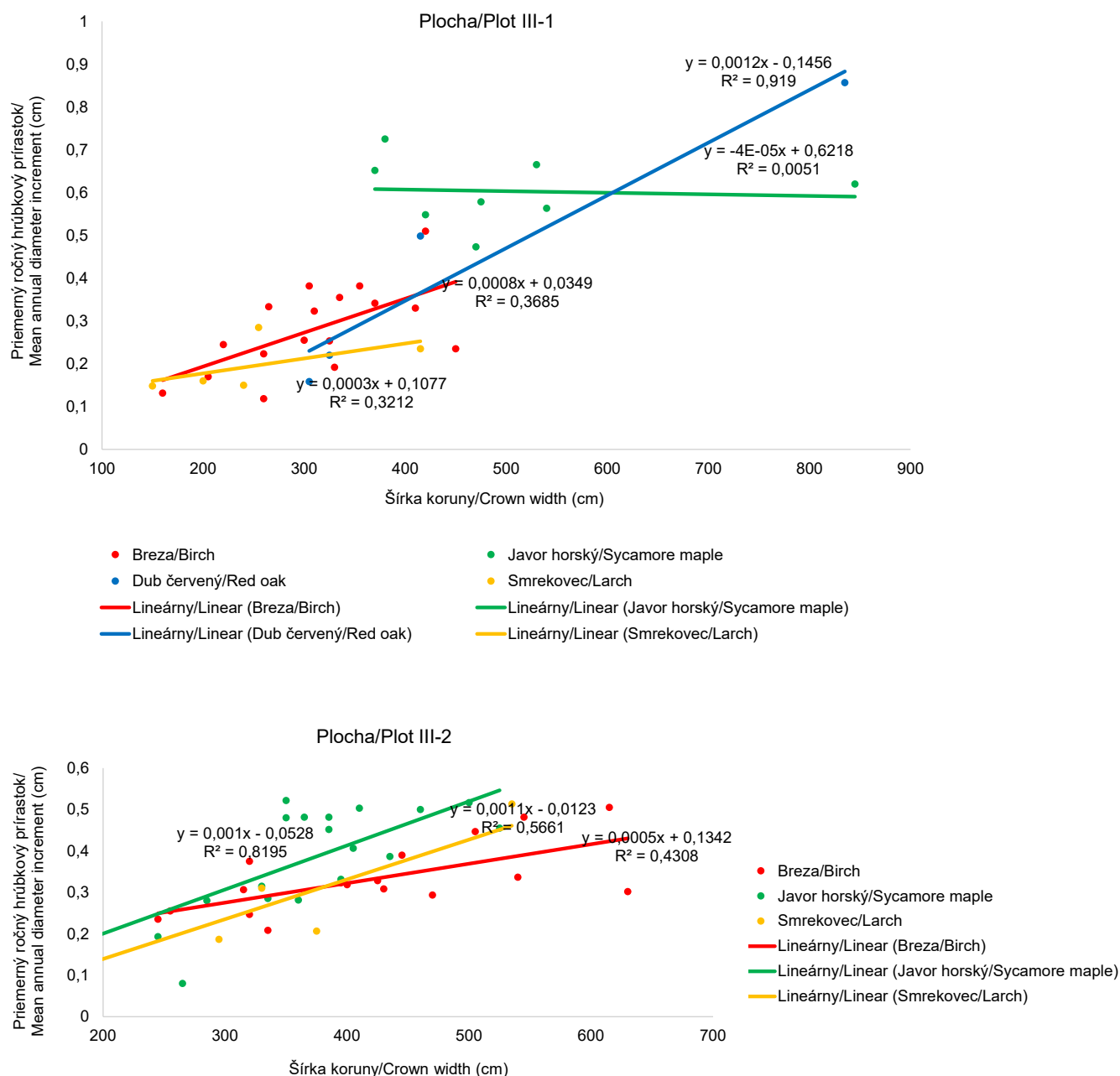
Plocha/ Plot	Vekový rozsah (roky)/ Age range (years)	Drešina/ Tree species	Prebierka a iný úbytok stromov/ Thinning and other decrease of trees				Odumreté stromy (autoredukcia)/ Dead trees (self-thinning)			
			N		G		N		G	
			tree.ha <sup>-1</sup>	% z CP/ % of TP	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	% z CP/ % of TP	tree.ha <sup>-1</sup>	% z CP/ % of TP	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	% z CP/ % of TP
III-1	29-59	Breza/Birch	710	58.2	13.4	50.6	290	23.8	3.4	12.8
		Dub červený/Red oak	10	16.7	0.5	16.0	-	-	-	-
		Javor horský/ Syc. maple	30	9.7	0.8	7.5	50	16.1	0.8	7.0
		Smrekovec/Larch	30	14.3	0.2	4.6	120	57.1	1.0	28.6
		Spolu/Total	780	43.3	14.9	33.6	460	25.6	5.2	11.7
III-2	29-59	Breza/Birch	676	54.9	11.9	43.9	287	23.3	3.8	13.8
		Javor horský/ Sycamore maple	37	5.4	0.5	3.7	157	22.9	0.8	5.5
		Smrekovec/Larch	65	38.9	1.0	17.9	9	5.4	0.1	1.4
		Spolu/Total	778	37.3	13.4	28.5	453	21.7	4.7	9.9

Vysvetlivky pozri tab. 2/For captions see Table 2

CP – celková produkcia/TP – total production

cieľových stromov na hektár vo veku 55 rokov, čo je v súlade s našimi zisteniami (100, resp. 102 ks.ha<sup>-1</sup>). Dokazuje to aj hospodárska kvalita stromov, reprezentovaná podielom v jednotlivých kvalitatívnych triedach (obr. 6), keď v kvalitatívnej triede „A“ mali všetky dreviny o niečo vyššie percento práve na ploche III-2. Z hľadiska jednotlivých drevín sme zistili najlepšiu kvalitu pri dube červenom, kde všetky jedince boli v kvalitatívnej triede A, resp. breze s podielom 72,7 % a 79,3 % z počtu

v tejto triede s najvyššou kvalitou (obr. 7). Podobné výsledky uvádza aj NIEMISTÖ (2007), keď na ploche s iniciálnym sponom 1600 ks.ha<sup>-1</sup> po dvoch silných prebierkach a znížení počtu na 400 ks.ha<sup>-1</sup> vo veku 55 rokov podľa Motti-simulátora zistil, že dýchové výrezy (najkvalitnejší sortiment s hrúbkou väčšou ako 18 cm) tvorili až 70,8 % zo zásoby porastu, t.z. 177 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Nižšie hodnoty kategórie A (50 % v poraste s prebierkou), ale oveľa mladšom zistili MARTINÍK et al. (2017, 2018).



**Obr. 3.** Vzťah medzi priemerným ročným hrúbkovým prírastkom a šírkou koruny po 30 rokoch výskumu

**Fig. 3.** Relationship between mean annual diameter increment and crown width after 30 years of investigation

**Tab. 2.**

Kvantitatívne parametre na trvalej výskumnej ploche Dudince  
Quantitative parameters for the permanent research plot Dudince

Plocha/ Plot	Vek/Age (roky/ years)	Drevina/Tree species	N	G	$V_{7b}$	Stredná/Mean	
			(tree.ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	$d_g$ (cm)	$h_g$ (m)
III – 1	29	Borovica/Pine	10	0.1	1	-	-
		Breza/Birch	1,220	18.5	159	13.9	20.1
		Dub červený/Red oak	60	0.5	4	-	-
		Javor horský/Sycamore maple	310	2.3	16	9.8	13.5
		Smrekovec/Larch	200	2.3	19	12.1	16.0
		Spolu/Total	1,800	23.7	199	-	-
III – 1	59	Borovica/Pine	-	-	-	-	-
		Breza/Birch	220	9.7	142	23.7	23.3
		Dub červený/Red oak	50	2.6	33	25.6	25.1
		Javor horský/Sycamore maple	230	9.6	103	23.0	24.3
		Smrekovec/Larch	60	2.4	28	22.5	24.1
		Spolu/Total	560	24.3	306	-	-
III – 2	29	Breza/Birch	1,231	18.7	174	13.9	21.6
		Javor horský/Sycamore maple	685	3.2	15	7.7	10.7
		Smrekovec/Larch	167	3.1	35	15.5	24.0
		Spolu/Total	2,083	25.0	224	-	-
III – 2	59	Breza/Birch	268	11.5	104	23.4	22.9
		Javor horský/Sycamore maple	491	13.1	127	18.4	19.7
		Smrekovec/Larch	93	4.3	47	24.2	23.5
		Spolu/Total	852	28.9	278	-	-

Vysvetlivky/Captions: N – počet stromov/number of trees; G – kruhová základňa/basal area;  $V_{7b}$  – objem hrubiny/merchantable volume;  $d_g$  – stredná hrúbka/mean diameter;  $h_g$  – stredná výška/mean height; III – 1 → plocha s úrovňovou voľnou prebierkou (produkčná funkcia porastu)/plot with free crown thinning (production function); III – 2 → plocha s úrovňovou voľnou prebierkou (kúpeľno-liečebná funkcia porastu)/plot with free crown thinning (spa-therapeutic function)

**Tab 3.**

Vývoj kvantitatívnej produkcie za 30 rokov  
Development of quantitative production of the stand for 30 years

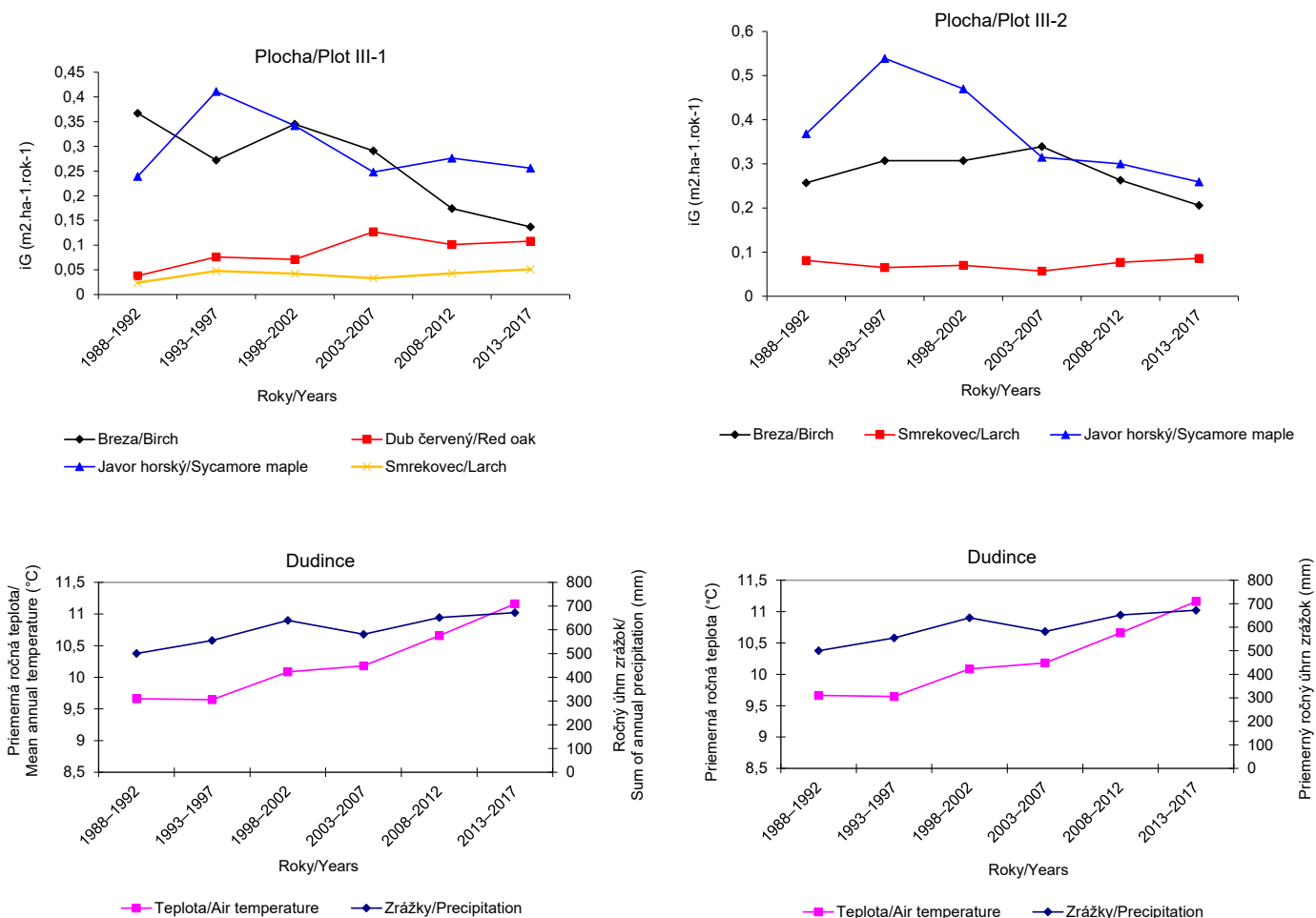
Plocha/ Plot	Vekový rozsah/ Age range (years)	Drevina/Tree species	Celkový úbytok/Total decrease of trees				Celková produkcia/Total production		
			N		G		N	G	Index združeného porastu/ Index of total stand
			tree.ha <sup>-1</sup>	% z CP/% out of TP	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	% z CP/% out of TP	tree.ha <sup>-1</sup>	m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>	
III-1	29-59	Breza/Birch	1,000	82.0	16.8	63.4	1,220	26.5	1.428
		Dub červený/Red oak	10	16.7	0.5	16.0	60	3.1	6.546
		Javor horský/Syc.maple	80	25.8	1.6	14.5	310	11.2	4.775
		Smrekovec/Larch	150	71.4	1.2	33.2	210	3.6	1.557
		Spolu/Total	1,240	68.9	20.1	45.3	1,800	44.3	1.868
III-2	29-59	Breza/Birch	963	78.2	15.6	57.7	1231	27.2	1.448
		Javor horský/Syc.maple	194	28.3	1.3	9.2	685	14.4	4.576
		Smrekovec/Larch	74	44.3	1.1	19.3	167	5.3	1.698
		Spolu/Total	1,231	59.0	18.0	38.4	2,083	46.9	1.873

Vysvetlivky pozri tab. 2/For captions see Table 2

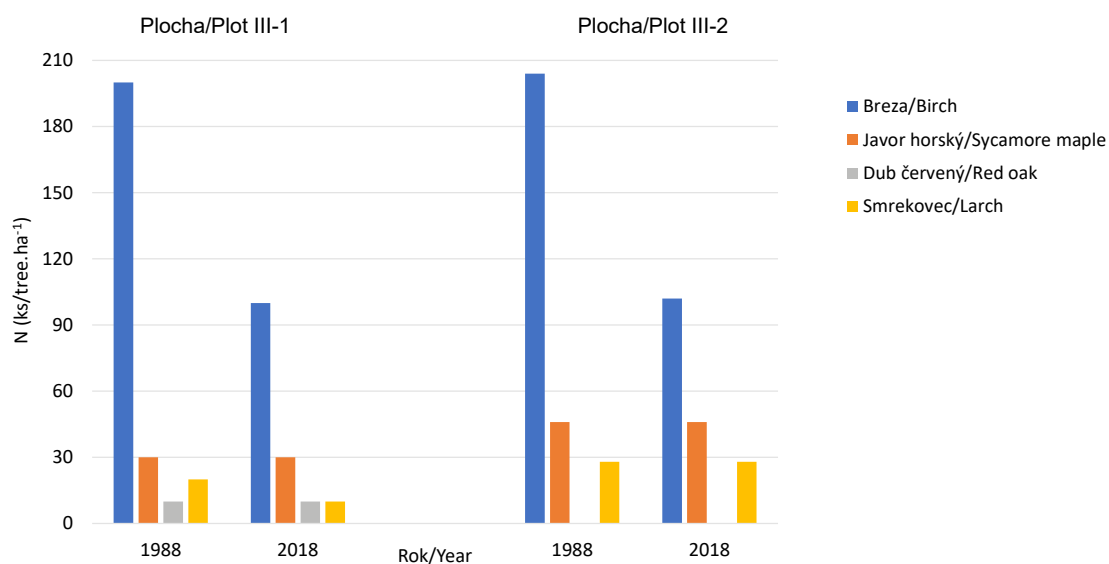
**Tab. 4.**  
Vývoj stromov výberovej kvality (cieľových stromov)  
Development of the trees of selective quality (crop trees)

Plocha/ Plot	Drevina/Tree species	Vek/Age (r/y)	N		G		V <sub>7b</sub>		Stredná/Mean	
			(tree.ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	% z hl. porastu/% out of main stand	(m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	% z hl. porastu/% out of main stand	(d <sub>g</sub> ) (cm)	(h <sub>g</sub> ) (m)	
III – 1	Breza/Birch	29	200	4.1	22.1	46	28.9	13.9	20.1	
		59	100	4.7	48.6	45	31.4	24.5	23.5	
	Dub červený/Red oak	29	10	0.2	42.0	2	53.9	-	-	
		59	10	1.4	52.6	19	57.4	-	-	
	Javor horský/Syc. maple	29	30	0.5	23.0	5	32.0	15.1	18.1	
		59	30	2.2	23.4	20	19.4	30.8	23.2	
Smrekovec/Larch	29	20	0.5	19.9	5	24.4	17.1	21.6		
	59	10	0.5	21.6	6	21.9	-	-		
III – 2	Breza/Birch	29	204	4.3	22.9	40	23.2	16.4	22.2	
		59	102	5.9	51.2	54	51.8	27.1	23.5	
	Javor horský/Syc.maple	29	46	0.3	10.9	2	12.9	9.7	13.4	
		59	46	2.2	17.1	24	18.5	24.9	21.7	
	Smrekovec/Larch	29	28	0.9	27.5	10	29.8	19.8	24.0	
		59	28	2.0	47.5	22	47.5	30.4	24.9	

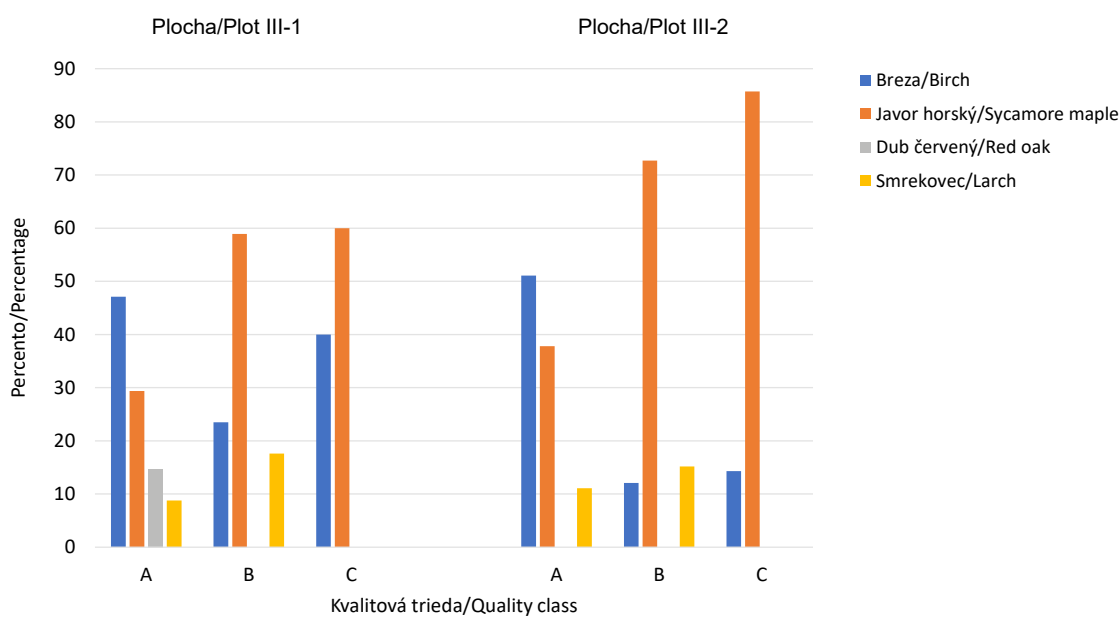
Vysvetlivky pozri tab. 2/For captions see Table 2



**Obr. 4.**  
Bežný ročný prírastok na kruhovej základni v 5-ročných periódach  
**Fig. 4.**  
The current annual basal area increment for 5-year periods



**Obr. 5.**  
Početnosť a drevinové zloženie cieľových stromov na sledovaných plochách  
**Fig. 5.**  
Number and tree species composition of target trees on investigated plots



**Obr. 6.**  
Hospodárska kvalita kmeňov podľa kvalitatívnych tried vo veku 59 rokov  
**Fig. 6.**  
Commercial quality of stems according to quality classes at stand age of 59 years



VACEK (1992) zistil 60 % kvalitných jedincov vo veku 35 rokov. KILPELÄINEN et al. (2011) konštatujú, že 35 % z hlavného porastu tvorilo piliarsku guľatinu, resp. vlákninu, čo zodpovedá kvalitovej triede C a čiastočne aj B v našom ponímaní. Na TVP Dudince to činilo 27 % (plocha III-1) a 20,7 % (plocha III-2). NIEMISTÖ (2013) zistil, že produkcia vlákny sa zvyšovala s hustotou porastu, pričom najvyššie hodnoty dosiahla pri veľmi slabých prebierkach alebo plochách bez zásahov.

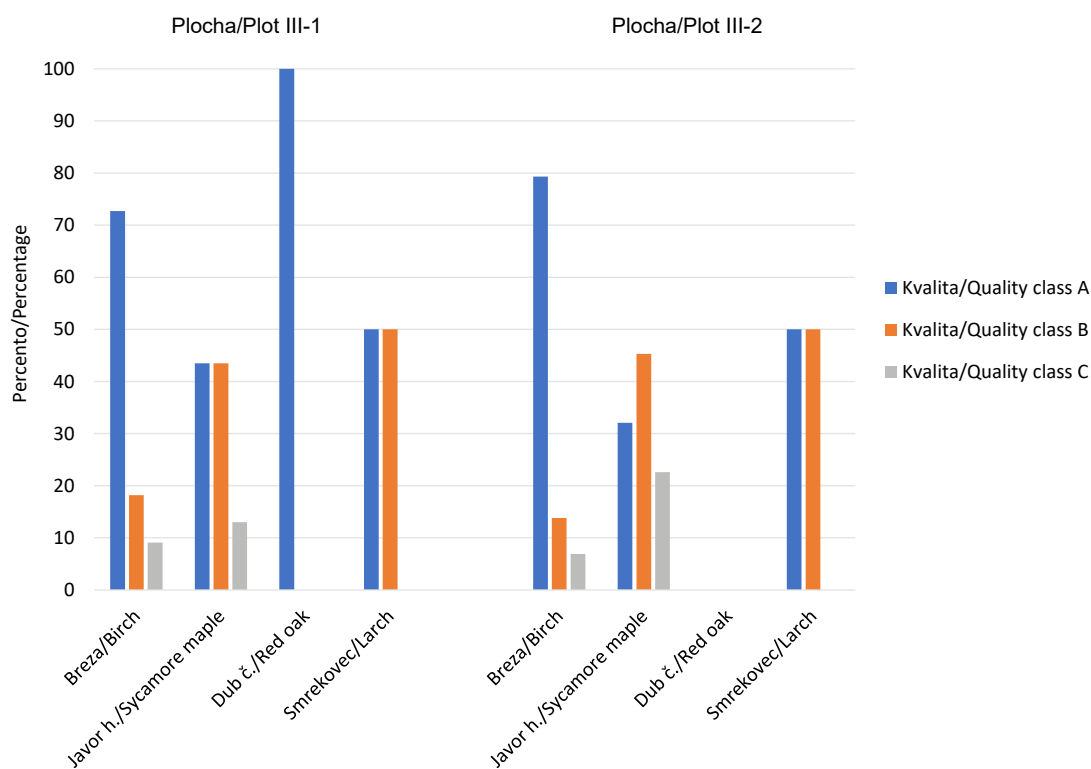
## ZÁVER

Porovnanie rastu zmiešaného brezového porastu vo veku 59 rokov, resp. dvoch plôch s rozdielnymi funkciami (produkčnou a kúpeľno-liečebnou) poukázalo na niektoré rozdielnosti, ale aj zhodné skutočnosti. Ide najmä o výrazný pokles zastúpenia brezy, resp. zvýšenie podielu javora horského, hoci sa porast nachádza v 2. lesnom vegetačnom stupni. Vysvetlenie tejto skutočnosti je zložité a môže súvisieť s viacerými okolnosťami týkajúcimi sa pôdnych pomerov, ale aj veku brezy, ktorý je na hranici rubnej zrelosti na rozdiel od javora. S tým súvisí aj znižovanie vitality a zvýšený prirodzený úbytok brezy v zmiešaných porastoch, kde vzhľadom na vek splnili svoju funkciu prípravnej dreviny. Postavením v porastovej úrovni naopak poskytli vhodné podmienky pre rast javora horského ako polotiennej drevi-

ny. Tieto sa zvýraznili v prípade jeho podpory vhodnými výchovnými zásahmi, čo potvrdili aj hodnoty vybraných kvantitatívnych charakteristík, ktoré na ploche s kúpeľno-liečebnou funkciou mierne prevyšovali plochu s produkčnou funkciou. Na druhej strane sa tiež potvrdila dobrá vitalita duba červeného v daných podmienkach. Čo sa týka kvalitatívnej produkcie, ktorú reprezentovali cieľové stromy (v hospodárskom lese), kde je prioritná produkčná funkcia, resp. funkčne perspektívne stromy, kde dominuje kúpeľno-liečebná funkcia, zistil sa ich o niečo vyšší počet v porovnaní s „hospodárskym“ variantom. Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že v súčasných podmienkach čoraz častejších negatívnych prejavov klimatickej zmeny je tvorba a podpora zmiešaných porastov aj z menej tradičných drevín vhodným mitigačným opatrením zabezpečujúcim plnenie produkčných aj verejnoprospešných funkcií.

### PodĎakovanie:

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy APVV-17-0416 a APVV-15-0032, resp. projektu „Výskum a vývoj na podporu konkurencieschopnosti slovenského lesníctva – SLOVLES (2019-2021)“, financovaný z rozpočtovej kapitoly Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky.



Obr. 7.

Podiel drevín v kvalitových triedach kmeňa vo veku 59 rokov

Fig. 7.

The proportion of tree species according to quality classes at stand age of 59 years

## LITERATÚRA

- BARTOŠ J., SOUČEK J. 2009. Možnosti ovlivnění růstu výsadeb buku a kleny v podsadbách porostů náhradních dřevin v Krušných horách. Zprávy lesnického výzkumu, 54 (Special): 9–13.
- BARTOŠ J., ŠPULÁK O., ČERNOHOUS V. 2009. Vliv dřevin na ukládání sněhu v horských polohách. Lesnická práce, 88 (4): 229–231.
- BENČAĽ T. 2002. Dendrológia. Zvolen, Technická univerzita: 205 s.
- BRADÁČ V., JIRGLE J. 1987. Práce s břízou a jeřábem v imisních oblastech. Lesnická práce, 66 (9): 400–403.
- CAMERON A.D., DUNHAM R.A., PETTY J.A. 1995. The effects of heavy thinning on stem quality and timber properties of silver birch (*Betula pendula* Roth.). Forestry, 68 (3): 275–285.
- DEKKER M., SASS-KLAASSEN U., DEN OUDEN J., GOEDHART P.W. 2009. The effect of canopy position on growth and mortality in mixed sapling communities during self-thinning. European Journal of Forest Research, 128 (5): 455–466. DOI: 10.1007/s10342-009-0293-3
- FERM A. 1993. Birch production and utilization for energy. Biomass and Bioenergy, 4 (6): 391–404.
- HEIN S., WINTERHALTER D., WILHELM G.J., KOHNLE U. 2009. Wertholzproduktion mit der Sandbirke (*Betula pendula* Roth): waldbauliche Möglichkeiten und Grenzen. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 180 (9–10): 206–219.
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHÄRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry, 83 (1): 103–119. DOI: 10.1093/forestry/cpp035
- JIRGLE J., TICHÝ J. 1981. Zhodnocení produkce břízy a jeřábu jako náhradních dřevin v Krušných horách. Práce VÚLHM, 58: 123–137.
- KACÁLEK D., MAUER O., PODRÁZSKÝ V., SLODIČÁK M. et al. 2017. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 300 s.
- KAMENSKÝ M., ŠTEFANČÍK I. 2010. Breza ako prípravná drevina v hospodárskych lesoch? In: Prknová H. (ed.): Bříza – strom roku 2010. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 26. září 2010. Praha, ČZU FLD: 66–71.
- KANTOR P., ŠACH F. 1988. Hydrická účinnost mladých náhradních porostů smrku omoriky a břízy bradavičnaté. Lesnictví, 34 (11): 1017–1040.
- KILPELÄINEN H., LINDBLAD J., HERÄJÄRVI H., VERKASALP E. 2011. Saw log recovery and stem quality of birch from thinnings in southern Finland. Silva Fennica, 45 (2): 267–282.
- KONÔPKA B., ŠEBEŇ V. 2019. Význam pionierskych drevín v iniciálnych štádiách vývoja lesných porastov. Les & Letokruhy, 75 (10): 30–32.
- KONÔPKA B., ŠEBEŇ V., PAJTÍK J. 2019. Sú pionierske dreviny z lesnickeho hľadiska viac nežiaducou vegetáciou alebo prostriedkom biologickej ochrany?! In: Kunca, A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa. Zborník referátov z 28. ročníka medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 31. januára a 1. februára 2019 v Novom Smokovci. Zvolen, NLC-LVÚ: 129–138.
- KOŠULIČ M. 2019. Pionýrské dreviny v hospodárskom lese. Lesnická práce, 98 (1): 25–27.
- KOŠÚT M. 1982. Breza a jej význam v národnom hospodárstve. Bratislava, Príroda: 126 s.
- KULA E. 2011. Bříza a její význam pro trvalý rozvoj lesa v imisních oblastech. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 278 s.
- KUPKA K. 2013. QC.Expert 3.1. User's manual. Pardubice, TryloByte: 266 s.
- LOKVENEC T., CHROUST L. 1987. Vliv břízy na odrůstání smrkové kultury. Lesnictví, 33 (11): 993–1010.
- MÁRD H. 1997. Damage and growth response in suppressed *Picea abies* after removal of overstorey birch (*Betula* spp.). Scandinavian Journal of Forest Research, 12: 248–255.
- MARTINÍK A. 2012. Bříza – „mocná“ dřevina a nemocné lesy. Lesnická práce, 91 (3): 22–24.
- MARTINÍK A., ADAMEC Z., KREJZA J. 2017. Struktura, produkce a stabilita mladých porostů s převahou břízy a osiky vzniklých sukcesí po alochtonním smrku v oblasti Nížkého Jeseníku. Brno, Mendelova univerzita: 70 s.
- MARTINÍK A., SENDECKÝ M., KREJZA J., ADAMEC Z. 2018. Předpoklady hodnotové produkce břízy bělokoré v sukcesních porostech na severní Moravě. Zprávy lesnického výzkumu, 63 (3): 165–172.
- MARTINÍK A., KNOTT R., KREJZA J., ČERNÝ J. 2019. Pěstování březových porostů na biomasu. Lesnická práce, 98 (4): 20–21.
- MARTINÍK A. 2019. Uplatnění břízy (*Betula pendula* Roth) a osiky (*Populus tremula* L.) při obnově a tvorbě lesa po disturbancích – příkladová studie z chlumních oblastí Moravy. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 136 s.
- MARTINÍK A. 2020. Lze využít metodu Schädelinovy probírky i pro břízu? Lesnická práce, 99 (1): 28–29.
- MÄKINEN H., OJANSUU R., NIEMISTÖ P. 2002. Predicting external branch characteristics of planted silver birch (*Betula pendula* Roth.) on the basis of routine stand and tree measurements. Forest Science, 49 (2): 301–317.
- MICHAILOFF I. 1943. Zahlenmässiges Verfahren für die Ausführung der Bestandeshöhenkurven. Forstwissenschaftliches Centralblatt und Tharandter Forstliches Jahrbuch, 6: 273–279.
- NIEMISTÖ P. 1995a. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the growth and yield of silver birch (*Betula pendula*). Scandinavian Journal of Forest Research, 10: 245–255.
- NIEMISTÖ P. 1995b. Influence of initial spacing and row-to-row distance on the crown and branch properties and taper of silver birch (*Betula pendula*). Scandinavian Journal of Forest Research, 10: 235–244.
- NIEMISTÖ P. 2007. Spacing and thinning experiment in Varkaus (*Betula pendula*). Excursion guide. Metla: 6 s.
- NIEMISTÖ P. 2013. Effect of growing density on biomass and stem volume growth of downy birch stands on peatland in Western and Northern Finland. Silva Fennica, 47 (4): article id 1002. DOI: 10.14214/sf.1002
- PAGAN J. 1997. Lesnícka dendrológia. Zvolen, Technická univerzita: 378 s.
- PETERSEN R., SCHÜLLER S., AMMER C. 2009. Einfluss unterschiedlich starker Birkenkonkurrenz auf das Jugendwachstum von Traubeneichen – Ergebnisse einer 8-jährigen Beobachtungsreihe. Forstarchiv, 80 (5): 208–214.
- REPOLA J., HÖKKÄ H., PENTTILÄ T. 2006. Thinning intensity and growth of mixed spruce-birch stands on drained peatlands in Finland. Silva Fennica, 40 (1): 83–99.
- SIMON J., BUČEK A. 2010. Bříza jako dominantní druh sukcesních stádií lesa rekultivovaných území po povrchové těžbě uhlí. In: Prknová, H. (ed.): Bříza – strom roku 2010. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 26. září 2010. Praha, ČZU FLD: 114–117.

- ŠLODIČÁK M., NOVÁK J. 2008. Výchova porostů náhradních dřevin. Recenzovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 28 s. Lesnický průvodce 3/2008.
- SOUČEK J., ŠPULÁK O., LEUGNER J., PULKRAB K., SLOUP R., JURÁSEK A., MARTINÍK A. 2016. Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 35 s. Lesnický průvodce 10/2016.
- STENER L-G., RYTTER L., JANSSON G. 2017. Effects of pruning on wood properties of planted silver birch in southern Sweden. *Silva Fennica*, 51 (2): article id 1713. DOI: 10.14214/sf.1713
- ŠAFRÁNEK Z., MARTINÍK A., VALA V. 2018. Modelové ekonomické srovnání variant obnovy lesa po kalamitě alochtonní smrčiny: Konvenční umělá obnova vs. přípravný březový porost. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63 (2): 92–101.
- ŠTEFANČÍK I. 2011. Štruktúra a vývoj porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) s rozdielnym funkčným zameraním. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 57 (1): 32–41,
- ŠTEFANČÍK L. 1984. Úrovňová voľná prebierka – metóda biologickej intenzifikácie a racionalizácie selekčnej výchovy bukových porastov. In: *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*, 34: 69–112.
- ŠTEFANČÍK L. 1992. Vplyv výchovného zásahu na porast duba červeného (*Quercus rubra* L.) s kúpeľnoliečebnou a produkčnou funkciou. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 38 (3): 253–268.
- TENDLER P. 2020. Obnova březových porostů na lesní správě Litoměřice. *Lesnická práce*, 99 (1): 33–35.
- TESAŘ V., BALCAR V., LOCHMAN V., NEHYBA J. 2011. Přestavba lesa zasaženého imisemi na Trutnovsku. Brno, Mendelova univerzita: 176 s.
- ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., KOUBA M. 2010. Potenciál břízy pro obnovu buldozerových ploch v Krušných horách. In: Prknová H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010*. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 26. září 2010. Praha, ČZU FLD: 72–77.
- URI V., LÖHMUS K., OSTONEN I., TULLUS H., LASTIK R., VILDO M. 2007. Biomass production, foliar and root characteristics and nutrient accumulation in young silver birch (*Betula pendula* Roth.) stand growing on abandoned agricultural land. *European Journal of Forest Research*, 126 (4): 495–506. DOI: 10.1007/s10342-007-0171-9
- VACEK S. 1991. Porostotvorné schopnosti břízy a jeřábu v imisních oblastech. *Lesnická práce*, 70 (12): 358–362.
- VACEK S. 1992. Štruktúra a vývoj mladých jeřábových a březových porostů. *Opera Corcontica*, 29: 85–121.
- VUOKILA Y. 1962. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. *Communications Instituti Forestalis Fenniae*, 55.12: 12 s.

## COMPARISON OF BIRCH GROWTH IN MIXED STANDS WITH A DIFFERENT FUNCTION

### SUMMARY

Nowadays, the meaning of birch and less traditional tree species gain more importance in comparison to the past. One reason of this fact can be seen in the negative impact of climate changes. The aim of this paper is to compare the growth of a mixed birch stand (at the age of 59 years) with different functions (production and spa-therapeutic) over the period of 30 years.

Two long-term research plots (LTPs) were established in a mixed stand containing silver birch (*Betula pendula* Roth.), sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.), red oak (*Quercus rubra* L.) and European larch (*Larix decidua* Mill.) in the spa forest in Dudince, southern Slovakia in 1988. At the beginning, the stand was 29 years old. Prior to afforestation, both LTPs were used as arable land before 1960.

The mentioned LTP consists of two partial plots (III-1, III-2). In terms of phytotechnics, Štefančík's free crown thinning (ŠTEFANČÍK 1984) is carried out on one of these plots (marked as III-1) with an area of 0.10 ha. This plot fulfils the production function, unlike the second plot (III-2) with an area of 0.11 ha, which is focused on fulfilling the spa-therapeutic function. Until the establishment of the LTP, no intentional interventions were carried out in this stand. Since the establishment of research plots, seven biometric measurements have been carried out, including interventions.

The development of tree species composition within 30 years showed a significant decrease in birch proportion in both plots. On the contrary, the share of sycamore maple and slightly red oak increased markedly (Fig.1). Regarding the height position of the tree species in question, known patterns were confirmed, when birch and larch as light-demanding species formed the stand level. The sycamore maple as a half-shade species was found below them, or in the intermediate level. The course of the height curves on both LTPs (Fig. 2a, 2b) shows the fact that the height increment of birch is lower compared to red oak and larch at thicker diameters, or with increasing age. Decrease of birch trees by auto-reduction (according to number of trees) was the highest among species forming the mixed stand (Table 1), in both monitored plots. It was found that sycamore maple (on both plots) and red oak (on the plot III-1) had the highest mean annual diameter increment at the same crown width (Fig.3a, 3b). The quantitative characteristics highlighted the good production capacity of sycamore maple and birch (Table 2), with values slightly higher in the plot with a spa-therapeutic function compared to the plot with a production function. The birch and sycamore maple also had the highest current annual increment of the basal area (Fig.4a, 4b). Especially sycamore maple (on the plot III-1 as well as the red oak) was characterized by considerable production capacity, which exceeded other tree species several times as indicated by the values of a growth index (Table 3). Analysis of decrease over 30 years due to the thinning and abiotic harmful factors (stem breaks), auto-reduction (Table 1) or total decrease (Table 3) showed a higher decrease in the plot with production function (III-1). The reason is more intensive tending or interventions that are preferably focused on volume and value production, requiring stronger interventions compared to the spa-therapeutic function, where the quantitative stand production is secondary.

The economic quality of trees was represented by a proportion of trees in individual quality classes (Fig. 6). In the 'A' quality class, all species had a slightly higher percentage on the plot with a spa-therapeutic function. In terms of individual tree species, we found the best quality in red oak, where all individuals were classed as 'quality class A', or in birch with a percentage of 72.7% and 79.3% of the number (Fig. 7). The number of target trees (Fig. 5) was lower in the plot with production function (150 pcs.ha<sup>-1</sup>) compared to the plot with spa-therapeutic function (176 pcs.ha<sup>-1</sup>).

It can be stated that the formation and support of mixed stands from less traditional or possibly introduced tree species is a suitable mitigation measure ensuring the fulfilment of production and public functions in the current conditions of increasingly frequent negative manifestations of climate change.

Zasláno/Received: 14. 02. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 14. 04. 2020