

VÝVOJ DUBOVÉHO PORASTU S ROZDIELNOU POČIATOČNOU VÝCHOVOU

DEVELOPMENT OF OAK STAND UNDER DIFFERENT INITIAL TENDING

IGOR ŠTEFANČÍK ✉

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

✉ e-mail: igor.stefancik@nlcsk.org

ABSTRACT

At the turn of the 1970s and 1980s, oak stands were affected by a tracheomycosis disease of fungal origin, known as the mass dieback of oaks. At present, the effects of climate change, especially drought, have also begun to affect oak stands. Suitable stand tending methods are considered to be one of the mitigation measures. This paper compares the 25-year development of the oak stand, which was established with different variants of tending. Quantitative characteristics (number of trees, basal area, merchantable volume, increment on basal area and volume, total production) were evaluated. The influence of tending was also monitored in relation to the development of crop trees. The results confirmed the highest values of quantitative parameters on control plots. It has been shown that heavy tending interventions in the early developmental stages of oak stands are less suitable compared to moderate interventions.

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

Kľúčové slová: *Quercus petraea*; výchova; kvantitatívna produkcia; cieľové stromy

Key words: *Quercus petraea*; tending; quantitative production; crop trees

ÚVOD

Duby sú druhou najrozšírenejšou listnatou drevinou v lesoch Slovenska s podielom 13,1 % porastovej pôdy (ZELENÁ SPRÁVA 2019), pričom ťažiskom ich výskytu sú najmä porasty 1. až 3. lesného vegetačného stupňa. Vo všeobecnosti sú lesné porasty v ostatných rokoch vo zvýšenej miere vystavené nepriaznivému pôsobeniu sucha, resp. nedostatku atmosférických zrážok, čo sa najčastejšie dáva do súvislosti s prebiehajúcou globálnou klimatickou zmenou. V dôsledku toho sú dubové porasty často fyziologicky oslabované, čo sa navonok prejavuje znížením ich vitality a tolerance voči rôznym škodlivým činiteľom (ZÚBRIK et al. 2019). Na druhej strane sa dub ukazuje ako jedna z drevín, ktorá pomerne priaznivo znáša dopady klimatickej zmeny v porovnaní s ostatnými drevinami. V dôsledku toho sa predpokladá jej rozšírenie do vyšších lesných vegetačných stupňov v porovnaní s minulosťou (MINĎÁŠ, ŠKVARENINA 1994), resp. že v horizonte roku 2075 budú klimatické podmienky najviac vyhovovať spoločenstvám dubov (MINĎÁŠ et al. 2000).

Dubové porasty boli aj v minulosti z času na čas ohrozované nepriaznivými účinkami rôznych faktorov, naposledy významnejšie na prelome 70. a 80. rokov minulého storočia tracheomykóznym ochorením hubového pôvodu, ktoré sa v odbornej literatúre označovalo

ako hromadné hynutie dubov (ČAPEK et al. 1985, 1987; JAKUCS 1988; GAERTIG et al. 2002; THOMAS et al. 2002). Aj keď toto ochorenie bolo známe v rôznych krajinách Európy už aj v dávnejšej minulosti (LEONTOVYČ et al. 1987; EISENHAEUER 1989; MALAISSE et al. 1993; SIWECKI, UFNALSKI 1998; BOBINAC, ANDRAŠEV 2001) v uvedenom období, a to nielen na Slovensku, nadobudlo charakter kalamity. Hoci neskôr na prelome 80. a 90. rokov hromadné hynutie dubov zaznamenalo výrazný pokles a v niektorých menej postihnutých porastoch sa prejavila ich revitalizácia a regenerácia, predsa len dôsledky mali za následok aj hospodárske straty, najmä na hrúbkovom (objemovom) prírastku, resp. produkcii (RAČKO et al. 1987).

Jedným zo spôsobov zmiernenia nepriaznivých dopadov tejto epifytografie dubov sa predpokladali aj pestovné opatrenia, osobitne výchova porastov, ktorá bola zameraná predovšetkým na dôsledné odstraňovanie odumierajúcich a odumretých (s najväčším stupňom poškodenia) jedincov. V rámci výchovy sa odporúčalo prednostne aplikovať zdravotný (sanitárny) výber, pri ktorom sa odstraňovali uhynuté a silne poškodené stromy (ŠTEFANČÍK L. 1987). Okrem toho sa v prebiehajúvých porastoch neodporúčalo uskutočňovať tvarový výber, tzn. úmyselne ťažiť zdravé jedince. Naopak, v mladinách sa okrem zdravotného výberu odporúčal aj úmyselný zásah, pokiaľ ročné percento odumierania neprevyšovalo 5 % z počtu jedincov (ŠTEFANČÍK L. 1987).

Aj keď v dubových porastoch (zmiešaných i nezmiešaných) sa väčšinou dôraz kládol na kvantitatívnu produkciu (napr. KRAHL-URBAN 1959; VENET 1967; BAKSA 1970; KORPEL 1981), hlavným cieľom je najmä zabezpečenie vysoko kvalitnej produkcie (napr. KORPEL 1964; SCHÜTZ 1993; GUBKA, SKLENÁR 2006; CHROUST 2007; SLODIČÁK et al. 2009; ŠTEFANČÍK I. 2012), ktorú možno dosiahnuť vhodnou výchovou predovšetkým v najmladších rastových fázach (VYSKOT 1958; KORPEL 1981; CHROUST 1997).

V minulosti sa uskutočnilo viacero experimentov zameraných na porovnanie rôznych spôsobov výchovy dubových porastov (CHROUST 1958, 1997; KORPEL 1964, 1981; ASSMANN 1968; BAKSA 1970; UTSCHIG, PRETZSCH 2001), na ktoré nadviazali aj novšie výskumy (CHROUST 2004, 2007; SLODIČÁK et al. 2009; DUŠEK et al. 2011; ŠTEFANČÍK I. 2012; SLOUP et al. 2019). Prakticky vo všetkých prípadoch sa potvrdilo, že najlepšie výsledky sa dosiahli pri aplikácii úrovňových prebiek s pozitívnym výberom, pri ktorom sa vhodnou intenzitou uvoľňovali koruny nádejných (cieľových) stromov, ktoré sa najčastejšie vyberali a označili v rastovej fáze mladín (SLOUP et al. 2019) až žrdkovní podľa určitých kritérií (KORPEL 1984; ŠTEFANČÍK L. 1991). Z hľadiska metód sa najlepšie výsledky dosiahli metódou cieľových (nádejných) stromov (BAKSA 1970; ŠTEFANČÍK L. 1991; ŠTEFANČÍK I. 2012). Pri tejto metóde sa pozornosť zameriava na výber a následné pestovanie 70 až 250 najkvalitnejších jedincov na hektár (BAKSA 1970; ROY 1975; DONG et al. 1997; CHROUST 2007; SLODIČÁK et al. 2009; ŠTEFANČÍK I. 2012). V podmienkach Slovenska sa za optimálne považuje vypestovať od 100 do 200 cieľových stromov na hektár pri rubnej dobe 140 až 180 rokov pri priemernom rozstupe 7 až 10 m (KORPEL 1984).

Pri výchove dubových porastov je nevyhnutné zohľadniť vlastnosti tejto dreviny, ktorými sú: dlhovekosť, náchylnosť k preštiehľeniu, vysoký sklon ku košatienu pri uvoľnení zápoja hlavne v mladom veku, vysoká dispozícia k tvoreniu proventatívnych výhonov (vlkov) a pod. Významnú rolu plnia v tejto súvislosti pomocné (výchovné) dreviny (buk lesný, hrab obyčajný, lipa malolistá, javor mliečny, javor poľný) hlavne z hľadiska zabránenia výskytu vlkov, obmedzenia tvorby širokých korún hlavného porastu a podpore pri čistení kmeňov a tvorbe vysoko nasadených korún (VYSKOT 1958; KORPEL 1973; POLENO, VACEK et al. 2009; KLÍMA 2010; ŠTEFANČÍK I. 2011; HURT 2012; SLÁVIK, ŠTEFANČÍK 2015). Pomocné dreviny v podúrovni (spodnej etáži) porastu zlepšujú tiež stanovištné podmienky, takže ich výskyt sa považuje za dôležitý aj z ekologického hľadiska (LEIBUNDGUT 1945; BEZAČINSKÝ 1956; VYSKOT 1958; KORPEL 1981; HOCHBICHLER 1993; CHROUST 1997, 2004).

Cieľom príspevku je zhodnotiť a porovnať kvantitatívne a kvalitatívne zmeny v produkcii (raste), statickej stabilite a vybraných parametrov korún dubového porastu vo veku 67 rokov za obdobie 25 rokov v závislosti od rozdielneho počiatočného spôsobu výchovy.

MATERIÁL A METODIKA

Objektom výskumu bola dubová žrdovina (*Quercus petraea* [Matusch.] Liebl.) série trvalých výskumných plôch (TVP) Veľká Stráž, ktorá sa nachádza na strednom Slovensku. Porast vznikol prirodzenou obnovou materského dubového porastu s primiešaným hrabom, veľkoplošným clonným rubom. TVP boli založené v roku 1973 vo veku porastu 19 rokov, pričom do založenia plôch sa vykonala iba jedna prečistka zameraná na odstránenie ostatných (pionierskych drevín), resp. borovice obyčajnej, ale do časti porastu s dubom sa zasiahlo ojedinele (BAKSA 1975).

TVP sa nachádzajú vo Zvolenskej kotline v nadmorskej výške 360 m, 2. lesný vegetačný stupeň, Z expozícia, sklon menej ako 10 %, skupina lesných typov (SLT) *Fageto-Quercetum*, lesný typ (LT) 2309 – ostricová buková dúbava s chlpaňou (*Carex pilosa*, *Luzula nemorosa*), hospodársky súbor lesných typov (HSLT) 208 – sprasované bukové dúbavy,

hospodársky súbor (HS) 25 – živná buková dúbava, ekologický rad B – živný. Geologickým podkladom je andezit, pôda kambizem modálna nasýtená, priemerná ročná teplota 7,5 °C, priemerný ročný úhrn zrážok 700 mm. Sériu TVP tvorí 6 čiastkových plôch: P1, P2, P3 – kde sa od založenia TVP aplikovala metóda cieľových stromov s rôznou intenzitou uvoľňovania korún cieľových stromov (160 ks.ha⁻¹), resp. plocha N – kde sa realizovala metóda nádejných stromov (1161 ks.ha⁻¹ na začiatku výskumu vo veku 19 rokov, neskôr od veku 62 rokov sa prešlo na metódu cieľových stromov). Výmera týchto plôch je 0,15 ha. Ostatné dve plochy sú kontrolné (bez zásahov) s výmerou 0,075 ha, kde sa pri založení plôch označilo na 1 ha 1074 ks nádejných stromov (plocha 0_N), resp. 160 ks cieľových stromov (plocha 0_C).

Pri založení TVP vo veku 19 rokov sa stanovil nasledujúci výskumný program:

- P1 – vyznačenie 160 ks.ha⁻¹ cieľových stromov a ich uvoľnenie odstránením jedného konkurenčného úrovňového stromu;
- P2 – vyznačenie 160 ks.ha⁻¹ cieľových stromov a ich uvoľnenie odstránením dvoch konkurenčných jedincov z úrovne porastu;
- P3 – vyznačenie 160 ks.ha⁻¹ cieľových stromov a ich uvoľnenie odstránením troch konkurenčných jedincov z úrovne porastu;
- N – vyznačenie nádejných stromov (1161 ks.ha⁻¹) a ich uvoľnenie podľa potreby; od veku porastu 62 rokov metóda cieľových stromov;
- 0_N – kontrolná plocha s vyznačením 1074 ks.ha⁻¹ nádejných stromov; od veku 62 rokov metóda cieľových stromov s vyznačením 187 ks.ha⁻¹ cieľových stromov;
- 0_C – kontrolná plocha s vyznačením 160 ks.ha⁻¹ cieľových stromov.

Prvé meranie spolu so zásahom sa uskutočnilo pri založení plochy na jar v roku 1973, t. zn. vo veku porastu 19 rokov (BAKSA 1975). Po uplynutí 8-ročného intervalu, tzn. na jar v roku 1981 sa vo veku porastu 27 rokov vykonalo druhé biometrické meranie, pestovná klasifikácia a zásah podľa pôvodnej metodiky (REMIŠ 1982). Odvtedy sa na sledovanej TVP nevykonali žiadne merania ani zásahy. Až v roku 1994 boli plochy rekonštruované a všetky výskumné práce na nej až do súčasnosti sa vedú podľa metodiky ŠTEFANČÍKA L. (1984). Tretie biometrické meranie sa vykonalo v roku 1995 a odvtedy sa biometrické merania a zásahy vykonávajú pravidelne v 5-ročnom intervale.

Od tretieho biometrického merania (v roku 1995) sa výskumný program modifikoval v tom zmysle, že ukazovateľom uvoľnenia korún cieľových a nádejných stromov nebol počet odstránených konkurentov, ale rôzna voľnosť, resp. stupeň voľnosti ich korún. Od roku 2015 (vek porastu 62 rokov) sa na plochách, kde sa dovtedy aplikovala metóda nádejných stromov začala uplatňovať metóda cieľových stromov.

Biometrické merania a pestovná klasifikácia spolu so zásahmi sa vykonávajú podľa štandardných postupov (ŠTEFANČÍK L. 1984; ŠMELKO et al. 2003), v rámci ktorých sa merajú a hodnotia hrúbka d_{1,3}, výška stromov, relatívne výškové postavenie, kvalita kmeňa a koruny, veľkosť koruny. Hrúbky d_{1,3} všetkých očíslovaných stromov sa merajú s presnosťou 1 mm vo dvoch navzájom kolmých smeroch. Výšky stromov s presnosťou 0,1 m a šírky korún s presnosťou 0,1 m sa merajú na priezových pásoch (tranzektoch), ktoré sú stabilizované po vrstevnici v šírke 10 m cez stred každej čiastkovej TVP. Výšky stromov sa merajú aj pri všetkých stromoch výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy). Výškové krivky boli vyrovnané funkciou Michailoffa (MICHAILOFF 1943). Objem kmeňa sa počítal podľa regresných rovníc (PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Statickú stabilitu sme vyjadřili prostredníctvom štiehlostného kvocienta vypočítaného z 200 najhrubších stromov na hektár (SLODIČÁK, NOVÁK 2007).

Všetky evidované stromy v poraste sa hodnotili aj podľa pestovnej klasifikácie, ktorá zahŕňa postavenie stromov so zreteľom na spoločnosť podľa 5 vzrastových (stromových) tried a kvalitatívne hodno-

tenie kmeňa (podľa 3 stupňov) a koruny (podľa 4 stupňov). V rámci hospodárskej klasifikácie sa odhadujú perspektívne sortimenty kmeňa podľa 4 kvalitatívnych tried.

Pestovná klasifikácia zahŕňa spoločenské postavenie stromov podľa vzrastových tried (ŠTEFANČÍK L. 1984);

1. nadúrovňový strom
2. úrovňový strom
3. medziúrovňový strom
4. podúrovňový strom ustupujúci
5. podúrovňový strom potlačený

Podkladový materiál bol spracovaný bežnými biometrickými a štatistickými metódami v zmysle štandardných metodík (ŠMELKO et al. 2003; SCHEER, SEDMÁK 2014). Pre výpočet základných štatistických charakteristík sa použil program Excel a QC Expert, verzia 3.3 (KUPKA 2013), resp. pre zisťovanie štatistickej významnosti rozdielov jednofaktorová analýza variancie ANOVA programu QC Expert.

VÝSLEDKY

Drevinové zloženie a štruktúra

Zastúpenie duba sa s výnimkou plochy P1 za ostatných 25 rokov mierne znížilo, najviac na ploche N. Naopak, na všetkých plochách sa zvýšil podiel hrabu, najviac na ploche N (o 7 %), kde bolo jeho zastúpenie najvyššie už na začiatku výskumu (tab. 1).

Krivka hrúbkových početností bola na začiatku systematickej výchovy v roku 1995 (obr. 1) ľavostranne asymetrická, čo je charakteristické pre porasty bez výchovy. Po 25 rokoch sa prejavili rozdiely medzi plocha-

mi. Na zasahovaných plochách mala krivka dvojrýchlový priebeh. V hrúbkových triedach do 11 cm bola najvyššia početnosť na plochách P1, P3 a N, ktoré majú aj najvyšší podiel hrabu, ktorý je v podúrovni a dosahuje najtenšie dimenzie. Kontrolné plochy mali od 13 do 23 cm výraznejšie vyššiu početnosť v porovnaní s plochami s výchovou (P1, P2, P3, N).

Výškové krivky (obr. 2) na začiatku výskumu boli takmer identické, čo vyplýva zo skutočnosti, že od posledného zásahu v roku 1981 (do roku 1995) uplynula dlhá doba bez akýchkoľvek zásahov. Po 25 rokoch výchovy sa situácia prakticky nezmenila, keď výškové krivky vykazovali minimálne rozdiely.

Výšková štruktúra podľa relatívneho výškového postavenia stromov (stromových tried) ukázala, že na začiatku výskumu mala úrovňová vrstva porastu (1.+2. stromová trieda) najnižší podiel na ploche N, kde mal hrab najvyššie zastúpenie (obr. 3). To sa nezmenilo ani po 25 rokoch, keď hrab (zastúpený iba v podúrovni) zvýšil svoj podiel na tejto ploche až na takmer 12 %. Zastúpenie porastovej úrovne sa za sledované obdobie na všetkých plochách zvýšilo.

Kvantitatívna produkcia

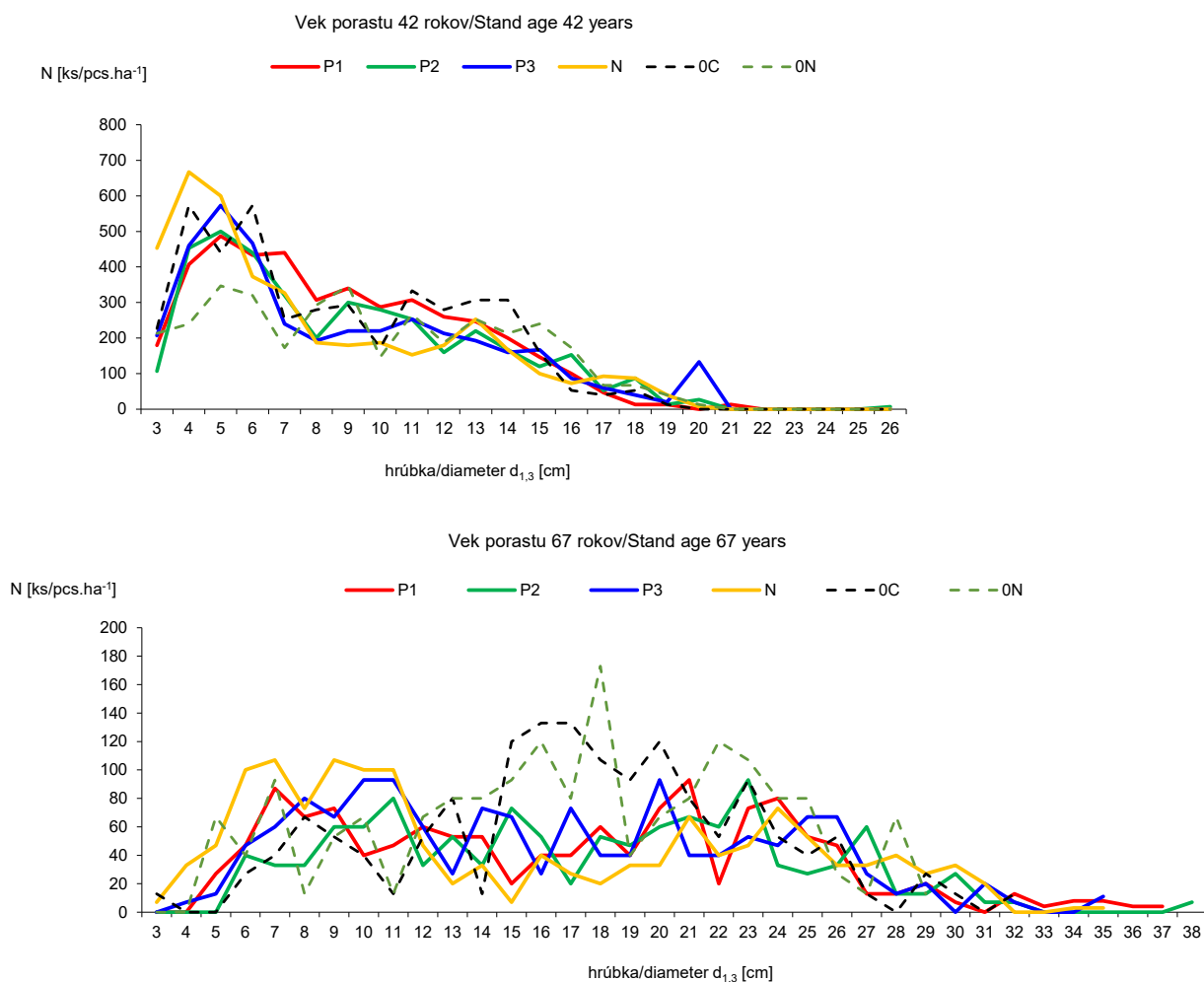
Vývoj základných kvantitatívnych charakteristík (tab. 2) ukázal po 25 rokoch najvyššie hodnoty na kontrolných plochách. Na plochách s výchovou boli najnižšie hodnoty pri všetkých parametroch na ploche P3, kde sa pri prvom zásahu (v roku 1973) odstránili až 3 konkurenčné stromy v prospech každého cieľového stromu. Na tejto ploche sa zároveň vykonal najsilnejší druhý zásah, ktorý sa uskutočnil po období 14 rokov bez výchovy (obr. 4). Najmenšia intenzita zásahov za celé obdobie výchovy bola na ploche P2, kde sa pri založení plochy odstránili dvaja konkurenti každého cieľového stromu. Analýza bežného ročného prírastku periodického na kruhovej základni aj objeme

Tab. 1.

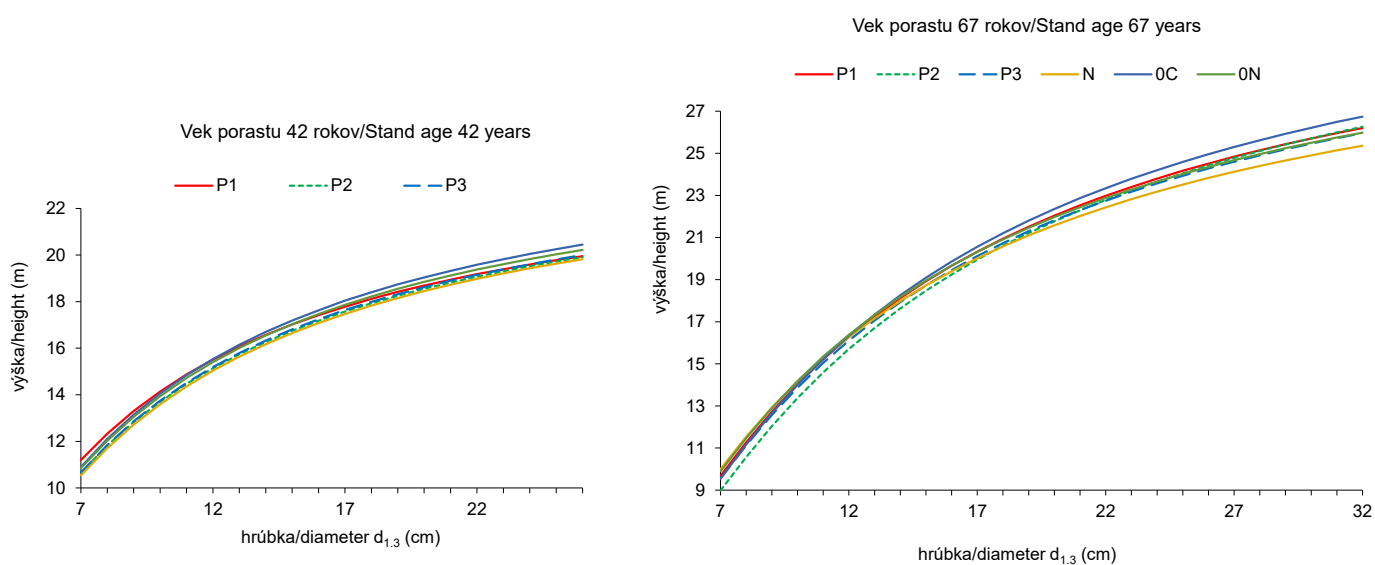
Drevinové zloženie podľa kruhovej základne (%) na TVP Veľká Stráž
Tree species composition according to basal area (%) in PRP Veľká Stráž

Plocha/Plot	Vek/Age (roky/years)	Drevina/Tree species					
		Dub/Oak	Hrab/ Hornbeam	Osika/Aspen	Smrekovec/ Larch	Jedľa/Fir	Smrek/ Spruce
P1	42	96,3	1,5	1,4	0,8	-	-
	67	94,8	3,9	-	1,3	-	-
P2	42	96,8	2,1	0,5	0,6	-	-
	67	96,9	3,1	-	-	-	-
P3	42	98,1	1,2	0,7	-	-	-
	67	95,6	4,4	-	-	-	-
N	42	95,2	4,7	-	-	0,1	-
	67	88,2	11,7	-	-	0,1	-
O _c	42	98,8	1,2	-	-	-	-
	67	96,8	3,2	-	-	-	-
O _N	42	95,6	1,9	1,1	1,3	-	0,1
	67	93,4	3,0	1,5	1,8	-	0,3

Vysvetlivky/Captions: P1 – uvoľnenie cieľových stromov odstránením 1 konkurenčného úrovňového stromu/releasing of crop trees by removing of one co-dominant competitive tree; P2 – uvoľnenie cieľových stromov odstránením 2 konkurenčných úrovňových stromov/releasing of crop trees by removing of two co-dominant competitive individuals; P3 – uvoľnenie cieľových stromov odstránením 3 konkurenčných úrovňových stromov/releasing of crop trees by removing of three co-dominant competitive individuals; N – metóda nádejných stromov, od veku 62 rokov metóda cieľových stromov/method of the promising trees, from stand age of 62 years the method of crop trees; O_c – kontrolná plocha s metódou cieľových stromov/control plot with target trees method; O_N – kontrolná plocha s metódou nádejných stromov, od veku 62 rokov metóda cieľových stromov/control plot with promising trees, from stand age of 62 years method of crop trees



Obr. 1.
 Rozdelenie hrúbkových početností na začiatku výskumu (1995) a po 25 rokoch (2020)
Fig. 1.
 Frequency of diameter distribution in initial stage of the research (1995) and after 25 years (2020)



Obr. 2.
 Výškové krivky na sledovaných plochách na začiatku výskumu (1995) a po 25ročnom sledovaní (2020)
Fig. 2.
 Height curves on investigated subplots in initial stage of the research (1995) and after 25 years of investigation (2020)

hrubiny (obr. 5) potvrdili vyššie uvedené konštatovanie, tzn. najvyššie hodnoty na kontrolných plochách, resp. na zasahovaných plochách najnižšie hodnoty na ploche P3 (hoci rozdiely neboli štatisticky významné). Najvyšší úbytok žijúcich stromov (prebiecky+iný úbytok) ako aj celkový úbytok za sledovaných 25 rokov sme zistili na ploche P1 (obr. 6). Čo sa týka celkovej produkcie (obr. 7), najvyššie hodnoty boli podľa očakávania na obidvoch kontrolných plochách. Na plochách s výchovou sme zaznamenali najnižšie hodnoty na ploche P3, resp. najvyššie na P1. Zaujímalo nás, či sa rozdiely v doterajšej výchove prejavili aj vo vzťahu hrúbkového prírastku a šírky korún (obr. 8). Korelačná analýza ukázala najtesnejší vzťah na kontrolnej ploche 0_c ($r = 0,83$). Naopak, najmenšiu závislosť ($r = 0,69$) vykázala druhá kontrolná plocha 0_N . Aj keď rozdiely medzi jednotlivými plochami neboli veľké, ukázalo sa, že pri rovnakej šírke korún mali najvyššie hodnoty hrúbkového prírastku duby na kontrolnej ploche pri metóde cieľových stromov (0_c). Pri šírke korún 3 m a viac prevyšovali hodnoty na ploche P1 všetky ostatné plochy (obr. 8).

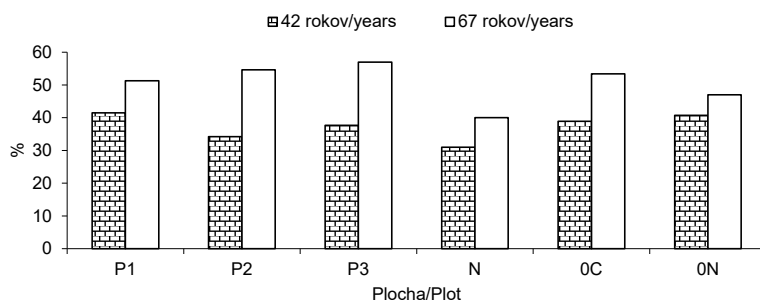
Pokiaľ ide o priemerné hodnoty, najväčšiu šírku koruny sme zistili na ploche N (3,6 m), pričom rozdiely od ostatných plôch boli aj štatisticky významné (obr. 9). Najmenšiu priemernú šírku korún mali

kontrolné plochy (2,6 a 2,8 m), čo súvisí s ich densitou, resp. najvyšším počtom stromov na týchto plochách. Priemerný ročný hrúbkový prírastok bol najvyšší na ploche N, pričom rozdiely medzi touto plochou a kontrolnými plochami boli štatisticky významné (obr. 9).

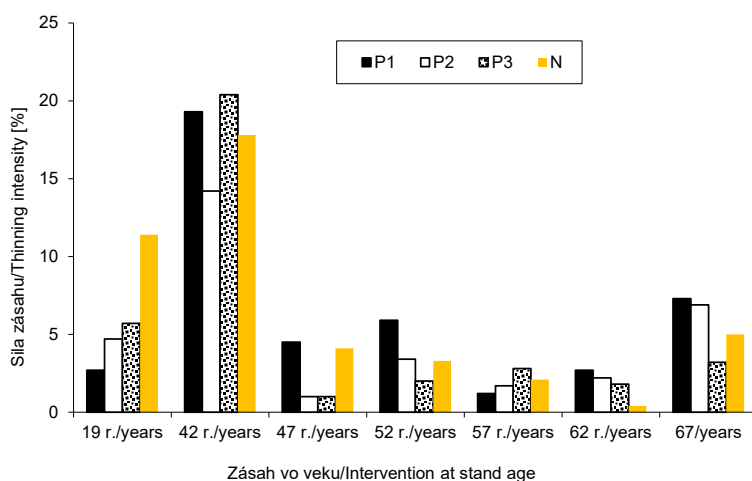
Kvalitatívna produkcia

Kvalitatívnu produkciu (tab. 3) sme vyjadrili prostredníctvom stromov výberovej kvality (nádejné alebo cieľové stromy). V praxi prezentujú najkvalitnejšiu zložku porastu, ktorá je rozhodujúcim nositeľom hodnotovej produkcie, resp. finančnej efektivity výchovy. Po 25 rokoch bol najnižší počet cieľových stromov na ploche P3 ($120 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$). Rovnako aj ostatné kvantitatívne charakteristiky (kruhovú základňu, objem hrubiny) boli tu najnižšie. Všetky rozdiely stredných hodnôt hrúbky a výšky medzi plochami boli pri poslednom meraní štatisticky nevýznamné. Dôležitým ukazovateľom je podiel cieľových stromov z hlavného porastu, ktorý má plocha P3 najnižší z plôch s výchovou, resp. takmer rovnaký ako kontrolné plochy bez výchovy.

Statická stabilita



Obr. 3. Zastúpenie úrovňovej vrstvy porastu (1.+2. stromová trieda) na začiatku výskumu (1995) a po 25 rokoch (2020)
Fig. 3. Share of the crown layer of the stand (1st+2nd) at the initial stage of the research (1995) and after 25 years (2020)



Obr. 4. Sila zásahu podľa kruhovej základne
Fig. 4. Thinning intensity according to basal area

Tab. 2.

Vývoj taxačných charakteristík (dub + ostatné dreviny) na TVP Veľká Stráž
Development of mensuration characteristics (oak+other tree species) in PRP Veľká Stráž

Plocha/ Plot	Vek/ Age (roky/years)	Počet stromov/ Number of trees (ks/pcs.ha ⁻¹)	Kruhovú základňu/ Basal area (m ² .ha ⁻¹)	Objem hrubiny/ Merchantable volume (m ³ .ha ⁻¹)	Stredná/Mean	
					Hrúbka/Diameter d _{1,3} (cm)/(d _g)	Výška/Height (m)/(h _g)
P1	19*	10 521	9,70	38,60	3,4	6,2
	42	3 426	23,83	146,95	9,6	13,9
	57	2 079	30,95	270,04	14,4 ^a	17,7 ^N
	67	1 260	31,81	343,30	17,9 ^{ab}	20,9 ^N
P2	19*	10 150	12,19	50,60	3,9	6,6
	42	3 199	24,96	161,71	10,0	13,7
	57	1 760	31,29	289,00	15,5 ^{ab}	18,2 ^N
	67	1 147	33,16	363,30	19,2 ^a	21,3 ^N
P3	19*	10 873	12,79	51,06	3,9	6,5
	42	3 046	20,77	128,78	9,6	13,4
	57	1 586	27,43	240,81	15,4 ^{ab}	17,7 ^N
	67	1 040	30,21	331,99	19,2 ^a	21,4 ^N
N	19*	9 085	12,50	52,19	4,2	6,7
	42	3 313	21,80	135,79	9,9	13,5
	57	2 027	29,81	258,52	15,6 ^{ab}	17,9 ^N
	67	1 400	32,81	347,67	17,3 ^b	20,2 ^N
O _C + O _N	19*	9 220	12,83	48,89	4,2	6,7
O _C	42	4 360	30,64	191,92	9,7	13,8
	57	2 267	37,48	335,91	15,1 ^{ab}	18,4 ^N
	67	1 547	40,69	444,88	18,3 ^{ab}	21,4 ^N
O _N	42	3 600	31,33	213,13	10,6	14,5
	57	2 106	39,08	357,44	16,4 ^b	18,9 ^N
	67	1 733	45,17	483,51	18,2 ^{ab}	21,04 ^N

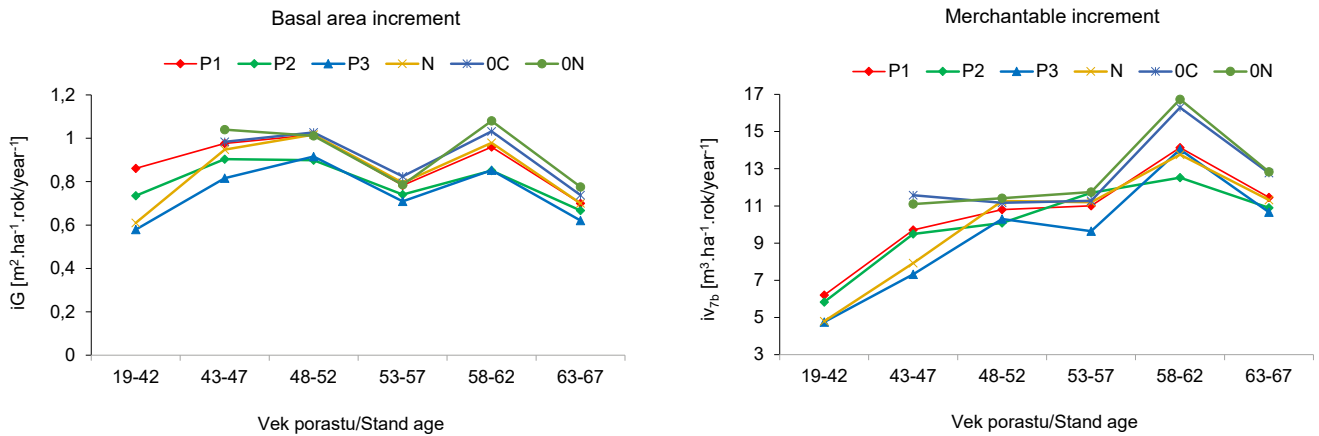
Poznámka/Note: Hodnoty s rovnakým písmenom sú štatisticky nevýznamné pre $\alpha = 0,05$ /The values with the same letter are not significant on the level of $\alpha = 0,05$;
* – údaje sú prevzaté zo záverečnej správy BAKSA (1975)/* – data of this measurement were taken from the final report by BAKSA (1975)

Tab. 3.

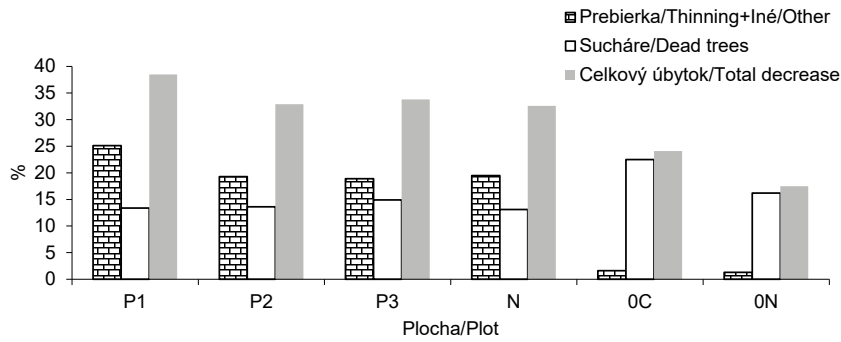
Vývoj stromov výberovej kvality (nádejné a cieľové stromy)
Development of the trees of superior quality (promising and crop trees)

Plocha/ Plot	Age/Vek (roky/ years)	Počet stromov/ Number of trees (ks/pcs.ha ⁻¹)	Kruhovú základňu/ Basal area		Objem hrubiny/ Merchantable volume		Stredná/Mean	
			(m ² .ha ⁻¹)	% z hl. porastu/ % out of the main stand	(m ³ .ha ⁻¹)	% z hl. porastu/ % out of the main stand	hrúbka/diameter d _{1,3} (cm)/(d _g)	výška/height (m)/(h _g)
P1	19*	160	0,30	3,1	1,17	3,0	4,8	6,8
	42	173	3,29	13,8	27,36	18,6	15,5	17,2
	57	173	6,20	20,0	64,95	24,1	21,4 ^N	21,2 ^{abc}
	67	173	8,36	26,3	102,13	29,7	24,8 ^N	24,1 ^N
P2	19*	160	0,38	3,1	1,60	3,2	5,4	7,5
	42	166	3,61	14,5	30,72	19,0	16,5	17,4
	57	160	6,26	20,0	68,51	23,7	22,3 ^N	21,9 ^b
	67	160	8,10	24,4	98,57	27,1	25,4 ^N	24,2 ^N
P3	19*	160	0,36	2,8	1,52	3,0	5,4	7,4
	42	133	2,69	12,9	22,65	17,6	16,1	17,3
	57	120	4,67	17,0	48,76	20,2	22,3 ^N	20,8 ^c
	67	120	6,17	20,4	74,53	22,4	25,6 ^N	24,1 ^N
N	19*	1 161	2,48	19,9	10,92	20,9	5,2	7,6
	42	320	6,46	29,6	53,62	39,5	16,1	17,1
	57	300	11,57	38,8	121,24	46,9	22,2 ^N	20,9 ^{ac}
	67	147	8,75	26,7	107,97	31,1	27,7 ^N	24,3 ^N
O _C	19*	160	0,35	2,8	1,47	3,0	5,2	7,5
	42	173	3,17	10,4	26,45	13,8	15,2	17,3
	57	160	5,77	15,4	62,95	18,7	21,4 ^N	21,7 ^{abc}
	67	160	7,85	19,3	97,44	21,9	25,0 ^N	24,6 ^N
O _N	19*	1 074	2,27	17,7	9,73	19,9	5,1	7,5
	42	453	8,99	28,7	75,80	35,6	15,9	17,4
	57	387	12,99	33,2	135,19	37,8	20,7 ^N	20,9 ^{abc}
	67	187	9,44	20,9	112,92	23,4	25,4 ^N	24,1 ^N

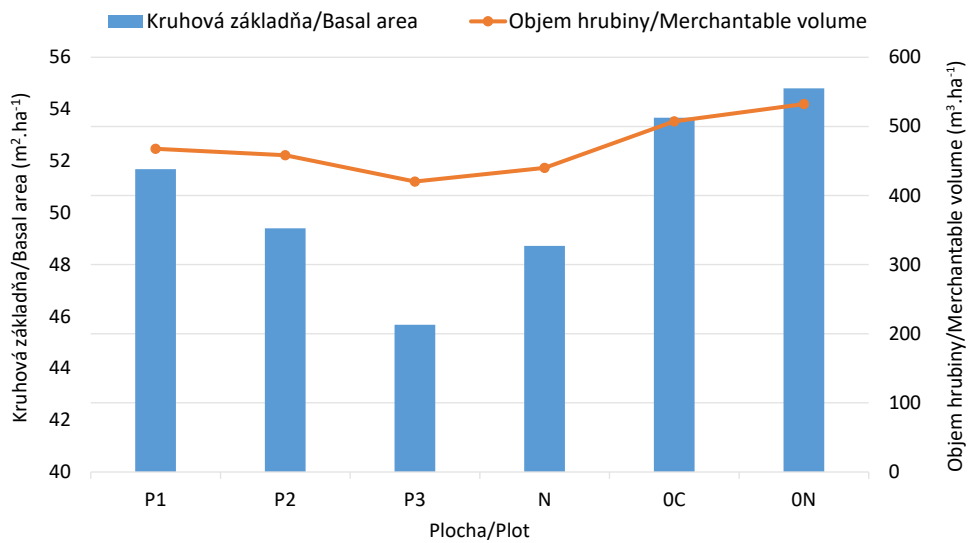
Poznámka/Note: Hodnoty s rovnakým písmenom sú štatisticky nevýznamné pre $\alpha = 0,05$ /The values with the same letter are not significant on the level of $\alpha = 0,05$; * – údaje sú prevzaté zo záverečnej správy BAKSA (1975)/* – data of this measurement were taken from the final report by BAKSA (1975)



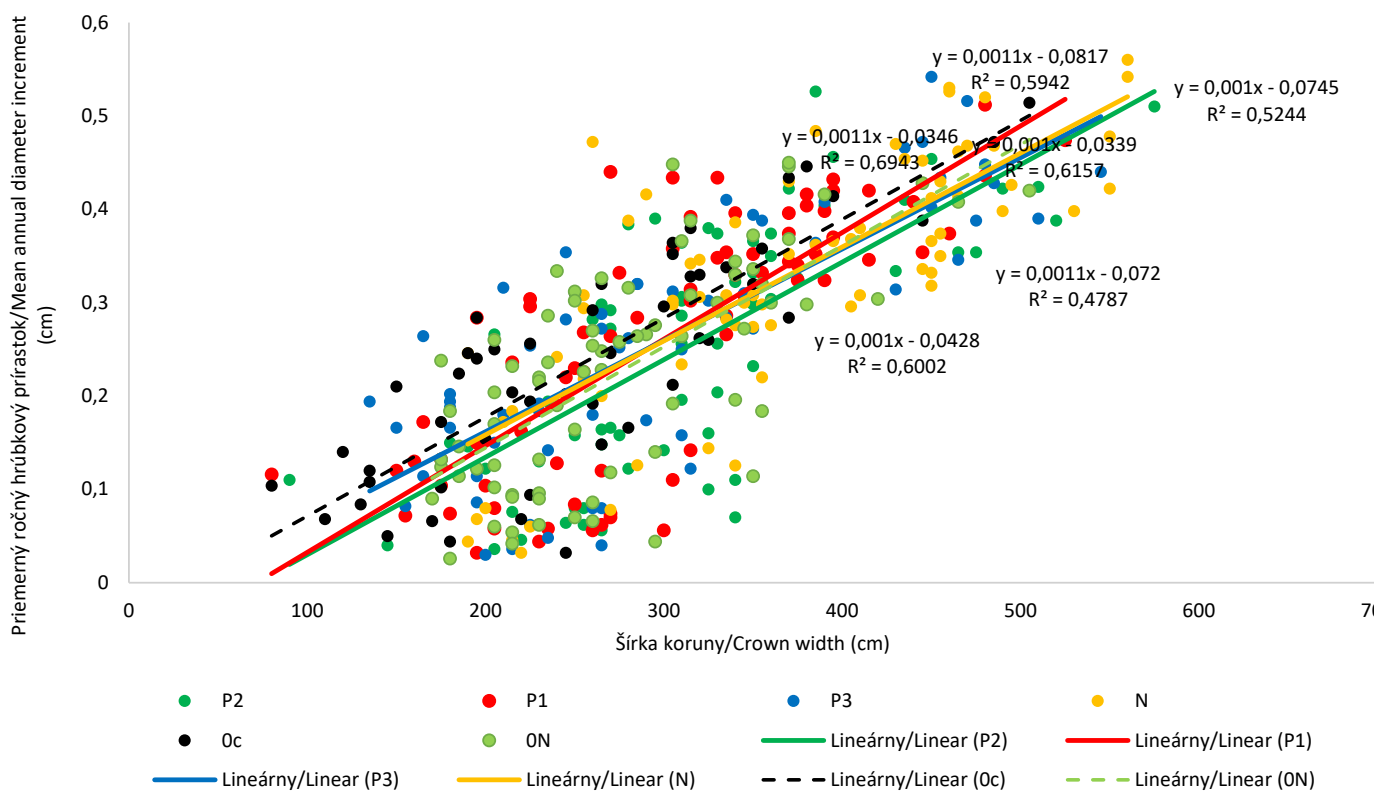
Obr. 5. Bežný ročný prírastok na kruhovej základni a objeme hrubiny v 5-ročných periódach
Fig. 5. The current annual basal area and merchantable increment for 5-year periods



Obr. 6. Úbytok z kruhovej základne podľa uvedených kategórií
Fig. 6. Decrease from basal area according to given categories



Obr. 7. Celková produkcia podľa kruhovej základne a objemu hrubiny za obdobie 25 rokov (vek 42–67 rokov)
Fig. 7. Total production according to basal area and merchantable volume for period of 25 years (stand age 42–67 years)

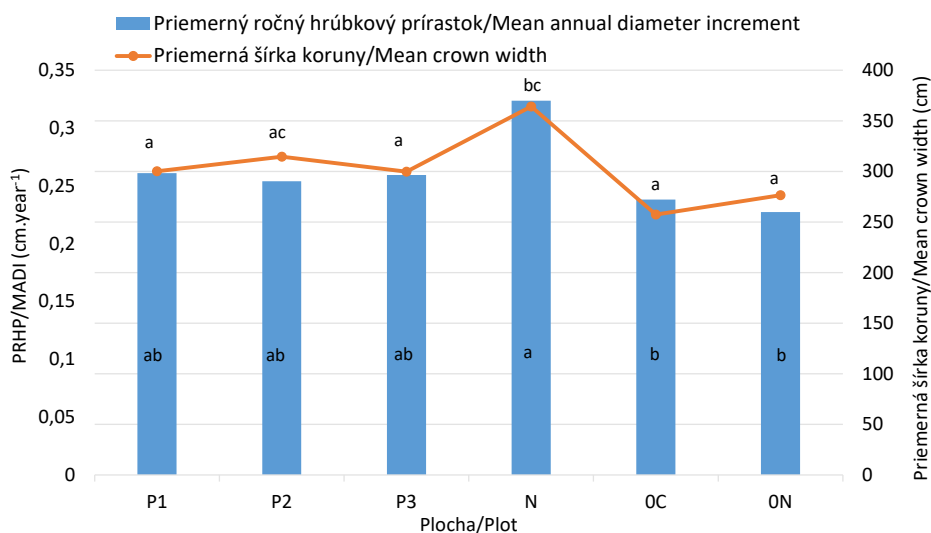


Obr. 8.

Vzťah medzi priemerným ročným hrúbkovým prírastkom a šírkou koruny po 25 rokoch výskumu

Fig. 8.

Relationship between mean annual diameter increment and crown width after 25 years of investigation



Poznámka/Note: Hodnoty s rovnakým písmenom sú štatisticky nevýznamné pre $\alpha = 0,05$ /Values with the same letter are not significant on the level of $\alpha = 0,05$; PRHP – Priemerný ročný hrúbkový prírastok/Mean annual diameter increment

Obr. 9.

Hodnoty priemerného ročného hrúbkového prírastku a priemernej šírky koruny za obdobie 25 rokov (vek porastu 42–67 rokov)

Fig. 9.

Values of the mean annual diameter increment and mean crown width for period of 25 years (stand age 42–67 years)

Statickú stabilitu sme vyjadrili prostredníctvom štihlостného kvocienta vypočítaného z 200 najhrubších stromov na hektár. Najnižšie hodnoty sme zaznamenali na ploche N (0,86), resp. najhorší štihlостný kvocient bol na oboch kontrolných plochách (0,99 a 0,95). Rozdiely medzi kontrolnými plochami a plochami s výchovou boli štatisticky významné ($p < 0,05$).

DISKUSIA

V dubových porastoch je častou prímiesou hrab, ktorý najmä v žrdkovinách plní významnú výchovnú funkciu ako pomocná drevina, a to tak z pestovného hľadiska ako aj z ekologického aspektu. Jeho primerané zastúpenie je dôležité pre vývoj úrovňových dubov, osobitne cieľových stromov, čo konštatujú viacerí autori (LEIBUNDGUT 1945; BEZAČINSKÝ 1956; KORPEL 1973). Na TVP Veľká Stráž bolo vo veku porastu 67 rokov zastúpenie hrabu v rozpätí od 3,0 % do 11,7 %, čo možno považovať za priaznivé z hľadiska zamedzenia výskytu „vlkov“, resp. zabezpečenie čistenia kmeňa a tvorby vysoko nasadených korún duba (VYSKOT 1958; KORPEL 1973; POLENO, VACEK et al. 2009). Priaznivé kvalitatívne parametre kmeňa v tejto súvislosti potvrdili aj experimenty iných autorov (SOUČEK 2009; SLÁVIK, ŠTEFANČÍK 2015; WALLRAE, WAGNER 2019).

Priebeh krivky hrúbkových početností na začiatku systematického výskumu v roku 1995 (vo veku porastu 42 rokov) poukazuje na typický príklad porastu bez výchovy, tzn. s ľavostrannou asymetriou. TVP síce boli založené už v roku 1973, ale odvtedy (za 22 rokov) sa vykonali iba 2 zásahy. Okrem prebievky pri založení plôch sa realizoval ešte jeden mierny zásah v roku 1981 (REMIŠ 1982). Za toto pomerne dlhé obdobie sa účinok prebievok prakticky „stratil“, takže na rozdiel od hrúbkovej štruktúry sa výšková štruktúra nivelizovala, čo dokazuje aj priebeh výškových kriviek na začiatku systematického výskumu (v roku 1995). Výraznejšie rozdiely sa neprejavili ani po 25 rokoch, čo súvisí s modifikáciou výskumného programu, keď sa aplikovala rovnaká metóda výchovy zameraná na nádejné alebo cieľové stromy. Rozdiel bol iba v intenzite zásahov. Zvýšenie podielu porastovej úrovne (1.+2. stromová trieda) s rastúcim vekom, ktoré sme zistili na TVP Veľká Stráž, je bežným javom nielen v dubových porastoch (KORPEL 1973), ale tiež v bukových porastoch (ŠEBÍK, POLÁK 1990; ŠTEFANČÍK I. 2015). Okrem toho výšková štruktúra (sociologické postavenie) porastu ovplyvňuje aj rast dubových porastov vo vzťahu k vode v pôde a denzite porastu (TROUVÉ et al. 2017). Je zaujímavé, že na ploche P3 s najnižším počtom stromov a najvyšším podielom úrovňových jedincov bol rast najhorší, čo dokazujú aj najnižšie hodnoty kruhovej základne a objemu hrubiny, resp. ich prírastkov. Zrejme silný prvý zásah (odstránenie až troch úrovňových konkurenčných jedincov), resp. 20 % sila druhého zásahu mali skôr negatívny dopad na neskorší rast. Naproti tomu BOBINAC, ANDRAŠEV (2001) zistili priaznivejšie kvantitatívne parametre (hrúbkový, výškový a objemový prírastok) pri sile zásahu 15–25 % pri selektívnej prebievke v porovnaní so zásahom, kde sa vykonával iba zdravotný výber.

Kvantitatívna produkcia (počet stromov, kruhová základňa, objem hrubiny) dosiahla najvyššie hodnoty na kontrolných plochách, čo je v súlade s výsledkami iných podobných experimentov (KORPEL 1974; CHROUST 2004). Početnosť jedincov (denzita porastu) je dôležitým parametrom najmä pri súčasných prejavoch klimatickej zmeny, čo má dopad na rast (NECHITA, CHIRILOAEI 2018; BELLO et al. 2019) a citlivosť duba voči suchu (STECKEL et al. 2020). Okrem znížovania denzity porastu sa prebievkami ovplyvňuje aj vlhkostný režim pôd. FEDOROVÁ et al. (2016, 2018) v tejto súvislosti zistili významný vplyv prebievky na pôdnu vlhkosť, resp. jej významné zvýšenie, čo sa štatisticky významne prejavilo na relatívnom hrúbkovom raste duba zimného. Aj keď na TVP Veľká Stráž sa nesledovala pôdna vlhkosť, z údajov o zrážkových pomeroch z neďalekej stanice SHMŮ, podľa ktorých bol priemerný ročný zrážkový úhrn za roky 2011–2017

vo výške 733 mm, možno usudzovať na vcelku priaznivé pôdne vlhkostné pomery.

Dokazujú to tiež napr. údaje CHROUSTA (2007), ktorý zistil v 58-ročnom dubovom poraste na kontrolnej ploche 1537 jedincov na hektár, čo je nižší počet oproti našim údajom v rovnakom veku (cca 2000 ks.ha⁻¹). Rovnako aj hodnoty kruhovej základne na kontrolných plochách boli v našom pokuse podstatne vyššie (40,7 a 45,2 m².ha⁻¹) ako údaje CHROUSTA (2004) v 73-ročnom dubovom poraste v oblasti predhoria Orlických hôr a tiež údaje UTSCHIGA, PRETZSCHA (2001). Na druhej strane, hodnoty na zasahovaných plochách na TVP Veľká Stráž boli v rozpätí 30,2 až 33,2 m².ha⁻¹, čo sú prakticky zhodné s údajmi CHROUSTA (2004), tzn. 31,2 a 32,5 m².ha⁻¹, ktoré zistil na plochách so Schädelinovou akostnou prebievkou (vychovávanou metódou cieľových stromov). Porovnanie objemu hrubiny poukázalo na nižšie hodnoty (332 až 348 m³.ha⁻¹), ale v nižšom veku (67 rokov) oproti výsledkom CHROUSTA (2004), ktoré zistil vo veku 73 rokov (359 a 419 m³.ha⁻¹). Bežný ročný prírastok periodický na kruhovej základni aj na objeme hrubiny bol na TVP Veľká Stráž najvyšší na kontrolných plochách oproti zasahovaným. Zaujímavou je však skutočnosť, že hodnoty na ploche P3 boli nižšie ako na ostatných plochách s výchovou. To by naznačovalo, že veľmi silný zásah na konci mladín (odstránenie 3 konkurenčných úrovňových stromov) bol menej prospesný z produkčného hľadiska, čo sa potvrdilo aj pri ďalších charakteristikách (celková produkcia a najnižší počet cieľových stromov). A to i napriek tomu, že úbytok prebievkou ako aj celkový úbytok bol napr. na ploche P1 vyšší. Okrem toho celková intenzita zásahov v priebehu ďalších 25 rokov bola druhá najnižšia na ploche P3. To len potvrdzuje konštatovanie, že silný zásah v mladších vývojových štádiách dubových porastov nie je vhodný a spôsobuje určité produkčné (kvantitatívne) straty.

Prírastok na kruhovej základni významne ovplyvňuje aj vzťah medzi hrúbkovým prírastkom a korunou stromu (SHARMA et al. 2017). Preto nás zaujímalo, ako sa prejaví šírka koruny vo vzťahu s priemerným ročným hrúbkovým prírastkom na jednotlivých plochách. Korelačnou analýzou sme zistili najväčšiu závislosť na kontrolnej ploche 0_c a ploche P3. Súvisí to s hrúbkovou a výškovou štruktúrou uvedených plôch, keď na týchto plochách bol zistený najvyšší podiel úrovňových stromov, resp. zastúpenie najtenších jedincov je menšie v porovnaní s ostatnými plochami. Hodnoty štihlостného kvocientu sa na plochách s výchovou pohybovali v rozpätí od 0,86 do 0,92. Tieto hodnoty sú o málo vyššie ako uvádzajú pre dub 0,81 DUDZINSKA, TOMUSIAK (2000).

Pestovanie dubových porastov je zamerané v prvom rade na kvalitu kmeňa (VYSKOT 1958; KORPEL 1964; SCHÜTZ 1993; GUBKA, SKLENÁR 2006; CHROUST 2007; SLODIČÁK et al. 2009), ktorú reprezentujú cieľové stromy určené na základe kvalitatívnych kritérií. Najnižší počet cieľových stromov (120 ks.ha⁻¹) bol na ploche P3, kde sa pri 1. zásahu odstránili 3 konkurenti, resp. druhou prebievkou až 20 % z kruhovej základne porastu. To negatívne ovplyvnilo aj kvalitu kmeňov (krivosť, vlky), takže prísne kvalitatívne kritériá pre cieľové stromy splnil najnižší počet jedincov, dokonca menej ako na kontrolných plochách bez výchovy (160 a 180 ks.ha⁻¹).

Zodpovedá to aj údajom z literatúry, napr. BAKSA (1975) v závislosti od rubnej doby a cieľovej hrúbky uvádza 100 až 320 jedincov na 1 ha. KORPEL (1974) aj SANIGA (1996) odporúčajú 150 budúcich rubných stromov na ha, pričom konštatujú, že v porastoch starších ako 40 rokov by nemal byť ich počet vyšší ako 300 ks na 1 ha. DUŠEK et al. (2011) určili 300 ks nádejných stromov na hektár, z ktorých neskôr (vo veku 25 rokov) označili 150 ks.ha⁻¹ cieľových stromov. DONG et al. (1997) považujú za dostatočný počet 80–100 cieľových stromov na 1 ha a podobne aj ROY (1975) uvažuje s nízkym počtom cieľových stromov (70 ks.ha⁻¹). SLOUP et al. (2019) odporúčajú 80 až 120 cieľových stromov v rubnom veku minimálne 120 rokov. SANIGA (1998) vo veku 52 rokov dopestoval 120 ks na ha cieľových stromov duba

(spolu s 40 ks.ha⁻¹ buka) v zmiešanom bukovo-dubovom poraste, resp. 208 ks.ha⁻¹ čakateľov na kontrolnej ploche vychovávanéj Schädelinovou akostnou prebierkou. Pre porovnanie uvádzame, že na inej TVP Novačany, ktorá bola v minulosti postihnutá hromadným hynutím duba, sa podarilo vo veku 68 rokov dopestovať 133 a 148 ks.ha⁻¹ cieľových stromov v závislosti od intenzity výchovy (ŠTEFANČÍK I. 2012). Priaznivý účinok selektívnej výchovy na kvalitu cieľových stromov v 80–90-ročnom poraste duba zimného konštatuje aj PINTARIČ (1998), ktorý predpokladá, že na konci rubnej doby (160 rokov) porastu po 5–6 prebierkach budú zo zásoby 380 m³.ha⁻¹ tvoriť 25 % najkvalitnejšie sortimenty (dýharenské výrezy). Na TVP Veľká Stráž už v súčasnosti tvorí objem hrubiny cieľových stromov 22 až 31 %, takže možno predpokladať, že v rubnom veku bude uvedené percento ešte vyššie.

ZÁVER

Na základe výsledkov hodnotenia rastu v 67-ročnom poraste duba zimného za obdobie 25 rokov systematického výskumu možno konštatovať, že:

- Pri porovnaní iba zasahovaných (vychovávaných) plôch boli najvyššie hodnoty sledovaných kvantitatívnych parametrov (stredná hrúbka a výška, kruhová základňa, objem hrubiny) na ploche, kde sa pri prvých dvoch zásahoch odstránili v prospech cieľových stromov dva najkonkurenčnejšie jedince.
- Najnižšie hodnoty sledovaných kvantitatívnych parametrov sme zistili na ploche P3, kde sa pri prvých dvoch zásahoch odstránili až 3 najkonkurenčnejšie jedince.
- Na plochách vychovávaných od začiatku metódou cieľových stromov sa najlepšie výsledky z pohľadu kvantitatívnej produkcie dosiahli na plochách P 2 a P 1, kde boli cieľové stromy pri prvých dvoch zásahoch uvoľňované menej intenzívne (18,9 a 22 % podľa G), a naopak horšie výsledky sa dosiahli na ploche P3, v prípade silnejších iniciálnych zásahov.
- Rovnako z aspektu kvalitatívnej produkcie (počet cieľových stromov) bol ich najnižší počet (120 ks.ha⁻¹) na ploche P3.

Z uvedeného výskumu vyplýva, že silné iniciálne zásahy v dubových porastoch sú menej vhodné v porovnaní s miernejšími, a to z hľadiska kvantitatívnej i kvalitatívnej produkcie.

Podakovanie:

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.

LITERATÚRA

- ASSMANN E. 1968. Náuka o výnose lesa. Bratislava, Príroda: 488 s.
- BAKSA L. 1970. Produkčný cieľ v dubinách. Bratislava, Príroda: 148 s.
- BAKSA L. 1975. Výchova dubových porastov. (Záverečná správa). Zvolen, VÚLH: 112 s.
- BELLO J., VALLET P., PEROT T., BALANDIER P., SEIGNER V., PERRET S., COUTEAU C., KORBOULEWSKY N. 2019. How do mixing tree species and stand density affect seasonal radial growth during drought events? *Forest Ecology and Management*, 432: 436–445. DOI: 10.1016/j.foreco.2018.09.044
- BEZAČINSKÝ H. 1956. Pestovanie listnatých porastov bukovo-dubovej oblasti. In: Pěstění lesů III. Praha, SZN: 492–558.
- BOBINAC M., ANDRAŠEV S. 2001. Effects of silvicultural treatments in remediating the devitalisation consequences in a young pedunculate oak stand. *Glasnik Šumarskog Fakulteta, Univerzitet u Beogradu*, 84: 17–32.
- ČAPEK M. et al. 1985. Hromadné hynutie dubov na Slovensku. Bratislava, Príroda: 112 s.
- ČAPEK M. et al. 1987. Problematika hynutia dubov na Slovensku. Bratislava, Príroda: 355 s. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36.
- DONG P.H., MUTH M., ROEDER A. 1997. Traubeneichen – Durchforstungsversuch in den Forstämtern Elmstein-Nord und Fischbach. *Forst und Holz*, 52: 34–38.
- DUŠEK D., SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2011. Vliv pozitivního a negativního výběru uplatněného při prvních výchovných zásazích na růst a vývoj dubové mlaziny. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (2): 125–129.
- DUDZINSKA T.R., TOMUSIAK R. 2000. Comparison of slenderness in beech and oak stands. *Sylvan*, 144 (9): 45–52.
- EISENHAEUER D.R. 1989. Posúdenie vývoja stability vybraných dubových ekosystémov. Bratislava, Príroda: 143–157. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 31.
- FEDOROVÁ B., KADAVÝ J., ADAMEC Z., KNEIFL M., KNOTT R. 2016. Response of diameter and height increment to thinning in oak-hornbeam coppice in the southeastern part of the Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 62 (5): 229–235.
- FEDOROVÁ B., KADAVÝ J., ADAMEC Z., KNOTT R., KUČERA A., KNEIFL M., DRÁPELA K., INURRIGARRO R.O. 2018. Effect of thinning and reduced throughfall in young coppice dominated by *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Carpinus betulus* L. *Austrian Journal of Forest Science*, 135 (1): 1–17.
- GAERTIG T., SCHACK-KIRCHNER H., HILDEBRAND E.E., WILPERT K. 2002. The impact of soil aeration on oak decline in southwestern Germany. *Forest Ecology and Management*, 159 (1–2): 15–25. DOI: 10.1016/S0378-1127(01)00706-X
- GUBKA K., SKLENÁR P. 2006. Porovnanie niektorých znakov štruktúry porastov duba červeného (*Quercus rubra* L.) a duba zimného (*Quercus petraea* (Mattusch) Liebl.). *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 48: 183–196.
- HOCHBICHLER E. 1993. Methods of oak silviculture in Austria. *Annals of Forest Science*, 50: 583–591. DOI: 10.1051/forest:19930607
- HURT V. 2012. Produkční potenciál a stabilita smíšeného dubohabrového porostu na eutrofním stanovišti ve Ždánickém lese. In: Saniga, M. et al. (eds.): *Silviculture in central Europe*. Zvolen, Technická univerzita: 153–163.
- CHROUST L. 1958. Vliv výchovných zásahů na dubovou tyčkovinu. *Sborník ČSAZV – Lesnictví*, 4: 165–184.

- CHROUST L. 1997. Ekologie výchovy lesních porostů. Opočno, VÚLHM – VS: 277 s.
- CHROUST L. 2004. Opočenské zkušenosti s výchovou dubových porostů. Lesnická práce, 83: 299–312.
- CHROUST L. 2007. Quality selection in young oak stands. Journal of Forest Science, 53: 210–221.
- JAKUCS P. 1988. Ecological approach to forest decay in Hungary. Ambio, 17 (4): 267–274.
- KLÍMA S. 2010. Produkční zhodnocení různě vychovávané směsi dubu a habru s cennými listnáči. In: Knott, R. et al. (eds.): Pěstování lesů v nižších vegetačních stupních. Brno, Mendelova univerzita: 59–64.
- KORPEL Š. 1964. Zmeny v kvalitatívnom stave dubovej žrdoviny vplyvom prebierkových zásahov. Zborník vedeckých prác. Zvolen, Lesnícka fakulta VŠLD, 1: 99–130.
- KORPEL Š. 1973. Vplyv omeškania výchovy a vplyv prebierkových zásahov na štruktúru hrabovo-dubových porastov. Lesníctví, 19: 619–640.
- KORPEL Š. 1974. Prebierky v dubových porastoch a možnosti ich racionalizácie. Lesnícky časopis, 20: 185–204.
- KORPEL Š. 1981. Výchova zmiešaných dubových porastov a jej vplyv na štruktúru a produkciu. Bratislava, Príroda: 65–109. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 31.
- KORPEL Š. 1984. Racionalizácia výchovy dubových húštin neceloplošnou čístkou vo vlhkých bukových dúbavách. Acta Facultatis Forestalis, 26: 79–97.
- KRAHL-URBAN J. 1959. Die Eichen. Hamburg – Berlin, Parey: 288 s.
- KUPKA K. 2013. QC.Expert 3.1. Uživatelský manuál. Pardubice, TryloByte: 266 s.
- LEIBUNDGUT H. 1945. Über die waldbauliche Behandlung der Eiche. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1: 49–58.
- LEONTOVÝČ R., PATOČKA J., GRÉK J. 1987. Výskyt a význam hromadného hynutia dubov vo svete a na Slovensku. Bratislava, Príroda: 13–32. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36.
- MALAISSÉ F., BURGEON D., DEGREEF J., DEOM B., VAN DOREN B. 1993. Le dépérissement des chenes indigenes en Europe occidentale. Note 1. – Symptômes de perte de vitalité. Belgium Journal Botany, 126 (2): 191–205.
- MICHAILOFF I. 1943. Zahlenmäßiges Verfahren für die Ausführung der Bestandeshöhenkurven. Forstwissenschaftliches Centralblatt und Tharandter Forstliches Jahrbuch, 6: 273–279.
- MINĎÁŠ, J., ŠKVARENINA J. 1994. Globálne zmeny atmosféry a lesy Slovenska. Les, 50 (8): 3–6.
- MINĎÁŠ J., ŠKVARENINA J., STŘELCOVÁ K., PRIWITZER T. 2000. Očakávané zmeny klímy a možné dôsledky na lesnú drevinu smrek obyčajný (*Picea abies* L. Karst.) na Slovensku. In: Národný klimatický program Slovenskej republiky. Zväzok 8. Bratislava, MŽP SR; Slovenský hydrometeorologický ústav: 55–68.
- NECHITA C., CHIRILOAEI F. 2018. Interpreting the effect of regional climate fluctuations on *Quercus robur* L. trees under a temperate continental climate (southern Romania). Dendrobiology, 79: 77–89.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37: 49–56.
- PINTARIČ K. 1998. Perspektíve šuma hrasta kitnjaka u Bosni. Šumarski List, 122 (9/10): 399–406.
- POLENO Z., VACEK S. et al. 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 951 s.
- RAČKO J., ŠMELKO Š., SCHEER L., PÁNEK F. 1987. Využitie leteckej snímky pri výskume a inventarizácii porastov postihnutých hromadným hynutím duba. Bratislava, Príroda: 243–254. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36
- REMIŠ J. 1982. Včasnosť ako racionalizačný aspekt určenia cieľových stromov v dubinách. Zprávy lesnického výzkumu, 27: 20–23.
- ROY F.-X. 1975. La désignation des arbres de place dans les futaies de chéne destinées a fournir du bois de tranchage. Revue forestière française, 27: 50–60.
- SANIGA M. 1996. Vplyv akostnej úrovňovej prebierky na štruktúru produkcie kvality zmiešaných listnatých porastov. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 42 (5–6): 381–394.
- SANIGA M. 1998. Vplyv rôznych metód akostnej úrovňovej prebierky na kvantitatívnu a kvalitatívnu štruktúru bukovo-dubovej žrdoviny. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 44 (6): 437–451.
- SHARMA R.P., VACEK Z., VACEK S. 2017. Modelling tree crown-to-bole diameter ratio for Norway spruce and European beech. Silva Fennica, 51 (5): article id 1740. DOI: 10.14214/sf.1740.
- SCHEER L., SEDMÁK R. 2014. Biometria. Zvolen, Technická univerzita: 310 s.
- SCHÜTZ J. P. 1993. High-quality oak silviculture in Switzerland – concepts of education and production in the marginal range of European oak. Annales des Sciences Forestières, 50: 553–562. DOI: 10.1051/forest:19930604
- SIWECKI R., UFNALSKI K. 1998. Review of oak stand decline with special reference to the role of drought in Poland. European Journal of Forest Pathology, 28: 99–112.
- SLÁVIK M., ŠTEFANČÍK I. 2015. Porovnaní vybraných kvalitatívnych znakov kmene dubových porostů při různém vlivu pomocných dřevin. Lesnícky časopis – Forestry Journal, 61 (1): 31–36.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007. Růst, štruktúra a statická stabilita smrkových porostů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 144 s. Folia Forestalia Bohemica.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., DUŠEK D. 2009. Thinning of oak stands – results of 12-year study in oak thicket. In: Štefančík, I., Kamenský, M. (eds.): Pestovanie lesa ako nástroj cieľavedomého využívania potenciálu lesov. Zvolen, NLC: 184–189.
- SLOUP M., SLODIČÁK M., LEHNEROVÁ L., LEHEČKA J. 2019. Vliv prvých výchovných zásahů na růst a vývoj mlaziny dubu zimního. Lesnická práce, 98 (10): 38–42.
- SOUČEK J. 2009. Podrost v dubovém porostu s rozdílnou výchovou. Zprávy lesnického výzkumu, 54 (1): 17–22.
- STECKEL M., MOSER W.K., DEL RIO M., PRETZSCH H. 2020. Implications of reduced stand density on tree growth and drought susceptibility: a study of three species under varying climate. Forests, 11: 627. DOI: 10.3390/f11060627.
- ŠEBÍK L., POLÁK L. 1990. Náuka o produkciu dreva. Bratislava, Príroda: 322 s.
- ŠMELKO Š., SCHEER L., PETRÁŠ R., ĎURSKÝ J., FABRIKA M. 2003. Meranie lesa a dreva. Zvolen, ÚVVPLVH: 240 s.
- ŠTEFANČÍK I. 2011. Výsledky výskumu neceloplošnej výchovy dubového porastu z prirodzenej obnovy. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 255–264.

- ŠTEFANČÍK I. 2012. Growth characteristics of oak (*Quercus petraea* [Mattusch.] Liebl.) stand under different thinning regimes. *Journal of Forest Science*, 58 (2): 67–78.
- ŠTEFANČÍK I. 2015. Rast, štruktúra a produkcia bukových porastov s rozdielnym režimom výchovy. Zvolen, NLC: 148 s.
- ŠTEFANČÍK L. 1984. Úrovňová voľná prebierka – metóda biologickej intenzifikácie a racionalizácie selekčnej výchovy bukových porastov. Bratislava, Príroda: 69–112. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 34.
- ŠTEFANČÍK L. 1987. Výchova dubových porastov postihnutých hromadným hynutím. Bratislava, Príroda: 285–296. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 36.
- ŠTEFANČÍK L. 1991. Výsledky výskumu neceloplošnej výchovy mladých dubových porastov. Vedecké práce VÚLH vo Zvolene, 40: 169–191.
- THOMAS F.M., BLANK R., HARTMANN, G. 2002. Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32: 277–307.
- TROUVÉ R., BONTEMPS J.-D., COLLET C., SEYNAVE I., LEBOURGEOIS F. 2017. Radial growth resilience of sessile oak after drought is affected by site water status, stand density, and social status. *Trees*, 31: 517–529. DOI: 10.1007/s00468-016-1479-1
- UTSCHIG H., PRETZSCH H. 2001. Der Eichen-Durchforstungsversuch Waldleiningen 88. Auswirkungen unterschiedlicher Eingriffsstärken nach 65 Jahren Beobachtung. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 120: 90–113. DOI: 10.1007/BF02796084
- VENET J. 1967. Sylviculture des forets de chene de tranchage. *Revue forestière française*, 19: 585–597.
- VYSKOT M. 1958. Pěstění dubu. Praha, SZN: 284 s.
- WALLRAF A, WAGNER S. 2019. Effects of initial plant density, interspecific competition, tending and age on the survival and quality of oak (*Quercus robur* L.) in young mixed stands in European Russia. *Forest Ecology and Management*, 446: 272–284. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.05.037
- ZELENÁ SPRÁVA 2019. Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2018. Bratislava, Zvolen, MPA RV SR, NLC: 66 s.
- ZÚBRÍK M., KUNCA A., GALKO J., RELL S., VAKULA J., LEONTOVYČ R., GUBKA A., NIKOLOV H. 2019. Stojíme pre ďalšou kalamitou mnišky veľkohlavej? *Les & Letokruhy*, 75 (2): 28–29.

DEVELOPMENT OF OAK STAND UNDER DIFFERENT INITIAL TENDING

SUMMARY

The aim of this paper is to evaluate and compare some quantitative and qualitative changes of the oak stand at the age of 67 over a period of 25 years, depending on the different initial tending method.

At the time of establishing the permanent research plots (PRP) at the age of 19, the following research program was defined:

P1 – marking of 160 pcs.ha⁻¹ of crop trees and their releasing by removing one competing crown level tree;

P2 – marking of 160 pcs.ha⁻¹ of crop trees and their releasing by removing two competing trees from the stand level;

P3 – marking of 160 pcs.ha⁻¹ of crop trees and their releasing by removing three competing trees from the stand level;

N – marking of promising trees (1,161 pcs.ha⁻¹) and their release as needed; the crop tree method from the stand age of 62 years;

0_N a control plot with marking of 1,074 pcs.ha⁻¹ of promising trees; the crop tree method from the age of 62 ;

0_C a control plot with marking of 160 pcs.ha⁻¹ of crop trees.

The first measurement together with the intervention took place in the spring 1973. In the spring 1981, the second biometric measurement, silvicultural classification and intervention according to the original methodology were performed. Since then, no measurements or interventions have been performed on the PRP. In 1995, the third biometric measurement was realised according to the ŠTEFANČÍK L. (1984) methodology, which is partially different from the original one. Since then, biometric measurements and interventions have been carried out regularly at 5-year intervals.

The results showed that in all plots the hornbeam proportion increased in 25 years, mostly in the plot N (by 7%), where its representation was the highest already at the beginning of the research (Table 1). The frequency of diameter distribution was asymmetric on the left at the beginning of systematic tending in 1995 (Fig. 1), and after 25 years the curve had a two-peak course.

The development of the basic quantitative characteristics (Table 2) showed the highest values on the control plots after 25 years (Fig. 5, 7). In the plots with tending applied, the lowest values of all parameters were found in the plot P3, where during the first intervention (in 1973) up to 3 competing trees were removed in favour of each crop tree. At the same time, the strongest second intervention (20% of the basal area) was carried out on this plot after a 14 years period without tending (Fig. 4). Over the 25 years of observation, the highest decrease of living trees (thinning + other decrease), as well as the total decrease, was found in the plot P1 (Fig.6).

Correlation analysis showed the closest relationship between diameter increment and crown width (Fig. 8) on the control plot 0_C ($r = 0.83$). In contrast, the second control plot 0_N showed the least dependence ($r = 0.69$). Regarding the absolute values, we found the largest width of the crown on the plot N (3.6 m), with the differences statistically significant from other plots (Fig. 9). Control plots had the smallest width of crowns (2.6 and 2.8 m), which is related to their density, or the highest number of trees in these plots. The average annual diameter increment was the highest in the plot N, as well as the average width of crowns (Fig. 9).

In our expression, the qualitative production (Table 3) was represented by trees of superior quality (promising or crop trees). After 25 years, the lowest number of crop trees was found in the plot P3 (120 pcs.ha⁻¹). The lowest values of the slenderness quotient were recorded on the plot N (0.86), or more precisely the worst slenderness quotient was on both control plots (0.99 and 0.95). The differences between the control plots and the plots with tending applied were statistically significant ($p < 0.05$).

The research shows that strong initial interventions in oak stands are less suitable compared to moderate ones, both in terms of quantitative and qualitative production.

Zasláno/Received: 02. 07. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 16. 09. 2020