

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

REPORTS OF FORESTRY RESEARCH



VĚDECKÝ RECENZOVANÝ ČASOPIS
SCIENTIFIC REVIEWED JOURNAL

2/2012

ZPRÁVY LESNICKÉHO VÝZKUMU

Reports of Forestry Research

ROČNÍK/VOLUME 57

ISSN 0322-9688

ČÍSLO/ISSUE 2/2012

Vydává: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, www.vulhm.cz
Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; **Výkonná redaktorka:** Miroslava Valentová; **Grafická úprava a zlom:** Klára Šimerová
Adresa redakce: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno, 517 73 Opočno
tel. 494 668 392, fax 494 668 393, e-mail: valentova@vulhmop.cz, http://www.vulhm.cz

Redakční rada

doc. Ing. Petr Zahradník, CSc. - předseda; doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - místopředseda; Šárka Holzbachová, DiS.; RNDr. Jana Malá, CSc.; Zdeňka Procházková, prom. biol., CSc.; doc. RNDr. Marian Slodičák, CSc.; Ing. Vladislav Badalík; prof. Ing. Petr Kantor, CSc.; doc. Ing. Pavol Klč, CSc.; prof. Ing. Jiří Kulhavý, CSc.; prof. RNDr. Ing. Michal V. Marek, DrSc.; prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.; Ing. Miroslav Sloup; prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Ediční rada

doc. RNDr. Bohumír Lomský, CSc. - předseda; doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.; Šárka Holzbachová, DiS.; Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.; Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.; Ing. Petr Novotný, Ph.D.; prom. biol. Zdeňka Procházková, CSc.; Miroslava Valentová; Ing. Monika Vejpusková, Ph.D.; doc. Ing. Petr Zahradník, CSc.

Časopis je na seznamu recenzovaných periodik Rady vlády pro výzkum, vývoj a inovace.

Je excerbován v

- databázi Scopus
- Elsevier Bibliographic Databases
- CAB Abstracts
- České zemědělské a potravinářské bibliografii

Indexed in: Scopus, Elsevier Bibliographic Databases, CAB Abstracts, Czech Agricultural and Food Bibliography

OBSAH - CONTENT

JAROSLAV VENCURIK - STANISLAV KUCBEL - PETER JALOVIAK

Typizácia porastových štruktúr a analýza stavu prirodzenej obnovy zmiešaného lesa v Národnej prírodnej rezervácii Mláčik

Types of forest stand structures and analysis of natural regeneration in mixed forest of National Nature Reserve Mláčik (Central Slovakia)..... 93

VÁCLAV BURIÁNEK - MARIE BENEDÍKOVÁ

Teplomilné druhy dubů v Českém krasu a v Českém středohoří

Thermophilic oak species in the regions of Český kras (the Bohemian Karst) and České středohoří (the Bohemian Highlands)..... 101

JANA EŠNEROVÁ - PETR KARLÍK - DANIEL ZAHRADNÍK - TEREZA KOŇASOVÁ - JAN STEJSKAL - MARTIN BALÁŠ -

JAN VÍTÁMVÁS - NAĎA RAŠÁKOVÁ - JOSEF STACHO - JIŘÍ KUTHAN - MIROSLAVA LUKÁŠOVÁ - IVAN KUNEŠ

Morfologická variabilita rodu bříza (*Betula* L.) v Krkonoších se zaměřením na tetraploidní zástupce

Morphological variability of birch genus (*Betula* L.) in the Krkonoše Mts with focus on the tetraploid taxa 112

PAVEL MATOUŠEK - ROMAN MODLINGER - JAROSLAV HOLUŠA - MAREK TURČÁNI

Počet vajíček kladených lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) na stromových lapácích: vliv vybraných faktorů

Number of eggs laid by the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on trap trees: influence of selected factors 126

MARTINA VLČKOVÁ - VÍT ŠRÁMEK - VERONIKA MATOUŠKOVÁ - KAREL B. BŘEZINA - VĚRA FADRHOŇSOVÁ - ZBYNĚK KULHAVÝ

Stanovení retenčních křivek bobtnavých a skeletovitých lesních půd

Determination of retention curves of swelling and skeleton forest soils 133

ONDŘEJ IVANEK - JAN LEUGNER - ANTONÍN JURÁSEK

Vliv specifického třídění semenáčků smrku na růst a genetickou diverzitu výsadeb v extrémních horských podmínkách

The influence of specific sorting of spruce seedlings on growth and genetic diversity of plantings under extreme mountain conditions 144

JIŘÍ ČÁP - PETR NOVOTNÝ - FRANTIŠEK BERAN - JOSEF FRÝDL - JAROSLAV DOSTÁL - JAN JIREC

Vyhodnocení růstu proveniencí cizokrajných druhů jedlí ve věku 36 - 41 let

Growth evaluation of provenances of exotic fir species at the age of 36 - 41 years 151

VRATISLAV BALCAR - ONDŘEJ ŠPULÁK - DUŠAN KACÁLEK - IVAN KUNEŠ

Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka. II - teplota, vítr a sluneční svit

Climatic conditions in the Jizerka experimental plot. II - temperature, wind and radiation 160

KAREL KÝVAL - PETR NOVOTNÝ - JAROSLAV KOBLIHA - JOSEF FRÝDL - JAROSLAV DOSTÁL - JIŘÍ ČÁP

Růst evropských proveniencí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) na lokalitě v západních Čechách do věku 38 (37) let

Growth of European provenances of silver fir (*Abies alba* Mill.) established in Western Bohemia for 38 (37) years 173

ODBORNÉ SDĚLENÍ - SHORT COMMUNICATION

JAN LUBOJACKÝ

Vývoj legislativy související s ochranou lesů před lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* L.) v českých zemích do současné podoby

Development of the Czech legislation related to the protection against spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) up to the present 189

LESNICKÉ AKTUALITY - FORESTRY CLIPPINGS 194

TYPIZÁCIA PORASTOVÝCH ŠTRUKTÚR A ANALÝZA STAVU PRIRODZENEJ OBNOVY ZMIEŠANÉHO LESA V NÁRODNEJ PRÍRODNEJ REZERVÁCII MLÁČIK

TYPES OF FOREST STAND STRUCTURES AND ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN MIXED FOREST OF NATIONAL NATURE RESERVE MLÁČIK (CENTRAL SLOVAKIA)

JAROSLAV VENCURIK - STANISLAV KUCBEL - PETER JALOVIAK

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen

ABSTRACT

We performed the classification and quantification of forest stand structures and analysis of state and damage of natural regeneration in a mixed fir-beech forest that was left to the natural development after the cessation of management in 1982. In National Nature Reserve Mláčik, twenty circular research plots (500 m²) were established in 2009. In the research plots, the basic dendrometric characteristics for all living trees of the height >1.3 m, standing and downed deadwood were measured and natural regeneration (individuals with the height 0.2–1.3 m) were registered. Using the non-hierarchical cluster analysis, six types of forest stand structures were distinguished. Thirty years after the last silvicultural intervention, homogenous structures (homogenous sparse structure, homogenous structure with high volume, and homogenous structure with medium volume) still formed 60% of the stand area. On the remained 40% of the stand, more or less differentiated structures (two-layered structure without lower layer, two-layered structure with upper and lower layer, and differentiated structure with high stem density) were present that confirmed the successive and spontaneous age, diameter and height differentiation. Various stand structures influenced to the large extend also the density and tree species representation of the natural regeneration.

Kľúčové slová: prírodný les, typizácia porastových štruktúr, prirodzená obnova, poškodenie

Key words: natural forest, classification of forest stands structures, natural regeneration, damage

ÚVOD

Prírodné lesy (pralesy) sú kľúčovými objektmi štúdia moderného lesníctva, ekológie a ochrany prírody (EMBOG et al. 2000; DORREN et al. 2004; ROUVINEN, KUULUVAINEN 2005). Podľa LEIBUNDGUTA (1993) je prales lesné spoločenstvo, ktorého zloženie, výstavba, rastové a ostatné životné procesy sú podmienené vlastnosťami prostredia, predovšetkým klímy. Je to les ekologicky ustálený, s trvalými dynamicky vyrovnanými vzťahmi medzi klímou, pôdou organizmami a uchránený pred takými vplyvmi človeka, ktoré by zmenili zákonitosti priebehu životných procesov a štruktúru porastových útvarov v určitej oblasti. V užšom chápaní predstavuje prales vrcholný (klimaxový) les (MAYER 1976; KORPEL 1995).

Väčšina doterajších štúdií pralesovitých lesných spoločenstiev poukazuje na maloplošnú mozaiku rôznych vývojových fáz s rozdielnou dĺžkou trvania a stupňom vývoja (LEIBUNDGUT 1993; COMMARMOT et al. 2005; KRÁL et al. 2010a,b). Prírodné lesy jedľovo-bukového lesného vegetačného stupňa sa vzhľadom na rozdielnu životnosť základných drevín (jedľa, buk, smrek) vyznačujú zložitou vývojových procesov. V jednom vývojovom cykle (350 – 400 rokov) sa počas jednej generácie jedle vystriedajú približne dve generácie buka. V dôsledku časovej rozdielnej výmeny generácie drevín sa vo vývojovom cykle výrazne mení aj zastúpenie drevín. Prevláda zväč-

ša dvojvrstvomá výstavba porastov, pričom hornú vrstvu tvorí smrek s jedľou a spodnú buk (KORPEL 1995; SANIGA 1999a,b). Prímes iných drevín (javor, jaseň, brest atď.) v týchto podmienkach ešte viac komplikuje vývojové procesy pralesa (SANIGA, BALANDA 2008; BALANDA 2010; SANIGA et al. 2011). Pri regeneračných procesoch sa spravidla uplatňuje clonná obnova, od nepravidelnej, maloplošnej v hlúčikoch (jedľa, smrek) až po zonálnu (buk pri semennom roku a rýchlym rozpade). Zabezpečený nárast jedle sa najčastejšie objavuje v medzerách s veľkosťou hlúčika. Medzery väčšie ako 500 m² obyčajne zaberá buk (KORPEL 1995). Výskyt porastových medzier rôznej veľkosti je pre jedľovo-bukové pralesy typický (ROZENBERGAR et al. 2007; NAGEL, SVOBODA 2008; KUCBEL et al. 2010). Prírodnú dynamiku spontánneho vývoja jedľovo-bukových pralesov (predovšetkým jedle) môžu vo veľkej miere negatívne ovplyvňovať aj vysoké stavy raticovej zveri (VRŠKA et al. 2009).

Nie všetky prírodné rezervácie tvorené lesnými porastmi majú charakter pralesa. Uplatňovanie najvyššieho stupňa ochrany v týchto objektoch však zabezpečuje možnosť dlhodobého sledovania dynamických zmien prirodzene sa vyvíjajúcich lesných spoločenstiev (GUBKA 2005). Ekologické zmeny vyvolané vplyvom predchádzajúceho hospodárenia, resp. disturbancií, sa môžu na štruktúre ekosystému prejavovať v rôznej miere aj niekoľko desaťročí (BRADSHAW et al. 2005; WOLF 2005).

Cieľom príspevku bolo posúdenie a objektívne popísanie porastovej štruktúry a analýza prirodzenej obnovy v zmiešanom jedľovo-bukovom lese v národnej prírodnej rezervácii Mláčik, ponechanom od roku 1982 na prirodzený vývoj. V nadväznosti na cieľ práce sme sa zamerali predovšetkým na: (1) kvantifikáciu hodnôt základných porastových veličín a ich variabilitu; (2) typizáciu porastových štruktúr a ich zastúpenie na ploche porastu; (3) analýzu stavu a poškodenia prirodzenej obnovy.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika výskumného objektu

Národná prírodná rezervácia (ďalej len NPR) Mláčik sa nachádza v centrálnej časti Kremnických vrchov (48°39'S, 19°01'V) na strednom Slovensku. Rezervácia je lokalizovaná v hrebeňových partiách pohoria v nadmorskej výške 690 – 960 m n. m., prevažne na juhozápadne exponovaných svahoch. Územie s výmerou 147,2 ha bolo vyhlásené za NPR v roku 1982 za účelom ochrany zachovaných rastlinných a živočíšnych spoločenstiev jedľovo-bukového vegetačného stupňa, s výskytom lesných mokradí s jelšou lepkavou (*Alnus glutinosa* L.) a ďalšími fytoecologicky významnými druhmi rastlín, na vedecko-výskumné a kultúrno-výchovné ciele. Lesné porasty sa tu vyznačujú zachovalosťou drevinového zloženia pôvodných základných fytoecénóz, aj napriek tomu, že boli v minulosti už čiastočne antropicky narušené ťažbou dreva. Klimaticky patrí toto územie do mierne chladnej oblasti C1, do chladného horského klimageografického typu, s priemernou ročnou teplotou 5,0 – 5,5 °C a ročným úhrnom zrážok presahujúcim 1000 mm (ŠKVARENINA et al. 2006). Materskou horninou sú trefohorné andezitové pyroklastické aglomerátové tufy, pôdny typ kambizem andozemná, na miestach trvalého zamokrenia pôdy oglejená (ŠÁLY et al. 1991). Podľa ZLATNÍKOVEJ (1976) fytoecologickej školy patria lesné spoločenstvá NPR Mláčik do skupín lesných typov *Abieto-Fagetum* (najväčšie zastúpenie), *Fagetum typicum*, *Fagetum pauper*, *Fagetum tiliosum*, *Fageto-Aceretum* a *Fraxineto-Aceretum*. Lesné spoločenstvá sú tvorené drevinami buk lesný (*Fagus sylvatica* L.), jedľa biela (*Abies alba* Mill.), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior* L.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), smrek obyčajný (*Picea abies* [L.] Karst.), brest horský (*Ulmus glabra* Huds.), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia* L.) a jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* L.).

Objektom nášho výskumu bol dielec 731 (výmera 12,92 ha, expozícia juhovýchodná, sklon 20 %, skupina lesných typov *Abieto-Fagetum*), ktorý sa nachádza v centrálnej (najzachovalejšej) časti NPR Mláčik. Podľa lesného hospodárskeho plánu (LHP), platného od roku 2003, tvorí porast v dieleci 731 hrubá, skupinovite zmiešaná, nerovnomerne zakmenená kmeňovina s vekom 125 rokov a zakmenením 0,7. Zastúpenie drevín: jedľa biela (40 %), buk lesný (20 %), jaseň štíhly (20 %), smrek obyčajný (10 %), javor horský (5 %) a brest horský (5 %). Bylinný kryt je tvorený prevažne druhmi *Oxalis acetosella* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Asperula odorata* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Petasites albus* (L.) Gaertn., *Rubus idaeus* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

Metodika merania a vyhodnocovania údajov

V dieleci 731 bolo v roku 2009 založených 20 kruhových výskumných plôch (polomer 12,6 m, plocha 500 m²) v rastri 80 × 80 m. Na každej kruhovej ploche sa merali všetky živé stromy s výškou >1,3 m, odumreté stojace a ležiace stromy a evidovala sa prirodzená obnova (jedince s výškou od 0,2 do 1,3 m). Hraničnými hodnotami pre meranie stojacích odumretých stromov boli hodnoty výšky >1,3 m. Pri živých stromoch sme zisťovali druh dreviny, hrúbku $d_{1,3}$, výšku, výšku nasadenia koruny, polomer koruny v 4 smeroch a polohu stromu

v rámci kruhovej plochy; pri stojacích odumretých stromoch druh dreviny, hrúbku $d_{1,3}$, výšku a polohu stromu. Na ležiacich odumretých stromoch (hrúbka $d_{1/2} > 8$ cm) sa určoval druh dreviny a 3 stupne rozkladu (A, B, C) podľa KORPELA (1989), merala sa dĺžka kmeňa a jeho hrúbka v $d_{1/2}$. Prirodzená obnova sa evidovala podľa jednotlivých druhov drevín v 3 výškových kategóriách: 20 – 50 cm, 51 – 80 cm a 81 – 130 cm.

Vertikálny profil porastu bol rozdelený na základe zistenej hornej výšky $h_{20\%}$ (37,8 m) do 3 pravidelných výškových vrstiev: dolná vrstva (stromy s výškou $< 1/3 h_{dom}$), stredná vrstva (stromy s výškou od $1/3 h_{dom}$ do $2/3 h_{dom}$) a horná vrstva (stromy s výškou $> 2/3 h_{dom}$).

Pre popis štruktúry porastov na jednotlivých kruhových plochách boli okrem základných dendrometrických veličín použité aj štruktúrne indexy – Giniho koeficient, koeficient homogenity. Giniho koeficient (DIXON et al. 1987) vyjadruje stupeň vertikálnej diferencovanosti porastov na kruhových plochách. Jeho hodnota sa pohybuje v intervale 0 (všetky stromy na ploche majú rovnakú výšku – max. rovnomernosť) až 1 (všetky stromy okrem jedného majú nulovú výšku – max. nerovnomernosť). Pre výpočet Giniho koeficienta bol použitý program TSTRAT. Koeficient homogenity (CAMINO 1976) vyjadruje vzťah medzi početnosťou stromov a ich zásobou v hrúbkových stupňoch a využíva sa na určenie stupňa štruktúrnej homogenity porastu. Na zvýraznenie rozdielov vypočítaných hodnôt je koeficient homogenity kvantifikovaný ako prevrátená hodnota Giniho koeficienta, čím je zabezpečená zmena teoretického variačného rozpätia z 0 až 1 na interval 1 až nekonečno.

Na vylíšenie jednotlivých typov štruktúr porastu sa použila nehierarchická zhlukovacia metóda, tzv. metóda k-priemerov (BORTZ 1999). Ako vstupné veličiny pre zhlukovú analýzu boli použité: počet stromov, zásoba porastu, plošný podiel hornej a dolnej vrstvy porastu, Giniho koeficient a koeficient homogenity na jednotlivých kruhových výskumných plochách. Objem stojacích stromov bol vypočítaný pomocou rovníc objemových tabuliek PETRÁŠ, PAJTIK (1991). Rozdiely v poškodení jedincov medzi jednotlivými výškovými kategóriami prirodzenej obnovy boli testované χ^2 testom. Všetky štatistické analýzy boli spracované na PC štatistickým programom STATISTICA 6.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Porastové charakteristiky a typy štruktúr

Priemerné hodnoty a variabilitu základných porastových charakteristík živých a odumretých stromov za všetky výskumné plochy v dieleci 731 zobrazuje tab. 1. V skúmanom poraste bol zistený priemerný počet živých stromov 1133 ± 814 ks.ha⁻¹, zásoba $719,6 \pm 257,6$ m³.ha⁻¹ a kruhová základňa $49,3 \pm 14,9$ m².ha⁻¹. Maximálna zistená zásoba na výskumnej ploche bola 1288 m³.ha⁻¹. Uvedené hodnoty základných porastových charakteristík sú porovnateľné s hodnotami zistenými v zmiešaných pralesoch jedľovo-bukového vegetačného stupňa (KORPEL 1995; DIACI et al. 2011). Dominantnou drevinou na výskumných plochách bola jedľa, ktorá sa podieľala 42,9 % na celkovej zásobe živých stromov, ale len 5,8 % na ich počte. Opačný trend bol zistený pri jaseňi a buku, ktorých podiel na zásobe živých stromov predstavoval len 20,3 % resp. 18,6 %, ale až 43,5 %, resp. 37,1 % z ich počtu. Pri ostatných drevinách (smrek, javor, brest, jarabina) nepresiahlo ich zastúpenie zo zásoby, resp. z počtu živých stromov 10 %.

Celková clonená plocha, vyjadrená ako percentuálny podiel výskumnej plochy zaclonenej korunami stromov, sa pohybovala v intervale 55,7 – 94,3 % (v priemere $79,3 \pm 12,3$ %). Podiel plochy zaclonenej stromami dolnej a strednej vrstvy (spolu 19,2 %) je v porovnaní s podielom plochy zaclonenej hornou vrstvou stromov (83,6 %) ešte

Tab. 1.

 Základné porastové charakteristiky živých a odumretých stromov v dielci 731
 Basic stand characteristics of living and dead trees

		Priemer ¹⁾	S _x ²⁾	Min ³⁾	Max ⁴⁾
Živé stromy (výška > 1,3 m)⁵⁾					
Počet stromov ⁶⁾	N.ha ⁻¹	1 133	814	340	3 180
Zásoba ⁷⁾	m ³ .ha ⁻¹	719,6	257,6	388,0	1 288,2
Kruhovú základňu ⁸⁾	m ² .ha ⁻¹	49,3	14,9	28,7	83,0
Clonená plocha celkom ⁹⁾	%	79,3	12,3	55,7	94,3
Clonená plocha (dolná vrstva) ¹⁰⁾	%	10,2	9,2	0,1	30,9
Clonená plocha (horná vrstva) ¹¹⁾	%	83,6	14,6	52,2	99,7
Giniho koeficient ¹²⁾		0,43	0,13	0,20	0,64
Koeficient homogenity ¹³⁾		1,65	0,41	1,27	2,79
Stojace odumreté stromy¹⁴⁾					
Počet stromov ¹⁵⁾	N.ha ⁻¹	64	94	0	340
Zásoba ¹⁶⁾	m ³ .ha ⁻¹	25,8	36,3	0,0	104,4
Kruhovú základňu ¹⁷⁾	m ² .ha ⁻¹	0,4	0,5	0,0	1,6
Ležiace odumreté stromy (ležanina)¹⁸⁾					
Stupeň rozkladu A ¹⁹⁾	m ³ .ha ⁻¹	7,6	31,7	0,0	142,1
Stupeň rozkladu B ²⁰⁾	m ³ .ha ⁻¹	6,4	15,5	0,0	63,7
Stupeň rozkladu C ²¹⁾	m ³ .ha ⁻¹	35,1	64,2	0,0	280,1
Objem ležaniny spolu (A+B+C) ²²⁾	m ³ .ha ⁻¹	49,1	67,1	0,0	280,1

Captions: ¹⁾mean, ²⁾standard deviation, ³⁾minimum, ⁴⁾maximum, ⁵⁾living trees (height >1.3 m), ⁶⁾stem density, ⁷⁾growing stock, ⁸⁾basal area, ⁹⁾shaded area total, ¹⁰⁾shaded area of lower tree layer, ¹¹⁾shaded area of upper tree layer, ¹²⁾Gini coefficient, ¹³⁾coefficient of homogeneity, ¹⁴⁾standing deadwood, ¹⁵⁾stem density, ¹⁶⁾growing stock, ¹⁷⁾basal area, ¹⁸⁾downed deadwood, ¹⁹⁾decomposition grade A, ²⁰⁾decomposition grade B, ²¹⁾decomposition grade C, ²²⁾downed deadwood total

Tab. 2.

 Základné porastové charakteristiky živých a odumretých stromov podľa vylíšených typov štruktúr v dielci 731
 Basic stand characteristics of living and dead trees according to distinguished structure types

		Typy štruktúr ¹⁾					
		A	B	C	D	E	F
Živé stromy (výška > 1,3 m)²⁾							
Počet stromov ³⁾	N.ha ⁻¹	540	494	1 340	1 300	1 260	2 850
Zásoba ⁴⁾	m ³ .ha ⁻¹	529,6	958,7	690,0	541,4	589,4	451,5
Kruhovú základňu ⁵⁾	m ² .ha ⁻¹	43,5	62,8	49,2	40,6	39,8	33,3
Clonená plocha celkom ⁶⁾	%	72,1	87,9	79,2	72,9	65,9	91,0
Clonená plocha (dolná vrstva) ⁷⁾	%	3,0	1,4	12,7	3,2	16,7	26,9
Clonená plocha (horná vrstva) ⁸⁾	%	92,3	93,1	91,9	55,3	67,1	85,0
Giniho koeficient ⁹⁾		0,24	0,36	0,55	0,20	0,52	0,44
Koeficient homogenity ¹⁰⁾		2,79	1,93	1,45	1,36	1,35	1,40
Stojace odumreté stromy¹¹⁾							
Počet stromov ¹²⁾	N.ha ⁻¹	20	17	45	340	64	150
Zásoba ¹³⁾	m ³ .ha ⁻¹	0,4	29,3	53,9	4,4	17,3	1,6
Kruhovú základňu ¹⁴⁾	m ² .ha ⁻¹	0,0	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0
Ležiace odumreté stromy (ležanina)¹⁵⁾							
Objem ležaniny spolu (A+B+C) ¹⁶⁾	m ³ .ha ⁻¹	142,1	29,8	50,7	63,1	70,6	6,0
Zastúpenie na ploche porastu ¹⁷⁾	%	5	35	20	5	25	10

Vysvetlivky/Captions: A – homogénna štruktúra medzernatá/homogenous sparse structure; B – homogénna štruktúra s vysokou zásobou/homogenous structure with high volume; C – homogénna štruktúra so strednou zásobou/homogenous structure with medium volume; D – dvojvrstvová štruktúra bez dolnej vrstvy/two-layered structure without lower layer; E – dvojvrstvová štruktúra z hornej a dolnej vrstvy/two-layered structure with upper and lower layer; F – diferencovaná štruktúra s vysokým počtom jedincov/differentiated structure with high stem density

¹⁾structure types, ²⁾living trees (height >1.3 m), ³⁾stem density, ⁴⁾growing stock, ⁵⁾basal area, ⁶⁾shaded area total, ⁷⁾shaded area of lower tree layer, ⁸⁾shaded area of upper tree layer, ⁹⁾Gini coefficient, ¹⁰⁾coefficient of homogeneity, ¹¹⁾standing deadwood, ¹²⁾stem density, ¹³⁾growing stock, ¹⁴⁾basal area, ¹⁵⁾downed deadwood, ¹⁶⁾downed deadwood total, ¹⁷⁾proportion from stand area

pomerne nízky, ale aj napriek tomu je možné konštatovať, že porast vykazuje známky diferenciácie štruktúry, o čom svedčia aj priemerné hodnoty Giniho koeficientu ($0,43 \pm 0,13$) a koeficientu homogenity ($1,65 \pm 0,41$).

Celkový objem odumretých stromov (stojace + ležiace odumreté stromy) na výskumných plochách dosahoval v priemere $74,9 \pm 71,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje 10,4 % zo zásoby živých stromov. V odumretých stromoch dominovala ležanina so 65,6 %, pričom v najväčšej miere bol zastúpený stupeň rozkladu C (71,5 %). Podiel stojacích stromov na celkovom objeme odumretých stromov bol na úrovni 34,4 %. V zmiešaných jedľovo-bukových pralesoch môže objemové percento odumretých stromov v jednotlivých časových etapách a objektoch značne variovať, pričom jeho hodnoty sa pohybujú zväčša na úrovni 15 – 25 % (KORPEL 1995; SANIGA, JALOVIAK 2002; DIACI et al. 2011).

V dieľci 731 bolo pomocou zhlukovej analýzy vylišených 6 typov štruktúr (tab. 2). Až 60 % plochy porastu tvorili homogénne štruktúry (medzernatá, s vysokou a so strednou zásobou). Určujúcim znakom homogénnych štruktúr bolo predovšetkým vysoké percento clonenia plochy stromami hornej vrstvy, ktoré na všetkých výskumných plochách presahovalo 85 % a v prípade homogénnej medzernatej a homogénnej štruktúry s vysokou zásobou aj malý počet stromov ($< 760 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), vysoký koeficient homogenity ($> 1,55$) a malé percento plochy clonenej stromami dolnej vrstvy ($< 5 \%$). Homogénna medzernatá štruktúra sa zároveň vyznačovala aj vysokým objemom odumretých ležiacich stromov tzv. ležaniny (v priemere $142 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) na ploche porastu. Pri homogénnej štruktúre so strednou zásobou (v priemere $690 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) bola zistená vyššia početnosť živých stromov ($> 780 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), najmä v najnižších hrúbkových stupňoch, a tiež vyšší podiel plochy clonenej dolnou vrstvou ($> 10 \%$). Približne 40 % plochy porastu tvorili diferencované štruktúry (dvojvrstvá bez dolnej vrstvy, dvojvrstvá z hornej a dolnej vrstvy, diferencovaná s vysokým počtom jedincov), ktoré sa v porovnaní s homogénnymi štruktúrami vyznačovali vyšším zastúpením stromov dolnej, resp. strednej vrstvy v poraste. Podiel plochy clonenej hornou vrstvou v diferencovaných štruktúrach nepresahoval na jednotlivých výskumných plochách 85 %. Typickým znakom bol aj vysoký počet živých stromov ($> 940 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), predovšetkým v prostredí dolnej a strednej vrstvy, a tiež nižší koeficient homogenity ($< 1,45$). Pri dvojvrstvovej štruktúre bez dolnej vrstvy bol zistený nadpriemerne vysoký počet odumretých stojacích stromov ($340 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), patriacich hlavne k najnižším hrúbkovým stupňom.

Prirodzená obnova a jej výskyt v rámci vylišených typov štruktúr

Priemerná hustota jedincov prirodzenej obnovy s výškou od 0,2 do 1,3 m, v priemere za všetky výskumné plochy, bola $10\,745 \pm 5\,192 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Najviac zastúpenými drevinami boli jaseň (52,2 %), buk (23,8 %) a javor (18,0 %). Zastúpenie jedle a smrek v prirodzenej obnove nepresiahlo v priemere 1%, čo je v protiklade s ich zastúpením v materskom poraste (jedľa 42,9 %, smrek 9,7 %). Podľa KORPELA (1995) sa jedľa v nenarušených prírodných lesoch ekologicky uplatňuje a svoju produkčnú trvalosť presadzuje cez výraznú rôznovekosť. Vzhľadom k nízkym nárokom na svetlo sa môže jedľa z pomerne malého podielu jedincov v prirodzenej obnove postupne uplatňovať väčším objemovým podielom. Napriek tejto skutočnosti dochádza v posledných desaťročiach v jedľovo-bukových pralesoch k permanentnému znižovaniu zastúpenia tejto dreviny (KUCBEL et al. 2010; DIACI et al. 2011). Až 62 % jedincov prirodzenej obnovy na výskumných plochách patrilo do výškovej kategórie 0,2 – 0,5 m (obr. 1). Výškové kategórie 0,5 – 0,8 m a 0,8 – 1,3 m boli zastúpené nižším percentuálnym podielom (22 %, resp. 16%). Dominantnou drevinou bol jaseň, ktorý si vo všetkých výškových kategóriách udržiaval pomerne stabilné zastúpenie ($> 45 \%$). Pri buku bol zistený nárast jeho zastúpenia z 19 % vo výškovej kategórii 0,2 – 0,5 m na 35 % vo výškovej kategórii 0,8 – 1,3 m, pri drevine javor je tento trend opačný (22 %, resp. 15 %).

Najviac poškodenými drevinami v prirodzenej obnove boli brest a smrek, pri ktorých poškodenie presiahlo hranicu 20 % (tab. 3). Naopak, hlavné porastotvorné dreviny buk a jedľa boli poškodené minimálne ($< 3 \%$). Prevládalo poškodenie odhryzom terminálnych výhonkov raticovou zverou. Najmenší rozsah poškodenia (4 %) bol zistený vo výškovej kategórii 0,2 – 0,5 m (obr. 1). So stúpajúcou výškou prirodzenej obnovy sa percento poškodenia zvyšovalo až na hodnou 14 % vo výškovej kategórii 0,5 – 0,8 m a 34 % vo výškovej kategórii 0,8 – 1,3 m, pričom rozdiely medzi jednotlivými výškovými kategóriami boli štatisticky významné ($p < 0,05$).

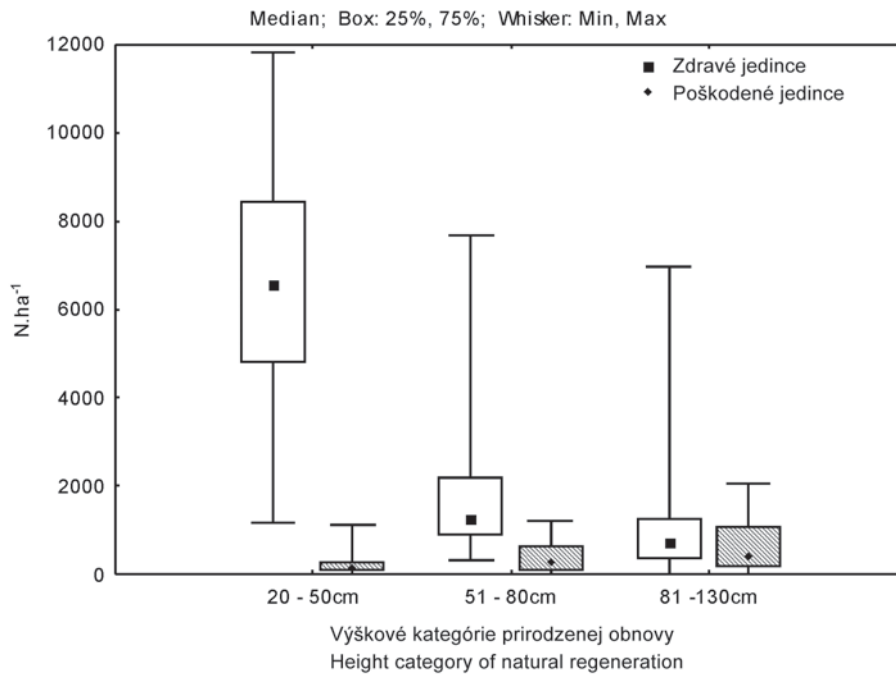
Priemerné početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých typoch porastových štruktúr sú zobrazené na obr. 2. Napriek pomerne nízkym hodnotám zásoby ($529,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a zápoja porastu (72,1 %) bola najnižšia početnosť prirodzenej obnovy ($2\,500 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$) zistená pri homogénnej medzernatej štruktúre. Výskyt homogénnej medzernatej štruktúry bol podmienený abiotickými činiteľmi (vietor, sneh), ktorých pôsobením dochádzalo zväčša k náhlemu zníženiu zásoby živých stromov a nárastu objemu ležaniny ($142 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) na ploche porastu.

Tab. 3.

Štruktúra a poškodenie prirodzenej obnovy v dieľci 731
Structure and damage of natural regeneration

Druh dreviny ¹⁾	Priemer ²⁾ [N.ha ⁻¹]	Sx ³⁾ [N.ha ⁻¹]	Min ⁴⁾ [N.ha ⁻¹]	Max ⁵⁾ [N.ha ⁻¹]	Zastúpenie ⁶⁾ [%]	Poškodené ⁷⁾ [%]
Jaseň ⁸⁾	5 607	3 252	880	13 920	52,2	14,5
Buk ⁹⁾	2 552	3 200	0	11 980	23,8	1,6
Javor ¹⁰⁾	1 939	1 397	200	6 520	18,0	15,8
Brest ¹¹⁾	369	316	0	1 160	3,4	25,2
Jarabina ¹²⁾	160	270	0	800	1,5	-
Jedľa ¹³⁾	100	193	0	740	0,9	3,0
Smrek ¹⁴⁾	18	34	0	100	0,2	22,2
Spolu porast ¹⁵⁾	10 745	5 192	2 500	23 280	100,0	11,9

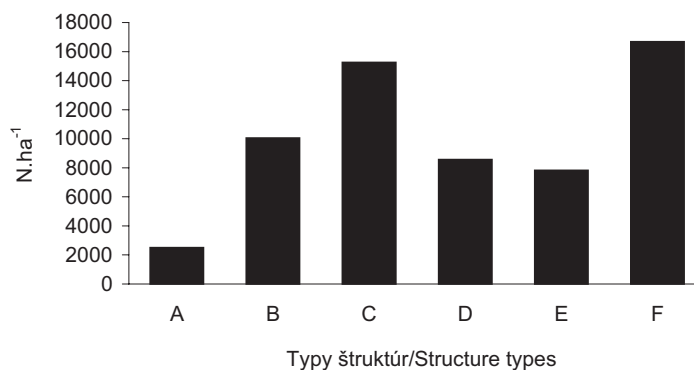
Captions: ¹⁾tree species, ²⁾mean, ³⁾standard deviation, ⁴⁾minimum, ⁵⁾maximum, ⁶⁾representation, ⁷⁾damaged, ⁸⁾ash, ⁹⁾beech, ¹⁰⁾maple, ¹¹⁾elm, ¹²⁾rowan, ¹³⁾fir, ¹⁴⁾spruce, ¹⁵⁾total


Obr. 1.

Porovnanie početnosti zdravých a poškodených jedincov v jednotlivých výškových kategóriách prirodzenej obnovy

Fig. 1.

Density of healthy (white boxes) and damaged (hatched boxes) individuals in particular height categories of natural regeneration


Obr. 2.

Priemerné početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých typoch štruktúr

Fig. 2.

Average natural regeneration density in particular structure types

V tomto type štruktúry prevládala počiatočná (iniciálna) fáza podmienok vzniku prirodzenej obnovy. Homogénne štruktúry s vysokou a so strednou zásobou sa síce vyznačovali vysokými počtami jedincov prirodzenej obnovy (v priemere 10 054 ks.ha⁻¹, resp. 15 255 ks.ha⁻¹), ale vo veľkej miere bola zastúpená prevažne výšková kategória 0,2 – 0,5 m (v priemere 77 %, resp. 58 %). Výšková kategória 0,8 – 1,3 m tu bola zastúpená v menšom rozsahu (v priemere 7 %, resp. 19 %). Najvyšší počet jedincov prirodzenej obnovy bol zistený pri diferencovanej štruktúre s vysokým počtom jedincov (v priemere 16 670 ± 8 923 ks.ha⁻¹). Tento typ štruktúry porastu vytváral napriek vysokej hodnote celkového zápoja (91,0 %) najlepšie podmienky pre vznik a odrastanie jedincov prirodzenej obnovy. Počet jedincov pri dvojvrstvových štruk-

túrach bez dolnej (8 560 ks.ha⁻¹) a s účasťou hornej a dolnej vrstvy (7 820 ks.ha⁻¹) bol podstatne nižší. Vo väčšej miere (> 20 %) tu bola zastúpená kategória jedincov s výškou 0,8 – 1,3m. Početná, odrastejšia prirodzená obnova tienení pôdy negatívne ovplyvňuje následnú dynamiku regeneračných procesov, a tým aj celkový počet jedincov obnovy (REININGER 2000). Zastúpenie drevín v prirodzenej obnove v jednotlivých typoch porastových štruktúr bolo s výnimkou buka a javora pomerne vyrovnané. V porastových štruktúrach s hodnotami zápoja > 75 % (homogénna medzernatá štruktúra, dvojvrstvová štruktúra bez dolnej a s účasťou hornej a dolnej vrstvy) bolo zastúpenie buka v prirodzenej obnove výrazne poddimenzované (< 7 %). Opačný trend bol zistený pri drevine javor (zastúpenie > 25 %).

ZÁVER

Analýzou porastovej štruktúry a prirodzenej obnovy zmiešaného jedľovo-bukového lesa v NPR Mláčik, ponechaného 30 rokov na prirodzený vývoj, sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- Priemerné hodnoty základných porastových charakteristík živých stromov za všetky výskumné plochy v dieľci 731 (početnosť, zásoba a kruhová základňa) sú porovnateľné s hodnotami v zmiešaných pralesoch jedľovo-bukového vegetačného stupňa. Naproti tomu objem nekromasy (10,4 %) je ešte stále mierne poddimenzovaný.
- Viac ako 1/2 plochy porastu tvoria stále homogénne štruktúry. Výskyt diferencovaných štruktúr na cca 40 % plochy poukazuje na postupnú, samovolnú vekovú, hrúbkovú a výškovú diferenciáciu porastu.
- Regeneračné procesy v NPR sú vo všeobecnosti plynulé bez viditeľných prejavov stagnácie. Najviac zastúpenými drevinami v prirodzenej obnove sú jaseň (52,2 %), buk (23,8 %) a javor (18,0 %). Podiel prirodzenej obnovy jedle nepresahuje 1 %, čo do istej miery potvrdzuje všeobecný trend postupného úbytku tejto dreviny v pralesovitých spoločenstvách.

Podakovanie:

Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Centrum excelentnosti: Adaptívne lesné ekosystémy, ITMS: 26220120006, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BALANDA M. 2010. Dynamika regeneračných procesov prírodného zmiešaného lesa v NPR Hrončecký Grúň. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 51 (Suppl. 1): 91-101.
- BORTZ J. 1999. Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin, Springer: 836 s.
- BRADSHAW R.H.W., WOLF A., MOLLER P.F. 2005. Longterm succession in a Danish temperate deciduous forest. Ecography, 28: 157-164.
- CAMINO R., DE. 1976. Zur Bestimmung der Bestandeshomogenität. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 147: 54-58.
- COMMARMOT B., BACHOFEN H., BUNDZIAK Y., BÜRGI A., RAMP B., SHPARYK Y., SUKHARIUK D., VITER R., ZINGG A. 2005. Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. Forest Snow and Landscape Research, 79: 45-56.
- DIACI J., ROZENBERGAR D., ANIC I., MIKAC S., SANIGA M., KUCBEL S., VISNJIC C., BALLIAN D. 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. Forestry, 84: 479-491. doi: 10.1093/forestry/cpr030
- DIXON P.M., WEINER J., MITCHELL-OLDS T., WOODLEY R. 1987. Bootstrapping the Gini coefficient of inequality. Ecology, 68: 1548-1551.
- DORREN L. K. A., BERGER F., IMESON A. C., MAIER B., REY F. 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. Forest Ecology and Management, 195: 165-176.
- EMBORG J., CHRISTENSEN M., HEILMANN-CLAUSEN J. 2000. The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 126: 173-189.
- GUBKA K. 2005. Súčasný stav a tendencie vývoja porastu v národnej prírodnej rezervácii Mláčik. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 47: 181-194.
- KORPEL Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 332 s.
- KORPEL Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Gustav Fischer: 310 s.
- KRÁL K., JANÍK D., VRŠKA T., ADAM D., HORT L., UNAR P., ŠAMONIL P. 2010a. Local variability of stand structural features in beech dominated natural forests of Central Europe: Implications for sampling. Forest Ecology and Management, 260: 2196-2203.
- KRÁL, K., VRŠKA, T., HORT, L., ADAM, D., ŠAMONIL, P. 2010b. Developmental phases in a temperate natural spruce-fir-beech forest: determination by a supervised classification method. European Journal of Forest Research, 129: 339-351.
- KUCBEL S., JALOVIAR P., SANIGA M., VENCURIK J., KLIMAŠ V. 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. European Journal of Forest Research, 129: 249-259.
- LEIBUNDGUT H. 1993. Europäische Urwälder. Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Bern, P. Haupt: 260 s.
- MAYER H. 1976. Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Stuttgart, Fischer: 436 s.
- NAGEL T.A., SVOBODA M. 2008. Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus-Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. Canadian Journal of Forest Research, 38: 2728-2737.

- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava československých objemových tabuliek. *Lesnícky časopis*, 37(1): 49-56.
- REININGER H. 2000. Das Plenterprinzip oder die Überführung des Altklassenwaldes. Graz, Leopold Stocker: 238 s.
- ROUVINEN S., KUULUVAINEN T. 2005. Tree diameter distributions in natural and managed old *Pinus sylvestris* dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 208: 45-61.
- ROZENBERGAR D., MIKAC S., ANIĆ I., DIACI J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80: 431-443.
- SANIGA M. 1999a. Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Baďínskeho pralesa. *Journal of Forest Science*, 45: 121-130.
- SANIGA M. 1999b. Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Dobročského pralesa. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 64 s. Vedecké štúdie 2/1999/A
- SANIGA M., JALOVIAK P. 2002. Dynamik des Totholzanteils im Rahmen des Entwicklungszyklus in den ausgewählten Urwäldern der Slowakei. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 49 s. Vedecké štúdie 2/2002/A
- SANIGA M., BALANDA M. 2008. Dynamics of tree species composition and characteristics of available space utilization in the natural forest of the National Nature Reserve Hrončokovský grúň. *Journal of Forest Science*, 54 (11): 497-508.
- SANIGA M., BALANDA M., KUCBEL S., JALOVIAK P. 2011. Cyclic changes in tree species composition of mixed-species forest in Western Carpathians: Role of disturbance and tree regeneration. *Polish Journal of Ecology*, 59: 699-708.
- ŠÁLY R., KRIŽOVÁ E., PETRÍK M., MIHÁLIK A. 1991. Ecosystem study of the fir-beech stand in the Mláčik state nature reserve. *Vedecké a pedagogické aktuality I./1991*. Zvolen, TU Zvolen: 162 s.
- ŠKVARENINA J., ŠKVARENINOVÁ J., SNOPKOVÁ Z., KOVÁČIK M., STŘELCOVÁ K. 2006. Fenologické prejavy listnatých lesných drevín v horskom pralesovom ekosystéme jedľobučiny v Kremnických vrchoch. In: Rožnovský J. et al. (eds): *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Sborník referátů*. Brno 22. 3. 2006. Praha, Česká bioklimatologická společnost v nakl. ČHMÚ: [8 s.]. Dostupné: <http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/Skvarenina.pdf>. [cit. 24. októbra 2011]
- VRŠKA T., ADAM D., HORT L., KOLÁŘ T., JANÍK D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians-A developmental cycle or a linear trend induced by man? *Forest Ecology and Management*, 258: 347-356.
- WOLF A. 2005. Fifty year record of change in tree spatial patterns within a mixed deciduous forest. *Forest Ecology and Management*, 215: 112-223.
- ZLATNÍK A. 1976. *Lesnická fytoecologie*. Praha, SZN: 495 s.

TYPES OF FOREST STAND STRUCTURES AND ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN MIXED FOREST OF NATIONAL NATURE RESERVE MLÁČIK (CENTRAL SLOVAKIA)**SUMMARY**

The paper deals with the classification of forest stand structures and the analysis of natural regeneration in a mixed fir-beech forest of National Nature Reserve Mláčik, that have been left to the natural development since 1982. In 2009, a series of twenty circular research plots (500 m²) was established. In the sample plots, we measured the dendrometric characteristics of all living stems with the height >1,3 m, standing and downed deadwood and the natural regeneration (individuals with the height 0.2–1.3 m) was registered. Besides the basic dendrometric characteristics, the structural indices (Gini coefficient, coefficient of homogeneity) were used for the description of stand structure in particular circular plots. The stand structure types were distinguished using the non-hierarchical clustering method (k-means). As the input data for the cluster analysis we used stem density, growing stock, proportion of upper and lower tree layer, Gini coefficient, coefficient of homogeneity.

Mean values of basic stand characteristics (stem density, growing stock and basal area) of living trees (Tab. 1) are comparable to the values in mixed virgin forests of fir-beech vegetation zone. However, the deadwood volume (10.4%) is still slightly lower than in the natural forests. Dominant tree species in research plots was Silver fir that comprised 42.9% of the total growing stock. Representation of ash and beech reached 20.3% and 18.6%, respectively. The proportion of other tree species (spruce, maple, elm, rowan) from the growing stock did not exceed 10%. More than the half of the stand area was formed by the homogenous structures (Tab. 2). The presence of differentiated structures on the ca. 40% of the total area suggests the successive and spontaneous age, diameter and height differentiation of the stand.

Regeneration processes in the reserve are generally continuous, without any visible signs of stagnation. The most represented tree species in the natural regeneration are ash (52.2%), beech (23.8%) and maple (18.0%). The proportion of fir in the natural regeneration does not exceed 1% (Tab. 3), what partially confirms the general trend of successive decrease of this tree species in virgin forests. Density and tree species representation in the natural regeneration were influenced also by the various forest stand structures (Fig. 2). The most damaged tree species in natural regeneration were elm and spruce with the proportion of damaged individuals more than 20% (Tab. 3). On the other hand, the main tree species beech and fir were damaged minimally (< 3%).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jaroslav Vencúrik, 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

TEPLOMILNÉ DRUHY DUBŮ V ČESKÉM KRASU A V ČESKÉM STŘEDOHOŘÍ

THERMOPHILIC OAK SPECIES IN THE REGIONS OF ČESKÝ KRAS (THE BOHEMIAN KARST) AND ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ (THE BOHEMIAN HIGHLANDS)

VÁCLAV BURIÁNEK¹⁾ - MARIE BENEDIKOVÁ²⁾¹⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady²⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

Results of phenotypic evaluation in the forest stands with thermophilic oak species in nature forest regions of Český kras (the Bohemian Karst) and České středohoří (the Bohemian Highlands) are presented in this paper. Tree height, stem height without crown, breast height diameter, stem and crown health status, stem form, stem transection and sinuosity, type of branching, ability to sprouting capacity, and thickness of main crown branches were measured and assessed to obtain information on their phenotypic variability, growth performance and health condition. Simultaneously, the data about their occurrence in the monitored regions were obtained and supplemented with mensurational information and habitat description. The obtained results document the present occurrence of thermophilic oak species in the investigated regions and indicate promising possibilities for their wider growing in consequence of predicted climate change and global warming. Especially, Turkey oak (*Quercus cerris*) showed very favorable growth parameters comparable to other oak species or beech even at altitudes above 550 m a.s.l.

Klíčová slova: dub pýřitý (*Quercus pubescens*), dub cer (*Quercus cerris*), dub žlutavý (*Quercus dalechampii*), fenotypové hodnocení, proměnlivost, teplomilný, Český kras, České středohoří

Key words: pubescent oak (*Quercus pubescens*), Turkey oak (*Quercus cerris*), dalechamp oak (*Quercus dalechampii*), phenotypic evaluation, variability, thermophilic, Bohemian Karst (Český kras), Bohemian Highlands (České středohoří)

ÚVOD

V poslední době se neustále hovoří o možných globálních změnách klimatu, které lze v nedaleké budoucnosti očekávat. Různí autoři předkládají rozmanité scénáře, jak by se mohlo během příštích 100 let (což je zhruba doba jednoho obmýtí většiny dřevin) změnit klima ve střední Evropě. Přestože názory se velice různí, většina seriózních autorů se přiklání k hypotéze, že na našem území lze předpokládat zvýšení průměrné roční teploty až o několik stupňů (KORN et al. 2003). I kdyby k tomu nepřistoupil úbytek srážek, znamená to, že se klimatické podmínky na našem území mohou přiblížit oblastem jižnějších částí Evropy. Na to bude muset s předstihem reagovat lesní hospodářství, neboť odlišné klimatické podmínky povedou ke změnám druhové skladby lesních porostů. Za těchto předpokladů vzroste obecně význam dubů, a to zejména tzv. teplomilných druhů, majících těžiště rozšíření v jižní a jihovýchodní Evropě.

Jedná se nejen o dub pýřitý (*Quercus pubescens*), který se zatím na našem území vyskytuje pouze ostrůvkovitě na specifických exponovaných stanovištích v nejteplejších oblastech, ale i další druhy, které jsou u nás ještě mnohem vzácnější. Celkem bylo na našem území zjištěno osm původních druhů. Některé, tzv. drobné a vzácnější se vyskytující druhy, jsou však obtížně určitelné, a proto bývají většinou opomíjeny

a přehlíženy, ačkoli na specifických stanovištích mohou mít nezastupitelný ekologický význam a od našich dvou hlavních druhů, dubu zimního a letního, se svými stanovištními nároky odlišují.

Dub pýřitý (šípák) (*Q. pubescens* WILLD.) je představitelem teplomilného druhu s hlavním areálem ve vyšších polohách jižní Evropy a Malé Asie, od Španělska po východní Turecko. Na našem území se vyskytuje pouze ostrůvkovitě v nejteplejších oblastech (hlavně jižní Morava, Český kras, České středohoří), kde je složkou teplomilných doubrav. Vyskytuje se zde převážně v hospodářsky málo významných ochranných lesích lesostepního charakteru, často jednotlivě nebo v malých porostech zakrslého vzrůstu s nízkým zakmeněním. Výškové maximum v ČR je 470 m n. m. (České středohoří, Lovoš) (KOBLIŽEK 1990). Je u nás rozšířen na výslunných svazích nebo na extrémních mikrolokalitách na hranách kopců, nejčastěji na mělkých, kamenitých a vysychavých půdách. Na jižní Moravě roste i na hlubších půdách, např. na spraších. Je dřevinou bazických geologických podkladů, na rozdíl od dubu zimního neroste na extrémně kyselých půdách se surovým humusem. Vyznačuje se značnou odolností vůči suchu (BURIÁNEK 2004).

Dub žlutavý (*Q. dalechampii* TEN.) je rovněž rozšířen v jihovýchodní Evropě a v Malé Asii. V ČR je jeho výskyt omezen na nejteplejší oblas-

ti, tedy na jižní Moravu, Český kras a České středohoří, kde dosahuje severní hranice areálu. Je častější na podkladech bohatých vápníkem, ale roste v teplomilných i acidofilních doubravách. Je lépe přizpůsoben kontinentálnímu klimatu, snáší vysychavé půdy i mrazové polohy. Na extrémních stanovištích tvoří zakrslé rozvolněné porosty podobně jako dub pýřitý. Výškové maximum v ČR je udáváno 440 m n. m. (Maršov u Veverské Bitýšky) (KOB-LÍŽEK 1990).

Dub cer (*Q. cerris* L.) má podobný areál s těžištěm v jihovýchodní Evropě jako dub žlutavý, avšak zasahuje i na Apeninský poloostrov a do jižního Turecka. Izolované lokality se vyskytují ještě na horním Rýnu a Rhoně. Na našem území je původní pouze na jižní Moravě v teplomilných doubravách a lesostepních křovinách, přičemž na Hádech u Brna dosahuje severní hranice areálu. Jinde je ojediněle lesnický vysazován. Je citlivý na silné mrazy, avšak raší o něco později než ostatní naše duby, takže většinou uniká z vlivu působení pozdních mrazů. Je odolný vůči nedostatku vláhy a proschnutí půdního profilu v letním období. Je nenáročný na půdu, dobře snáší i kyselé, mělké a chudé podklady, ale na půdách bohatých vápníkem ustupuje dubu pýřitému a jiným teplomilným dřevinám. Má mnohem menší nároky na světlo než ostatní naše duby a také trpí méně okusem zvěří (ÚRADNÍČEK et al. 2009). Jako výškové maximum v ČR se udává 950 m n.m. (Novohradské hory) (KOB-LÍŽEK 1990).

Z dalších druhů dubů se na našem území vyskytují ještě dub mnohoplodý (*Q. polycarpa* SCHUR), dub jadranský *Q. virgiliana* (TEN.) TEN. a velmi vzácně v Podyjí též dub uherský *Q. frainetto* (TEN.) TEN (KUBÁT et al. 2002). Autochtonní výskyt těchto druhů zasahuje však u nás pouze na jižní Moravu. Ve sledovaném území Českého krasu a Českého středohoří nebyly zjištěny žádné porosty ani jednotlivé stromy těchto druhů, i když vzhledem k možnému dovozu žaludů nelze ani jejich výskyt vyloučit.

Tento příspěvek se zabývá hodnocením vybraných populací dubu pýřitého, žlutavého a ceru v přírodních lesních oblastech Český kras a České středohoří. Bylo provedeno zhodnocení vybraných porostů a bioskupin těchto teplomilných druhů dubů s cílem získat informace o jejich fenotypové variabilitě, růstových vlastnostech a zdravotním stavu. Byly získány údaje o jejich výskytu ve sledovaném území a provedena fenotypová šetření a biometrická měření v deseti vybraných porostech a bioskupinách, která byla doplněna taxačními a stanovištními údaji. Získané výsledky dokumentují současný výskyt teplomilných druhů dubů v území a naznačují perspektivní možnosti jejich většího uplatnění.

MATERIÁL A METODIKA

Nejprve byly vtipovány lokality doubrav s výskytem vzácnějších teplomilných druhů dubů (dub pýřitý, dub žlutavý a cer) v přírodních lesních oblastech (PLO) Český kras a České středohoří. V Českém krasu byla pozornost soustředěna na oblast národní přírodní rezervace Karlštejn, zejména na okolí obcí Karlštejn a Srbsko (LS Nižbor), kde se na xerotermních výslunných svazích a na hranách kopců na mělkých kamenitých půdách ostrůvkovitě vyskytují skupiny dubu pýřitého. Na lokalitách Velká hora cca 2 km severovýchodně od obce Srbsko a na lokalitě Pláně západně od Srbska bylo provedeno měření a hodnocení populací dubu pýřitého. Na lokalitě Pláně byla kromě dubu pýřitého hodnocena rovněž bioskupina dubu žlutavého. Terénní průzkum v Českém středohoří byl zaměřen jednak na pravý břeh Labe západně od Litoměřic, kde bylo provedeno měření a fenotypové hodnocení bioskupiny dubu žlutavého na lokalitě na úpatí vrchu Strážáček cca 350 m západně od vrcholu (LS Litoměřice), a jednak na západní části území severně od Loun mezi Milešovkou a Bílinou, zejména na oblast tzv. Milešovského středohoří, kde byly vtipovány a hodnoceny tři lokality dubu pýřitého – přírodní památka Lužické šipáky u obce Lužice (LS Litoměřice), vrch Špičák západně od Štrbického vrchu a vrch Kajba

(Lesy sever Bílina) a tři lokality dubu ceru – severní svah Stříbrného vrchu u Kostomlat, severní úpatí vrchu Lhota u Milešova (revír Břežina) a východní svahy Širokého vrchu (revír Pálec), vše LS Litoměřice. Celkem bylo tedy provedeno měření a fenotypové hodnocení bioskupin dubu ve vybraných porostech na deseti lokalitách (pět lokalit dubu pýřitého, dvě dubu žlutavého a tři dubu ceru). Pro měření a hodnocení bylo bráno pokud možno 50 stromů v každé bioskupině, jejichž výčetní tloušťka byla minimálně 10 cm. V některých případech však nebyl dostatek stromů k dispozici. Na lokalitě Široký vrch byl naopak počet stromů dubu ceru dostatečný, takže bylo hodnoceno 60 jedinců. Počet hodnocených stromů v bioskupinách se tak pohyboval od 17 do 60 jedinců. Taxonomická determinace proběhla podle Květeny ČR (KOB-LÍŽEK 1990), u obtížnějších druhů dubů byly použity i další publikace a příručky (MAGIC 1975, 2002; POŽGAJ 1985, 2004).

Přehled a charakteristiky zkoumaných porostů jsou uvedeny v tab. 1 a 2. Jejich nadmořská výška se pohybuje od 300 do 590 m n. m. Jsou zastoupeny různé typy stanovišť ve třech lesních vegetačních stupních, celkem 6 trofických řad s různým vláhovým režimem. Lokality dubu pýřitého mají převážně xerotermní charakter, naopak lokality s porosty dubu ceru v Českém středohoří jsou situovány na živných stanovištích dubových bučin s dobrým vláhovým režimem. Řada lokalit s autochtonním výskytem sledovaných dřevin je významná i z hlediska zachování genetických zdrojů cenných lokálních populací. V některých případech byl v rámci programu zachrany genetických zdrojů proveden sběr reprodukčního materiálu do genové banky explantátů ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v v. i. ve Strnadlech.

U vybraných populací, resp. bioskupin, bylo provedeno měření celkových výšek stromů, výšek kmene (tj. od paty stromu po bázi koruny), výčetních tloušťek a hodnocení tvárnosti kmene, tvaru, velikosti a pravidelnosti koruny, způsobu větvení, síly větví, průřezu a točivosti kmene a jeho výmladnosti a zdravotního stavu kmene a koruny. Klasifikována byla rovněž stromová třída a zápoj porostu. Současně byly zjištěny základní taxační a stanovištní charakteristiky zkoumaných porostů. Výšky byly měřeny finským výškoměrem zn. Suunto s přesností na půl metru. Hodnocení se provádělo podle následujících stupnic, stejně jako u dřívějších podobných šetřeních na dubech či jiných listnatých dřevinách (BURIÁNEK et al. 2009; NOVOTNÝ et al. 2008). Současně byla orientačně sledována i přirozená obnova.

Tvárnost kmene:	1 – zcela rovný, 2 – mírně zakřivený (prohnutý), 3 – zakřivený, 4 – křivolaký
Průřez kmene:	1 – kruhový, 2 – eliptický, 3 – nepravidelný
Točivost kmene:	1 – netočitý, 2 – točitý
Způsob větvení:	1 – průběžný kmen, 2 – větvení v koruně, 3 – vidličnaté
Síla hlavních větví:	1 – větve jemné (do 10 % kmene), 2 – větve střední (10 – 25 %), 3 – větve silné (nad 25 % kmene)
Pravidelnost koruny:	1 – koruna pravidelná, 2 – koruna jednostranná, 3 – koruna nepravidelná
Tvar koruny:	1 – kulovitá, 2 – vejčitá, 3 – válcovitá
Velikost koruny:	1 – koruna velká, 2 – koruna střední, 3 – koruna malá
Výmladnost kmene:	1 – bez výmladků, 2 – ojedinělé výmladky, 3 – hojné výmladky
Zdravotní stav kmene:	1 – zdravý, 2 – boulovitost, 3 – mechanické vady
Zdravotní stav koruny:	1 – zdravá, 2 – slabě prosychající, 3 – silně prosychající
Stromová třída:	1 – strom předrůstavý, 2 – úrovňový, 3 – podúrovňový, 4 – potlačený
Zápoj:	1 – korunový dotyk z jedné strany, 2 – ze dvou, 3 – ze tří, 4 – ze čtyř stran

Tab. 1.

Přehled a charakteristiky zkoumaných porostů v Českém krasu
Characteristics of investigated stands in the Bohemian Karst

Lokalita/ Locality	Nadm. výška [m n.m.]/ Altitude [m a.s.l.]	Č. porostu/ Stand No.	Věk/ Age	Zakmenění/ Stand density	Charakteristika/Characteristic	Lesní typ/ Forest type	Zastoupení dřevin/ Tree species composition
Dub pýřitý (<i>Quercus pubescens</i>) - LS Nižbor, revír Karlštejn/pubescent oak							
Velká hora	410	109 C11c	150+	6	dřínová doubrava/oak-hornbeam woodland with European cornel	1X8	DBp100, DBZ + JŘ +
Dub pýřitý (<i>Quercus pubescens</i>), dub žlutavý (<i>Quercus dalechampii</i>) - LS Nižbor, revír Karlštejn/daledchamp oak							
Pláně	360	104A 12b	114	9	vápencová habrová doubrava na vápencích/oak-hornbeam woodland on limestone	1W2	DB87, HB9, BK, BRK, LP, JV1

Tab. 2.

Přehled a charakteristiky zkoumaných porostů v Českém středohoří
Characteristics of investigated stands in the Bohemian Highlands

Lokalita/ Locality	Nadm. výška [m n.m.]/ Altitude [m a.s.l.]	Č. porostu/ Stand No.	Věk/ Age	Zakmenění/ Stand density	Charakteristika/Characteristic	Lesní typ/ Forest type	Zastoupení dřevin/ Tree species composition
Dub pýřitý (<i>Quercus pubescens</i>) - LS Litoměřice, revír Zlatníky/pubescent oak							
Lužice	300	113 G14/10	141	4	suchá habrová doubrava s válečkou prapořitou/dry oak hornbeam wood- land with <i>Brachypodium pinnatum</i>	1C3	DB98
Dub pýřitý (<i>Quercus pubescens</i>) - Lesy Sever, Bílina/pubescent oak							
Štrbický vrch (Špičák)	430	201 B 13	127	7	javorová buková doubrava lipni- cová, javorová habrová doubrava ptačincová/maple-beech-oak wood- land with <i>Poa angustifolia</i> , maple- oak- hornbeam	2A3 1A3	DB80, HB20
Kajba	450	147 F 14	135	7	suchá habrová doubrava s válečkou prapořitou/dry oak hornbeam wood- land with <i>Brachypodium pinnatum</i>	1C3	DB100
Dub žlutavý (<i>Quercus dalechampii</i>) - LS Litoměřice/daledchamp oak							
Strážišťe	350	479 E 8a	90	8	bohatá habrová doubrava ptačin- cová/rich oak hornbeam woodland with <i>Stellaria holostea</i>	1B7	DBZ95, KL5, JVB+TR +
Dub cer (<i>Quercus cerris</i>) - LS Litoměřice, revír Březina/Turkey oak							
Stříbrný vrch u Kostomlat	560	149 B8	75	8	obohacená dubová bučina bažan- ková/enriched oak-beech woodland with <i>Mercurialis perennis</i>	3D6	DB65, KL30, MD5
Lhota u Mile- šova	410	163 A14b	135	5	obohacená dubová bučina bršlico- vá/enriched oak-beech woodland with <i>Aegopodium podagraria</i>	3D3	DB37, LP18, JS17, CER16, BK8, HB, KL2
Dub cer (<i>Quercus cerris</i>) - LS Litoměřice, revír Pálec/Turkey oak							
Široký vrch	550-590	201 B 13	80	8	obohacená dubová bučina bršlico- vá, ječmenková/enriched oak-beech woodland with <i>Aegopodium podag- raria</i> or <i>Hordelymus europaeus</i>	3D3 3D4	DB40, MD30, SM10, KL10, JS10

Tab. 3.

Výsledky fenotypového šetření dubů v bioskupinách
Results of oak phenotypic evaluation in the bio-groups

Lesní správa, revír/Forest district	Lokalita/Locality	Počet hodnocených stromů/ Number of evaluated trees	Průměrná výčetní tloušťka/ Mean D.B.H. [cm]	Průměrná výška stromu/ Mean tree height [m]	Průměrná výška kmene/ Mean stem height [m]
Dub pýřitý - <i>Quercus pubescens</i>					
LS Nižbor, revír Karlštejn	Velká hora	50	17,7	8,0	4,7
LS Nižbor, revír Karlštejn	Pláně	17	26,1	10,2	5,3
LS Litoměřice, revír Zlatníky	PP Lužické šipáky	50	36,0	16,2	6,2
Lesy Sever, Bílina	Štrbický vrch (Špičák)	50	24,2	19,1	6,1
Lesy Sever, Bílina	Kajba	16	35,8	17,3	6,8
Dub žlutavý - <i>Quercus dalechampii</i>					
LS Nižbor, revír Karlštejn	Pláně	26	34,8	15,8	5,8
LS Litoměřice	Strážišť	19	38,0	18,0	8,9
Dub cer - <i>Quercus cerris</i>					
LS Litoměřice, revír Březina	Stříbrný vrch u Kostomlat	50	28,6	36,0	20,0
LS Litoměřice, revír Březina	Lhota u Milešova	16	27,7	35,9	19,6
LS Litoměřice, revír Pálec	Široký vrch	60	50,1	33,9	18,3

VÝSLEDKY

Výsledky fenotypového šetření tří druhů dubů v bioskupinách jsou uvedeny v tab. 3. Na celém území Českého krasu se na exponovaných a k jihu orientovaných svazích poměrně hojně ostrůvkovitě vyskytuje dub pýřitý, který na nejextrémnějších stanovištích tvoří větší skupiny zakrslých jedinců. V bioskupině dubu pýřitého na extrémní lesostepní lokalitě Velká hora byla průměrná výška pouze 8 m, výčetní tloušťka 17 cm. Věk porostu je přitom dle LHP udáván na více než 150 let. Z hlediska tvárnosti zde převažovaly stromy s netvárným až křivolalým kmenem (obr. 1). K přirozenému zmlazování téměř nedochází, na celé lokalitě bylo zjištěno jen několik málo semenáčků. Z botanického hlediska se jedná o typické společenstvo šipákových doubrav svazu *Quercion pubescenti-petraeae* s výskytem mnoha teplomilných křovin v keřovém patře. V neobyčejně bohatém bylinném patře převládají lesostepní druhy třídy *Festuco-Brometea*.

Na lokalitě Pláně se na jižně orientovaném lesnatém svahu se stepními fragmenty vyskytují tři druhy dubů. V keřovém patře je hojný dřín (*Cornus mas*), jinak má vegetace obdobný charakter jako na lokalitě Velká hora. Kromě dubu zimního byl zjištěn dub žlutavý a dub pýřitý, převládající hlavně v horní části, která má charakter zakrslé doubravy s mělkým půdním profilem. Některé exempláře dubu žlutavého nejsou zcela typické a vykazují přechodné znaky směrem k dubu zimnímu, popř. i k pýřitému. Na lokalitě Pláně bylo změřeno a hodnoceno 17 jedinců dubu pýřitého (průměrná výška 10,2 m, maximální 16 m, průměrná výčetní tloušťka 26,1 cm) a 26 jedinců dubu žlutavého (průměrná výška 15,8 m, maximální 20 m, průměrná výčetní tloušťka 34,8, maximální 62 cm). Mezi jedinci s netvárným kmenem a nepravdělnou korunou, v mnoha případech polykormony výmladkového původu, byly nalezeny i stromy s relativně rovnými kmeny. Přirozená obnova je minimální.

Biometrické hodnoty naměřené ve skupině dubu žlutavého jsou podstatně vyšší než výsledky v bioskupině dubu pýřitého. To odpovídá i údajům z literatury (KOBLÍZEK 1990), kde je pro dospělý dub žlutavý udávána výška až 30 m, kdežto pro dub pýřitý pouze 15, maximálně

20 m. Je třeba ovšem přihlídnout k tomu, že bioskupina dubu žlutavého se na lokalitě Pláně nacházela v nižší části svahu, pravděpodobně na příznivějším stanovišti s relativně hlubším půdním profilem. Mimořádně nízké hodnoty výšek a hlavně výčetních tloušťek na lokalitě Velká hora jsou dány extrémním stanovištěm s mělkým půdním profilem v sousedství skalních stepí.

V Českém středohoří má výskyt dubu pýřitého podobný charakter jako v Českém krasu. Na pravém břehu Labe západně od Litoměřic byl zjištěn poměrně hojný výskyt dubu žlutavého, zejména v rozptýlené zeleni podél zarůstajících mezí a při lesních okrajích. Vždy se však jednalo o jednotlivé stromy nebo malé skupiny. Na suchých a nejvíce exponovaných jižně orientovaných skalnatých stanovištích převažuje dub pýřitý ve směsi se zakrslým dubem zimním a dalšími teplomilnými dřevinami. Dub mnohoplodý ani další druhy dubů nebyly zjištěny. V bioskupině dubu žlutavého na lokalitě na úpatí vrchu Strážišť byla naměřena průměrná výška 18 m, výčetní tloušťka 38 cm (obr. 2, 3). V druhově chudém bylinném patře zde výrazně dominuje lipnice hajní (*Poa nemoralis*), místy také ptačinec velkokvětý (*Stellaria holostea*).

V bioskupině dubu pýřitého na lokalitě Lužice (přírodní památka Lužické šipáky) bylo změřeno a hodnoceno 50 stromů, jejich průměrná výška byla 16,2 m, výčetní tloušťka 36 cm, maximální 45 cm (obr. 4, 5). Zejména na okrajích porostu dochází k velmi intenzivnímu zmlazování dubu pýřitého. Význačný je výskyt pravděpodobně nepůvodního jeřábu oskeruše (*Sorbus domestica*). V keřovém patře je hojná kalina tušalaj (*Viburnum lantana*). Vegetace má lesostepní charakter s převahou druhů třídy *Festuco-Brometea*, dominantou je většinou válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*).

Na lokalitě Štrbický vrch (Špičák) v katastru bývalé obce Radovesice bylo provedeno měření a hodnocení 50 stromů dubu pýřitého (obr. 6). Příměs tvoří habr, v keřovém patře se prosazuje javor mlč a javor babyka. Ojedinele byl zjištěn i dub zimní, dub žlutavý a jeřáb český (*Sorbus bohemica*). V poměrně pestrém bylinném patře se objevuje celá řada xerotemních lesostepních druhů. Dominantou je většinou lipnice hajní (*Poa nemoralis*), místy také ptačinec velkokvětý (*Stellaria*



Obr. 1.
Bioskupina dubu pýřitého na lokalitě Velká hora, Český kras, NPR Karlštejn

Fig. 1.
Biogroup of pubescent oak (*Quercus pubescens*) in the Bohemian Karst, Karlštejn National Nature Reserve (Velká hora locality)



Obr. 2.
Bioskupina dubu žlutavého v porostu s dubem zinním, lokalita Strážiště, České středohoří

Fig. 2.
Biogroup of dalechamp oak (*Quercus dalechampii*) in the stand with sessile oak, the Bohemian Highlands (Strážiště locality)



Obr. 3.
Plodný dub žlutavý – detail větvičky, České středohoří, lokalita Strážiště
Fig. 3.
Fertile dalechamp oak (*Quercus dalechampii*) – branch in detail, Bohemian Highlands (Strážiště locality)



Obr. 4.
Nadprůměrný jedinec dubu pýřitého na lokalitě Lužice (přírodní památka Lužické šipáky) na LS Litoměřice
Fig. 4.
Above-average tree of pubescent oak (*Quercus pubescens*), Lužice locality (Lužické šipáky natural monument), Litoměřice forest enterprise



Obr. 5.
Plodné větvičky dubu pýřitého na lokalitě Lužice (přírodní památka Lužické šipáky) na LS Litoměřice
Fig. 5.
Fertile branches of pubescent oak (*Quercus pubescens*), Lužice locality (Lužické šipáky natural monument), Litoměřice forest enterprise

holostea), válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*), popř. kamejka modro-nachová (*Lithospermum purpureocaeruleum*). Na úpatí kopce dosahovaly stromy nejvyšších hodnot výšek i výčetních tlouštěk, zatímco směrem k vrcholu, kde převládají velmi mělké skeletovité půdy se tyto hodnoty výrazně snižovaly. Současně se zde vyskytoval vyšší počet netvárných kmenů klasifikovaných stupněm 3. Průměrná výška byla 19,1 m, maximální 24 m. Průměrná výčetní tloušťka činila 37,7 m, maximální 65 cm. Převažovaly košaté, kulovité korony se středními až silnými větvemi. U mnoha jedinců bylo zaznamenáno zhoršení zdravotního stavu, přičemž defoliace korun dosahovala až 60 %. Zmlazování dubu bylo velmi sporadické.

Na lokalitě Kajba v katastru obce Radovesice bylo změřeno a hodnoceno celkem 30 stromů dubu pýřitého. Jedná se prakticky o čistý porost šipáku, v keřovém patře je zastoupen javor babyka, hlohy a trnka. V bylinném patře se prolínají hájové a i xerothermní lesostepní druhy. Hlavní dominantou je válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*), kodominatnou je ptačinec velkokvětý (*Stellaria holostea*). Průměrná výška dubů byla zjištěna pouze 17,3 m, maximální 23 m, průměrná výčetní tloušťka dosahuje 35,8 cm, maximální 43 cm. Pokud jde o tvárnost kmene, převažoval stupeň 2 a 3 (zakřivené kmeny). Nejčas-



Obr. 6.
Porost dubu pýřitého na lokalitě Štrbický vrch (Špičák), Lesy sever Bílina

Fig. 6.
Pubescent oak (*Quercus pubescens*) stand, Štrbický vrch (Špičák) locality, Lesy sever Bílina forest enterprise

tějším způsobem větvení bylo větvení v koruně. Zdravotní stav stromů byl většinou dobrý, přirozená obnova slabá.

Dub cer není sice v Čechách původní, avšak v Českém středohoří je ojediněle lesnický pěstováním. Na lokalitě Stříbrný vrch u Kostomlat bylo provedeno měření a hodnocení 50 stromů s průměrnou výškou 29 m, maximální 36 m. Průměrná výčetní tloušťka činí 28,6 cm, což jsou pro dub ve věku 75 let velmi vysoké hodnoty podmíněné živným stanovištěm obohacené dubové bučiny. Převažují jedinci s tvárným kmenem a vysoko nasazenou štíhlou úzkou korunou. Příměs tvoří dub letní i zimní a modřín, v podúrovni je hojně zastoupen javor klen. V keřovém patře intenzivně zmlazuje také jasan a lípa. V bylinném patře převládají druhy jako lipnice hajní (*Poa nemoralis*), svízel vonný (*Galium odoratum*) a bažanka vytrvalá (*Mercurialis perennis*).

Na lokalitě Lhota u Milešova byl měřen a hodnocen zbytek starého silně proředěného porostu dubu ceru, celkem 16 stromů. V keřovém patře dochází ke zmlazování celé řady dřevin, zvláště jasanu, lípy a javoru klen. Dominantami bylinného patra je zejména expandující třtina (*Calamagrostis epigejos*), dále maliník (*Rubus idaeus*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*) a válečka lesní (*Brachypodium sylvati-*



Obr. 8.
Detail porostu dubu ceru na lokalitě Široký vrch, vpravo vysoko kvalitní jedinec

Fig. 8.
Turkey oak (*Quercus cerris*) stand in detail, Široký vrch locality, the high quality tree on the right

cum). Průměrná výška dubu ceru byla zjištěna 33,9 m, maximální 36 m, průměrná výčetní tloušťka dosahuje 50 cm. Převažují zde rovné tvárné kmeny a vysoko nasazené velké kulovité koruny. U mnoha jedinců se prosycháním korun projevuje zhoršení zdravotního stavu.

Na lokalitě Široký vrch bylo změřeno a hodnoceno 60 stromů dubu ceru. Jejich průměrná výška byla 30,5 m, nejvyšší strom měřil 38 m. Průměrná výčetní tloušťka byla 36,7 cm, maximální 44 cm. Při hodnocení tvárnosti zde výrazně převažuje stupeň 1 – 2, většinou se jedná o průběžné kmeny (obr. 7, 8). Zdravotní stav všech hodnocených stromů byl velmi dobrý. Dub cer zde roste ve směsi s modřínem, menší příměs tvoří smrk, javor klen a jasan. Jedná se o velmi kvalitní porost v úžlabině na živném stanovišti v příznivých vláhových poměrech na stanovišti květnatých bučin svazu Fagion sylvaticae. Výsledkem jsou velmi dobré růstové poměry, zejména nadprůměrný výškový přírůst oproti hodnotám pro dub v růstových tabulkách (HALAJ, ŘEHÁK 1979). Dominantami druhově bohatého bylinného patra je v horní části porostu ječmenka evropská (*Hordelymus europaeus*) a svízel vonný (*Galium odoratum*), v dolní vlhčí části převládá bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*). V celém porostu je hojná kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Porost sice v posledních letech pravidelně plodí,



Obr. 7.

Porost dubu ceru na lokalitě Široký vrch, LS Litoměřice, revír Páleč

Fig. 7.

Turkey oak (*Quercus cerris*) stand, Široký vrch locality, Litoměřice forest enterprise, Páleč forest district

avšak většinu žaludů zkonsumuje zvěř, která má v blízkosti krmelec. Přirozené zmlazení je tudíž zcela zanedbatelné, v celém porostu bylo zjištěno jen několik jedinců.

DISKUSE

V ČR nebyla v minulosti lesnickému výzkumu teplomilných druhů dubu, jejich proměnlivosti a ekologii věnována prakticky žádná pozornost, protože v rámci bývalého Československa byla tato problematika řešena především na Slovensku (POŽGAJ 1985, 2004; POŽGAJ, HORVÁTOVÁ 1986). Významné, zejména z hlediska taxonomie a determinace drobných druhů, jsou také práce MAGICE (1974, 1975), který vytvořil praktickou názornou příručku k určování druhů Slovenska (MAGIC 2002).

V evropském měřítku byla problematika genetických zdrojů dubu, jejich ochrany a reprodukce náplní pracovní skupiny „Standforming Broadleaves“ (Porostotvorné listnáče) v rámci mezinárodního programu na ochranu genových zdrojů lesních dřevin EUFORGEN, který je koordinován organizací Bioversity International v Římě. Byly rozpracovány technické směrnice pro ochranu a využívání genových zdrojů dubu pýřitého, které budou určeny především praktickým lesním hospodářům. Morfologickému rozlišování dubů se věnovali zejména v Německu (AAS, FRIEDRICH 1991). Genetická inventarizace populací dubu v evropském měřítku v měnících se podmínkách prostředí byla publikována ve Francii (HERZOG et al. 1996).

V lesnické praxi nebyly v ČR ani v lesních hospodářských plánech důsledně rozlišovány dva hlavní domácí druhy dubů – dub letní a zimní. Byl sice rozlišován dub pýřitý a dub cer, avšak další drobné teplomilné druhy z okruhu dubu zimního byly z důvodů vzácného výskytu a obtížné determinace zcela opomíjeny. Přitom dub žlutavý byl popsán již v roce 1830 a v zemích s jejich hojnějším výskytem (např. Rumunsko, Bulharsko, Srbsko) byly tyto druhy již od 60. let 20. století

běžně rozlišovány (SAVULESCU 1952; GANČEV, BONDEV 1966; JOSIPOVIČ 1970).

K výraznému posunu dochází až od konce 90. let. V rámci projektu Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.) bylo provedeno měření a fenotypové hodnocení vybraných populací teplomilných druhů dubu na jižní Moravě (BURIÁNEK et al. 2004). V letech 2006 – 2007 byly u nás založeny čtyři pokusné provenienční plochy s dubem, na nichž byly kromě dvou hlavních druhů vysazeny také další, tzv. drobné vzácnější domácí druhy, o jejichž rozšíření, variabilitě a šlechtitelských a genetických aspektech jsou dosud jen zcela nedostatečné informace. V posledních letech byly získány a publikovány některé poznatky týkající se problematiky určování druhů a nutnosti jejich diferenciaci při obnově lesních porostů (ŠINDELÁŘ, HYNEK 2000; BENEDÍKOVÁ, BERANOVÁ 2003). Před několika lety bylo též provedeno přezkoušení druhové čistoty uznaných porostů dubu fenotypové třídy A (BENEDÍKOVÁ et al. 2006). V posledních letech se inventarizací a taxonomií teplomilných druhů dubů začal zabývat JOZA (2003).

Fenotypovou proměnlivost dubů studoval Matula, který publikoval porovnání charakteristik kmene dubu žlutavého a mnohoplodého (MATULA 2004). Později podrobně zhodnotil populace taxonů rodu *Quercus* v přírodních rezervacích Školního lesního podniku Křtiny a zpracoval i novou metodiku na rozlišování těchto dvou druhů dubů na základě znaků na listech (MATULA 2007). Dosažené výsledky v tomto příspěvku lze do určité míry porovnat s touto prací, kde byla použita obdobná metodika na fenotypové hodnocení. Plně porovnatelné jsou ovšem pouze kvalitativní znaky; znaky kvantitativní lze porovnat jen u porostů stejného věku. Další možnosti srovnání poskytuje šetření prováděné v moravských populacích teplomilných dubů (BURIÁNEK et al. 2009). Z údajů v obou těchto publikacích vyplývá, že v řadě případů bylo při měření výčetních tlouštěk i výšek dubu pýřitého a žlutavého přibližně stejného stáří dosaženo vyšších hodnot na jižní Moravě nežli

v českých populacích. Velké rozdíly v kvantitativních znacích byly zjištěny mezi porosty v Čechách a na Moravě i u dubu letního a zimního již ve výše citované studii (BURIÁNEK et al. 2009). Příčinou jsou zřejmě stanovištní podmínky (půdní, klimatické). Pravděpodobně bude mít svůj vliv i skutečnost, že v Českém krasu i v Českém středohoří byly lesní porosty na kvalitnějších půdách již v dávné minulosti přeměněny na ornou půdu, popř. pastviny, zatímco na Moravě (NP Podyjí, CHKO Moravský kras) nebyl místy tento proces tak intenzivní.

Během realizovaného terénního šetření byl zaznamenán výskyt populace dubu žlutavého v Českém krasu i v Českém středohoří. V Květeně ČR (KOBÍLÍZEK 1990) je dosud známé rozšíření tohoto druhu uváděno pouze na jižní Moravě. Výskyt v Českém krasu a v Českém středohoří je považován pouze za velmi pravděpodobný bez uvedení lokalit. Teprve novější publikace (ÚRADNÍČEK et al. 2009) již jeho výskyt v těchto oblastech uvádí.

Z lesnického hlediska je také významný výskyt kvalitních populací dubu ceru na LS Litoměřice. Zajímavé je, že se jedná o lokality ve 3. lesním vegetačním stupni v relativně vyšších nadmořských výškách (410 – 590 m), přičemž lokalita Stříbrný vrch u Kostomlat je situována dokonce na severovýchodním svahu v nadmořské výšce 560 m. Nejlepší porost byl zjištěn na lokalitě Široký vrch na minerálně bohaté půdě. Přitom Květena ČR (KOBÍLÍZEK 1990) uvádí, že dub cer je teplomilnější než dub zimní a má malé požadavky na srážky a minerální bohatost půd. Na druhé straně nejvyšší zjištěný výskyt ceru v ČR je v Novohradských horách v nadmořské výšce 950 m (KOBÍLÍZEK 1990).

ZÁVĚR

Příspěvek přináší informace o výskytu a fenotypové proměnlivosti teplomilných druhů dubu v Českém krasu a v Českém středohoří na základě šetření v deseti bioskupinách. Významné jsou údaje o populacích těchto dosud přehlížených a v lesnické praxi málo známých druhů, jejichž význam v blízké budoucnosti pravděpodobně poroste v souvislosti s klimatickými změnami a globálním oteplováním.

Kvantitativní parametry i tvárnost kmene dubu byly úzce závislé na charakteru stanoviště, zejména na hloubce půdního profilu a na zásobení humusem, živinami a vláhou. Při srovnání výsledků biometrických měření s moravskými lokalitami lze konstatovat, že růstové podmínky pro dub jsou v Českém krasu i v Českém středohoří většinou méně příznivé než na jižní Moravě. Výsledky hodnocení kvalitativních znaků jednotlivých stromů byly velmi různorodé a nevyplývají z nich žádné podstatné souvislosti. Z hlediska kvantitativních a do určité míry i kvalitativních ukazatelů vykazoval daleko nejlepší výsledky dub cer, nejhorší dub pýřitý, jehož populace však rostly na nejméně příznivých a většinou až extrémních xerothermních stanovištích. Bohužel pro objektivnější srovnání nebyly nalezeny populace dubu pýřitého na příznivějším stanovišti a dubu ceru na xerothermním stanovišti. Pokud jde o kvalitativní znaky, nejlepší tvárnost kmene vykazoval dub cer na lokalitě Široký vrch v Českém středohoří. Ukázalo se, že v příznivých stanovištních poměrech může dub cer i v nadmořských výškách nad 550 m vykazovat nadprůměrný růst a dobrou kvalitu, což dokazují i výsledky měření a hodnocení porostu ceru na lokalitě Stříbrný vrch u Kostomlat (560 m n. m.). Mrazové klyby zjištěny nebyly. Získané výsledky naznačují, že teplomilné druhy dubů je možné u nás na vhodných stanovištích považovat za perspektivní dřeviny jak z hlediska ekologického z pohledu možných klimatických změn, tak do určité míry i z hlediska produkčního, zejména pokud jde o dub cer, jehož růstové parametry se plně vyrovnají dubu zimnímu či letnímu, popř. i buku.

Poděkování:

Příspěvek vznikl jako součást řešení výzkumných projektů NAZV QH82305 „Využití genových zdrojů domácích druhů pro reprodukci adaptabilních lesních ekosystémů“ a výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí.“

LITERATURA

- AAS G., FRIEDRICH K. 1991. Untersuchungen zur morphologischen Unterscheidung von Stiel- und Traubeneichen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 110: 349-357.
- BENEDÍKOVÁ M., BERANOVÁ L. 2003. Sběr osiva a problematika určování druhů dubu. Lesnická práce, 82: 296-297.
- BENEDÍKOVÁ M., BURIÁNEK V., KYSELÁKOVÁ J. 2006. Výsledky druhové čistoty uznaných porostů dubu fenotypové třídy A. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 20-25.
- BURIÁNEK V. 2004. Dub – *Quercus* L. In: Uhlířová J., Kapitola P. (eds.): Poškození lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 137-138.
- BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M., BERANOVÁ L., MALÁ J. 2004. Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (*Quercus* spp.) a lípy (*Tilia* spp.). Závěrečná zpráva. VÚLHM, Jíloviště-Strnady: 148 s.
- BURIÁNEK V., NOVOTNÝ P., BENEDÍKOVÁ M. 2009. Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů dubu (*Quercus* spp.). Zprávy lesnického výzkumu, 54: 174-188.
- GANČEV I., BONDEV I. 1966. *Quercus* L. In: Jordanov D.: Flora na narodna republika Bulgaria III. Sofia, Izdatelstvo na Bulgarskata akademija na naukite: 355 s.
- HALAJ J., ŘEHÁK J. 1979. Rostové tabulky hlavních dřevin ČSSR. Bratislava, Příroda: 352 s.
- HERZOG S., DREYER E., AUSSENAC G. 1996. Genetic inventory of European oak populations: consequences for breeding and gene conservation. Ecology and physiology of oaks in a changing environment. Annales des Sciences Forestieres, 53: 783-793.
- JOSIPOVIČ M. 1970. Flora SR Srbije. Beograd: 77-98.
- JOZA V. 2009. *Quercus petraea* s. l. – poznámky k systematice a určování domácích zástupců. Severočeskou Přírodou, Chomutov, 40: 127-128.
- KOBÍLÍZEK J. 1990: Fagaceae. In: Hejný, S., Slavík, B. (eds.): Květena České republiky 2. Praha, Academia: 17-35.
- KORN H. et al. 2003. Climate change mitigation and adaptation options: Links to, and impacts on, biodiversity. In: Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity consideration into implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol, Montreal, SCBD: 48-87. (CBD Technical Series no. 10)
- KUBÁT K. et al. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Praha, Academia: 927 s.
- MAGIC D. 1974. Poznáváme další druhy dubov v našich lesov. Les, 30: 244-252.
- MAGIC D. 1975. Taxonomické poznámky z doterajšieho výskumu dubov v Západných Karpatoch. Biológia, 30: 65-74.

- MAGIC D. 2002. Duby Slovenska. Ministerstvo pôdohospodárstva SR (leták).
- MATULA R. 2004. Comparison of stem characteristics of oak species *Quercus dalechampii* Ten. and *Quercus polycarpa* Schur. In: Buchta I. et al.: Contemporary state and development trends of forest in cultural landscape. Brno, MUAf: 89-91.
- MATULA R. 2007: Hodnocení populací druhů rodu *Quercus* L. v rezervacích na ŠLP Křtiny. Disertační práce. Brno, MZLU: 194 s.
- NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M. 2008. Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů lípy (*Tilia* spp.). Zprávy lesnického výzkumu, 53: 273-284.
- POŽGAJ J. 1985. Poznávanie autochtónnych dubov Slovenska. Lesnícky časopis, 31: 3-7.
- POŽGAJ J., HORVÁTOVÁ, J. 1986. Variabilita a ekológia druhov dubu *Quercus* L. na Slovensku. Acta Dendrobiologica: 151 s.
- POŽGAJ J. 2004. Výskum pôvodných druhov rodu *Quercus* L. na Slovensku v posledných desaťročiach. In: Karas J., Kobliha J. (eds.): Perspektivy lesníckej dendrológie a šlechtění lesních dřevin. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 12.-13. 5. 2004. Praha, ČZU: 57-75.
- SAVULESCU T. 1952. Flora republici populare Romane. Bucurest, Academia republici populare Romane: 224-260.
- ŠINDELÁŘ J., HYNEK V. 2000. Dub letní a zimní, diferenciace při obnově lesních porostů a zalesňování. TEI – bulletin technicko-ekonomických informací 1/2000. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 7 s.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P. TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. 2009. Dřeviny České republiky. Lesnícká práce, Kostelec nad Černými lesy: 368 s.

THERMOPHILIC OAK SPECIES IN THE REGIONS OF ČESKÝ KRAS (THE BOHEMIAN KARST) AND ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ (THE BOHEMIAN HIGHLANDS)**SUMMARY**

The paper focuses on the occurrence and phenotypic variability of thermophilic oak species (*Quercus* spp.) in Český kras (the Bohemian Karst) and České středohoří (the Bohemian Highlands). Phenotypic assessment was carried out in ten representative bio-groups with pubescent, dalechamp and Turkey oak species and the variability of selected populations was evaluated. Characteristics of investigated stands are shown in Tab. 1 and 2. Results of oak phenotypic evaluation in the bio-groups are shown in Tab. 3. Significant data were presented about these populations of oak species which are overlooked and little-known in forestry practice, and whose importance is likely to rise in the near future in relation to climate change and global warming. Therefore reliable information on populations of these species was lacking.

Quantitative parameters and stem quality of oaks were closely dependent on the site condition, particularly on the depth of soil and the supply of humus, nutrients and moisture. From the results of the study we can observe that growing conditions for oaks in the Bohemian Karst and the Bohemian Highlands are less favorable in comparison to southern Moravia. The qualitative traits of individual trees were very diverse. In terms of quantitative and partly qualitative features Turkey oak had the best results, while pubescent oak the worst. Investigated population of pubescent oak grew, however, on the less favorable mostly xerotherm sites. Unfortunately there were found no pubescent oak as well as no Turkey oak populations in the same site condition. It was confirmed that Turkey oak can have above-average growth and good quality in favourable site conditions even at altitudes above 550 m a.s.l. It can be concluded that the thermophilic oaks can be considered as promising woody species as a mitigation measure against potential climate change and partly also in terms of wood production. This applies mainly to Turkey oak which showed equal growth parameters to English oak and sessile oak. Some pictures of investigated thermophilic oak species stands, biogroups and high-quality trees are also presented (Fig. 1–8).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

RNDr. Václav Buriánek, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 229; e-mail: burianek@vulhm.cz

MORFOLOGICKÁ VARIABILITA RODU BŘÍZA (*BETULA* L.) V KRKONOŠÍCH SE ZAMĚŘENÍM NA TETRAPLOIDNÍ ZÁSTUPCE

MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF BIRCH GENUS (*BETULA* L.) IN THE KRKONOŠE MTS WITH FOCUS ON THE TETRAPLOID TAXA

JANA EŠNEROVÁ¹⁾ - PETR KARLÍK¹⁾ - DANIEL ZAHRADNÍK¹⁾ - TEREZA KOŇASOVÁ¹⁾ - JAN STEJSKAL¹⁾ - MARTIN BALÁŠ¹⁾ - JAN VÍTÁMVÁS¹⁾ - NAĎA RAŠÁKOVÁ²⁾ - JOSEF STACHO¹⁾ - JIŘÍ KUTHAN¹⁾ - MIROSLAVA LUKÁŠOVÁ²⁾ - IVAN KUNEŠ¹⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

²⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha

ABSTRACT

Investigation of variability within *Betula* genus in the Giant Mountains (Krkonoše) was made on the basis of selected morphological traits/features measured on leaves. The aim of this work was to assess a discrimination power of these traits. Another objective was to determine which of these traits are the most influenced by environmental conditions. Altogether, 73 individuals on 4 locations were evaluated. For each tree the genome size and ploidy levels were determined by a method of flow cytometry. Our sample contained tetraploids and diploids. Evaluation used both traditional/classical and geometric morphometrics. Traditional morphometrics used 22 primary traits and 8 proportional traits. Differentiation between diploids and tetraploids was noticeable; 14 traits showed statistical significance. When comparing tetraploid birches from 4 sites of interest, 12 measured traits yielded statistically significant difference. The most differentiated population in terms of both traditional and geometric morphometrics was found in the Obří důl valley. However, this difference cannot be interpreted in taxonomy without application of molecular genetics and further studies within a wider region. Humidity of selected stands did not influence the morphology of sampled individuals; only one single trait was close to $\alpha = 0.05$.

Klíčová slova: rod bříza (*Betula* L.), Krkonoše, morfologická variabilita, klasická morfometrika, geometrická morfometrika

Key words: *Betula* spp., Giant Mountains, morphological variability, traditional morphometrics, geometric morphometrics

ÚVOD

Rod bříza (*Betula* L.) má právě v dnešní době široký potenciál pro využití v lesnické praxi. Jde zejména o její použití při obnově lesních porostů na extrémních stanovištích, kde se v minulosti projeví negativní vlivy působení průmyslových imisí. Výsledky dvacetiletého výzkumu břízy bělokoré (*Betula pendula* L.) v Krušných horách, které sledují její vliv na kumulaci povrchového humusu a na dynamiku půdních prvků (fosfor a dusík), naznačují, že i na plochách, kde byla využita tzv. buldozerová příprava, je výsev břízy efektivní (ULBRICHOVÁ et al. 2010). Významné je také využití břízy karpatské (*Betula carpatica* W. et K.) při zalesňování ve vrcholových partiích Jizerských hor (KUNEŠ et al. 2007; BALÁŠ et al. 2010).

Bříza karpatská přirozeně osídluje extrémní biotopy, a to i zcela ekologicky navzájem odlišné, jako jsou za prvé kamenitá až suťovitá stanoviště kolem a nad horní hranici lesa a za druhé zamokřené půdy s mocnou vrstvou surového humusu až rašeliny (KŘÍŽ 1990). Ekologická amplituda břízy karpatské se tedy zdá být velmi široká. Existuje otázka, zda při lesnickém využití bříz není třeba respektovat odlišné

biotopy, na nichž se populace břízy vyskytují (KUNEŠ et al. 2010). Tedy zda kupříkladu není problematické využívat osivo bříz z rašelinných stanovišť k zalesnění suťovitých lokalit a naopak, byť takový přenos reprodukčního materiálu v současnosti v řadě případů může být legislativně průchodný a v některých případech se populace bříz na obou typech stanovišť dokonce přirozeně vyskytují ve stejné přírodní lesní oblasti a ve stejném lesním vegetačním stupni.

Pro potřebu podrobnějšího studia proměnlivosti bříz v závislosti na biotopu hovoří také skutečnost, že bříza karpatská patří do skupiny tetraploidních bříz, která zahrnuje více drobných, obtížně rozlišitelných taxonů (KARLÍK 2010). Proto není v konkrétních případech jasné, zda rozdíly mezi populacemi jsou důsledkem přirozené variability, nebo se jedná o ekotypy jednoho druhu či o samostatné odlišné druhy. Pokud výzkum, který v současnosti probíhá (KUNEŠ et al. 2010), prokáže zřetelnou existenci různých ekotypů nebo dokonce existenci různých taxonů vyšší – až druhové – úrovně, bude to znamenat potřebu jejich bezpečné identifikace proveditelné přitom co nejjednodušším způsobem, který bude dostupný lesnické nebo ochranné praxi.

Ověření, zda je možné spolehlivě rozlišit jednotlivé taxony rodu bříza, které mohou být využity k zalesňování v praktickém provozu, tj. bříza bělokorá, bříza pýřitá a bříza karpatská, je hlavní náplní předkládaného článku zaměřeného na oblast Krkonoš. Z důvodu praktického využití je rozlišování zaměřeno jen na využití morfologických, tj. nikoliv molekulárních, metod. Pro hodnocení byly využity znaky na listech, aby bylo možné hodnotit jedince kdykoliv a ne v závislosti na tom, zda jsou již plně vyvinuté a dozrálé plody.

Cílem výzkumu a tohoto článku je nalezení odpovědi na následující otázky: (1) Je možné v oblasti Krkonoš rozlišit spolehlivě na základě morfologických znaků na listech jednotlivé taxony zástupců rodu bříza? Pokud ano, jaké znaky to jsou? (2) Má zamokření vliv na projev některého z morfologických znaků? (3) Mohou být některé znaky ovlivněny komplexními stanovištními podmínkami, jež na jedince působí?

Pro zodpovězení stanovených otázek byla využita jak klasická morfometrika, tak morfometrika geometrická. Oba metodické přístupy byly porovnány a poté byl zhodnocen jejich přínos pro další výzkum.

MATERIÁL A METODIKA

Sběr dat

Sběr materiálu proběhl ve vegetační sezóně 2010 v oblasti Krkonoš. Sledovány byly celkem čtyři lokality (Labský důl, Obří důl, Velká Kotelní jáma a Malá Kotelní jáma), na nichž lze dle literatury (ÚRADNÍČEK et al. 2009; Florabase-FLDOK 2011) nebo ústního sdělení místních odborníků najít břízu bělokorou, břízu karpatskou a břízu pýřitou. Stručná charakteristika lokalit je uvedena v tab. 1.

Tab. 1.

Seznam sledovaných lokalit s vymezením počtu hodnocených jedinců a rozsahu nadmořské výšky, ve které byli jedinci odebráni
Localities, their altitude and number of evaluated trees

Název lokality /Locality	Nadmořská výška (m n. m.)/ Altitude [m]	Počet hodnocených jedinců/Number of individuals
Labský důl	910 – 1320	36
Velká Kotelní jáma	1 058 – 1 185	22
Malá Kotelní jáma	1 081 – 1 190	6
Obří důl	1 036 – 1 130	9

Sledováno bylo celkem 75 jedinců. Počet sledovaných jedinců na každé lokalitě byl určen zejména její rozlohou a dále velikostí a proměnlivostí populace břízy. Při výběru stromů bylo postupováno tak, aby byla rovnoměrně pokryta celá lokalita. U každého jedince byly zaznamenány také stanovištní charakteristiky a souřadnice GPS, aby bylo možné zpětně jedince dohledat. Z každého jedince byly odebrány dvě větvičky s plně vyvinutými asimilačními orgány. Každá větvička pocházela z jiné části koruny proto, aby byl eliminován vliv různé míry zastínění na velikost a tvar listů.

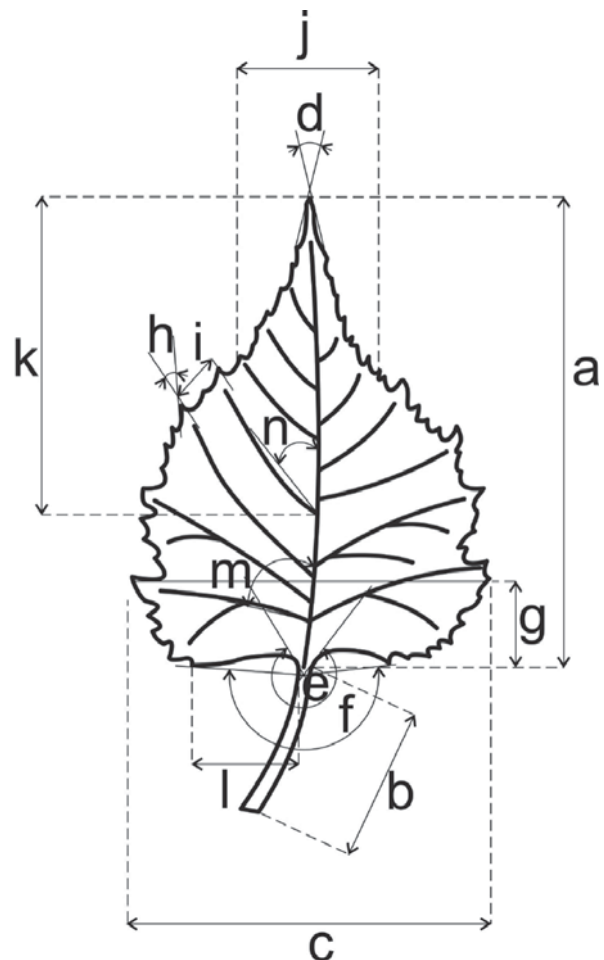
Po návratu z terénu byly odebrané větvičky herbarizovány. Z čerstvého materiálu byla dále v laboratoři metodou průtokové cytometrie stanovena velikost genomu, resp. stupeň ploidie každého jedince (viz KARLÍK et al. 2010). U dvou stromů nebylo možné z odebraného materiálu

stupeň ploidie stanovit, proto byli tito jedinci vyloučeni z dalších analýz. Pro konečné statistické vyhodnocení bylo tedy použito 73 vzorků.

Klasická morfometrika

Pro šetření pomocí klasických morfometrických metod byly z každé větvičky v laboratorních podmínkách měřeny dva listy. Morfometrické šetření bylo tedy provedeno na čtyřech listech u každého jedince. Výsledná hodnota sledovaného znaku pro každého jedince byla stanovena jako aritmetický průměr čtyř měření (listů). U každého jedince bylo sledováno celkem 22 primárních znaků a osm znaků poměrových (obr. 1, tab. 2). Znaky byly vybrány s ohledem na publikované výstupy jiných autorů, kteří se problematikou rodu bříza zabývali (GARDINER, JEFFERS 1962; GARDINER 1972; GILL, DAVY 1983; ATKINSON, CODLING 1986). Veličiny jako délka, šířka, vzdálenost byly měřeny pomocí pravítka s přesností na 0,5 mm. Úhly byly měřeny pomocí úhlooměru s přesností na 1°. Odění listové čepele bylo sledováno s využitím binokulu Olympus SZH10.

Pro zodpovězení stanovených otázek byly naměřené hodnoty dále zpracovávány pomocí programu STATISTICA 9.1. Do analýz vstupovaly údaje o příslušnosti jedince k lokalitě, o vlhkostních poměrech, ve



Obr. 1.

Grafické znázornění vybraných morfologických znaků; zobrazeny jsou délkové a úhlové proměnné (a–n), jejichž charakteristika je uvedena v tab. 2

Fig. 1.

Scheme of morphological traits: length and angle variables (a–n), whose characteristic is presented in Tab. 2

Tab. 2.

Popis sledovaných morfologických znaků na listech
Description of leaf morphological traits

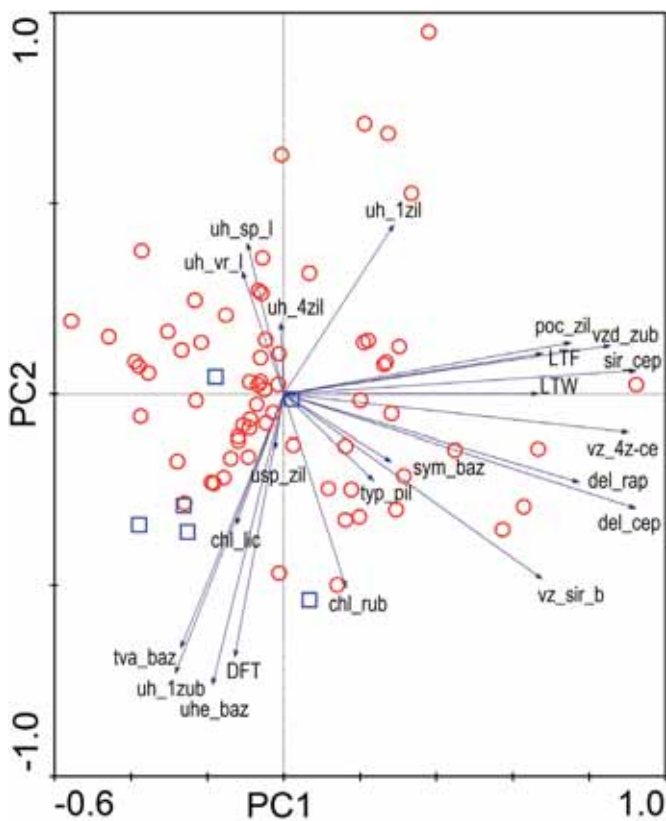
Znak/Trait	Popis znaku/Trait description	Kód znaku v obr. č. 1/Trait code in Fig. 1	Kód znaku v ordinačních diagramech/Trait code in ordination diagrams
délka listové čepelě/blade length	délka čepelě od báze ke špičce/length of blade from the base to the tip	a	del_cep
délka řapíku/petiole length		b	del_rap
šířka listové čepelě/blade width	šířka čepelě v nejširším místě (měřeno kolmo na hlavní žilku)/blade width in the widest part (measured perpendicular to midribs)	c	sir_cep
úhel špičky listové čepelě/apical angle	vnitřní úhel špičky/inner apical angle	d	uh_sp_l
úhel nasazení listové čepelě/angle of blade fitting	vnější úhel, kterým nasedá báze listové čepelě k řapíku/outer angle of fitting blade to petiole	e	uhe_baz
úhel báze listu/basal angle	vnější úhel, který je určen spojnicemi mezi bodem, v němž nasedá listová čepel k řapíku, a 1. zoubkem listové čepelě (na obou stranách listové čepelě)/outer angle of a connection line between the point of the beginning of the blade and the first tooth of the edge (both sides of blade)	f	uh_1zub
vzdálenost nejširšího místa čepelě od báze/position of the blade widest part		g	vz_sir_b
* úhel vroubení listu/leaf serration angle	úhel vroubení listu u 3. žilky od báze čepelě/angle of tooth of the third vein from a base blade	h	uh_vr_l
* vzdálenost mezi žilkami/distance between nerves	vzdálenost mezi zuby u třetí a čtvrté žilky (od báze čepelě)/distance between the teeth of third and the fourth vein (from the blade base)	i	vzd_zub
šířka listové čepelě v horní 1/4/blade width in the upper 1/4		j	LTW
* vzdálenost čtvrté žilky od špičky čepelě/distance from the fourth vein to the tip		k	vz_4z-ce
* vzdálenost prvního zoubku od báze čepelě/distance measured from the leaf base to the first tooth of the edge	vzdálenost určená počátkem řapíku a vrcholkem 1. zoubku čepelě/distance between the beginning of a petiole and the first tooth of blade apex	l	DFT
* úhel první žilky/angle between the first vein and midrib	úhel, který svírá spojnice mezi počátkem a koncem 1. žilky (od báze) s hlavní středovou žilkou/angle formed by connection line between the beginning and the end of first vein (from blade base) and midrib	m	uh_1zil
* úhel čtvrté žilky/angle between the fourth vein and midrib	úhel, který svírá spojnice mezi počátkem a koncem 4. žilky (od báze) s hlavní středovou žilkou/angle formed by connection line between the beginning and the end of fourth vein (from the blade base) and midrib	n	uh_4zil
* počet zubů mezi 3. a 4. žilkou/number of teeth between the third and the fourth vein			LTF
* počet postranních žilek/number of major veins			poc_zil

odění lícové strany/hairiness of a front blade side	hodnoceno na stupnici: 1 – list chlupatý po celé ploše, 2 – list řídkce chlupatý po celé ploše, 3 – list chlupatý pouze na žilnatině, 4 – list řídkce chlupatý na žilnatině, 5 – list lysý/scale: 1 – hairy blade on whole surface, 2 – blade with scattered hairs on whole surface, 3 – hairy blade on veins, 4 – blade with scattered hairs on veins, 5 – glabrous blade	chl_lic
odění rubové strany/hairiness of a reverse side of blade	hodnoceno na stupnici: 1 – list chlupatý po celé ploše, 2 – list řídkce chlupatý po celé ploše, 3 – list chlupatý pouze na žilnatině, 4 – list řídkce chlupatý na žilnatině, 5 – list chlupatý v paždí žilek, 6 – list řídkce chlupatý v paždí žilek, 7 – list lysý/scale: 1 – hairy blade on whole surface, 2 – blade with scattered hairs on whole surface, 3 – hairy blade on veins, 4 – blade with scattered hairs on veins, 5 – blade hairy on axil, 6 – blade with scattered hairs on axil, 7 – glabrous blade	chl_rub
uspořádání žilek/order of veins	hodnoceno: 0 – párované, 1 – nepárované/scale: 0 – paired, 1 – non paired	usp_zil
symetrie báze/base symmetry	hodnoceno: 0 – symetrická, 1 – asymetrická/scale: 0 – symmetry, 1 – asymmetry	sym_baz
tvar báze/shape of base	hodnoceno: 1 – srdčitá (hloubka > 2 mm), 2 – téměř srdčitá (hloubka 0–2 mm), 3 – kulatá až tupá, 4 – utlatá, 5 – klínovitá až ostrá/scale: 1 – heart shaped (deep > 2mm), 2 – almost heart shaped (deep 0–2mm), 3 – round shaped, 4 – cut off, 5 – wedge shaped	tva_baz
typ pilování/type of serration	hodnoceno: 1 – jednotlivé, 2 – jednotlivé až mírně dvojitě, 3 – dvojitě, 4 – extrémně dvojitě/scale: 1 – individual, 2 – individual up to lightly doubled, 3 – doubled, 4 – extremely doubled	typ_pil
poměr mezi délkou čepele a řapíku/blade length/petiole length ratio	stanoveno jako a/b/ratio a/b	
poměr mezi délkou čepele a šířkou čepele/blade length/width ratio	stanoveno jako a/c/ratio a/c	
poměr délky čepele a vzdálenosti k prvnímu zoubku/ratio of blade length to distance measured from the leaf base to the first tooth of the edge	stanoveno jako a//ratio a//	
vzdálenost z úžlabí 4. žilky ke špičce čepele ku délce čepele/ratio of distance between the fourth vein to the tip and blade length	stanoveno jako k/a/ratio k/a	
vzdálenost nejširší části čepele ku délce čepele/ratio of position of the widest part of blade to blade length	stanoveno jako g/a/ratio g/a	
poměr úhlu 4. žilky ku úhlu 1. žilky/ratio of angle between the fourth vein and midrib to the angle between the first vein and midrib	stanoveno jako n/m/ratio n/m	
poměr úhlu nasazení báze čepele ku úhlu báze/ratio of angle of blade fitting to the basal angle	stanoveno jako e/f/ratio e/f	
Atkinson – hodnota diskriminační funkce podle ATKINSON, CODLING (1986)/Atkinson – result of discriminant function ATKINSON, CODLING (1986)	stanoveno jako (12 * počet zubů mezi 3. a 4. žilkou) + (2 * vzdálenost 1. zubu čepele od báze) – (2 * šířka listové čepele v horní ¼) – 23/result of function (12 * number of teeth between the third and the fourth vein) + (2 * distance measured from the leaf base to the first tooth of the edge) – (2 * width of blade in the upper ¼) – 23	

* měřeno na levé rubové straně listové čepele/measured on the left reverse side of blade

kterých strom rostl (dvoustavová proměnná sucho x mokro), a o stupni ploidie konkrétního jedince. Normalita dat byla zjišťována pomocí Kolmogorov-Smirnovova testu. Za účelem zlepšení distribuce hodnot proměnných s jiným než normálním rozdělením byla provedena transformace dat (odmocnění, zlogaritmování), normality však nebylo dosaženo. Při testování rozdílů hodnot mezi dvěma výběry (2n a 4n; sucho a mokro) byl v případě normálního rozdělení dat použit T-test, v opačném případě Mann-Whitneyův U-test. Pro veličiny nabývající pouze dvou alternativních hodnot (např. báze symetrická x nesymetrická) byl použit test homogenity dvou binomických rozdělení. Prováděny byly také analýzy porovnávající více výběrů. Rozdíly mezi čtyřmi zkoumanými lokalitami v jednotlivých měřených znacích byly zjišťovány pomocí parametrické analýzy variance a neparametrického Kruskal-Wallisova testu a testu homogenity několika binomických rozdělení. Konkrétní rozdíly mezi jednotlivými lokalitami byly zjišťovány pomocí post-hoc testů (blíže viz kap. výsledky).

Mnohorozměrné ordinační analýzy byly provedeny v programu CANOCO for Windows 4.5 (BRAAK, ŠMILAUER 2002). Byla použita nepřímá lineární metoda, tj. analýza hlavních komponent PCA. Škálování bylo zaměřeno na mezidruhové korelace; bylo provedeno centrování a standardizace proměnných.



Obr. 2.

PCA biplot všech měřených stromů; diploidní stromy jsou znázorněny čtvercem, tetraploidní jedinci kruhem; jednotlivé měřené morfologické znaky jsou označeny zkratkami, které jsou vysvětleny v tab. 2; první osa vysvětluje 28,5 % variability, druhá osa vysvětluje 15,6 % variability

Fig. 2.

PCA biplot of all measured trees; diploids are depicted by squares, tetraploids by circles; codes of a trait in ordination diagram are described in Tab. 2; the first axis explains 28.5 % of variability and the second axis explains 15.6 % of variability

Naměřených hodnot sledovaných znaků bylo dále využito ke stanovení diskriminační funkce rozlišující diploidní a tetraploidní jedince. Diskriminační funkce (1) byla určena pomocí krokové diskriminační analýzy s využitím programu R (R Development Core Team 2011). Nejdříve byla diskriminační funkce spočítána pro všechny spojitě kvantitativní proměnné, které byly na listech měřeny, a následně byla z modelu odstraněna proměnná nejméně přispívající ke schopnosti diskriminační funkce rozlišit mezi diploidními a tetraploidními jedinci. Tento krok byl opakován tak dlouho, dokud se nedospělo k diskriminační funkci pro praktické účely dostatečně jednoduché, přesto však ploidii dobře rozlišující.

Geometrická morfometrika

Hodnocení pomocí geometrické morfometrie, díky níž je možné uchopit zkoumaný objekt (list) jako celek, bylo provedeno také na čtyřech listech z každého jedince. Stejně jako v případě klasické morfometrie byly dva listy odebrány z jedné větvičky a druhé dva listy z větvičky jiné a výsledná hodnota pro jedince byla stanovena jako aritmetický průměr čtyř listů. Jednalo se vždy o jiné čtyři listy než ty, které byly použity pro hodnocení pomocí klasické morfometrie. Listy byly naskenovány pomocí skeneru HP Scanjet 4370. Vyhodnocení obrysů takto převedených listů do digitální podoby, kterých se využívá pro popis méně komplikovaných objektů, probíhalo pomocí programového balíku SHAPE ver. 1.3 (IWATA, UKAI 2002). Pro převod byly využity eliptické Fourierovy deskriptory (KUHL, GIARDINA 1982). Hodnoty koeficientů normalizovaných eliptických Fourierových deskriptorů byly vyhodnoceny pomocí analýzy hlavních komponent (na základě kovarianční matice) v programu PAST (HAMMER et al. 2001).

VÝSLEDKY

Rozlišení diploidních a tetraploidních jedinců

Na základě získaných dat byla pro všechny jedince provedena analýza PCA, která zahrnovala všechny sledované znaky. V grafickém výstupu jsou různými symboly odlišeni diploidní a tetraploidní jedinci. Stupeň ploidie daných jedinců byl stanoven pomocí metody průtokové cytometrie (KARLÍK et al. 2010). Celkem bylo touto metodou zjištěno šest diploidních jedinců (čtyři z Labského dolu a dva z Obřího dolu), zbylých 67 byli jedinci tetraploidní. Z ordinačního diagramu (obr. 2) je patrné, že diploidní jedinci náležející druhu *Betula pendula* jsou zastoupeni v levé dolní části diagramu.

Jednotlivé měřené znaky byly vyhodnocovány také pomocí jednorozměrné statistiky. Jako klasifikační proměnná (grouping variable) byla zvolena úroveň ploidie. Signifikantní rozdíl mezi tetraploidními a diploidními jedinci byl zjištěn u převážné většiny měřených znaků (tab. 3).

Při determinaci obtížně rozlišitelných taxonů lze využít diskriminačních funkcí, které v sobě zahrnují kombinaci více znaků. Takováto diskriminační funkce byla vytvořena pro odlišení diploidních a tetraploidních bříz britských ostrovů (ATKINSON, CODLING 1986). Její aplikace na náš datový soubor z Krkonoš podala vysoce signifikantní výsledky (obr. 3). Spolehlivost rozlišení diploidních a tetraploidních jedinců pomocí této funkce byla 98,7 %. Kroková diskriminační analýza souboru dat však ukázala, že ve sledované oblasti se jako vhodnější jeví využití kombinace znaků vzdálenost mezi žilkami (i), šířka listové čepele v horní ¼ (j) a vzdálenost prvního zoubku od báze čepele (l) v tomto tvaru:

$$y = (31 * i) - (10 * j) + (12 * l) - 166,$$

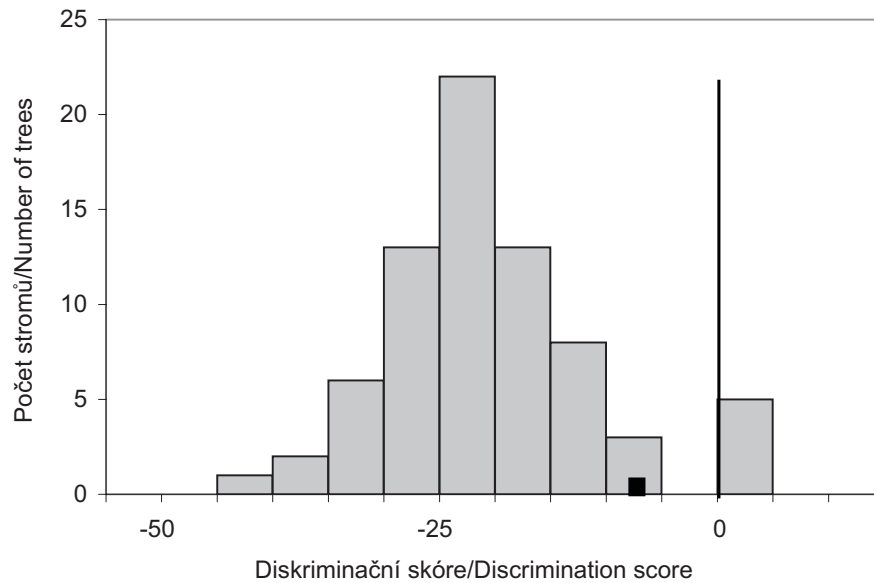
kdy kladné hodnoty y znamenají příslušnost k diploidní bříze bělokoré, záporné hodnoty pak příslušnost k tetraploidním zástupcům.

Tab. 3.

Průměrné hodnoty měřených znaků a výsledky testů pro diploidní a tetraploidní jedince
 Mean value of observed morphological traits and results for diploid and tetraploid individuals
 *** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05; ns. = result not significant

Kód/ Code	DF = 73; N – 4n = 67; N – 2n = 6	Průměr/ Mean 4n	Průměr/ Mean 2n	t-value	U- value	Q- value	Hladina významnosti p/Significance
1	délka čepele [mm]	37,05	33,83	1,20			0,2355 ns.
2	šířka čepele [mm]	30,08	25,50	2,08			0,0411 *
3	úhel báze listu	283,61	291,63		198,5		0,9678 ns.
4	úhel špičky listu	68,15	43,13	4,58			> 0,0001 ***
5	úhel vroubení listu – 3. žilka	65,35	46,08	3,71			0,0004 ***
6	délka řapíku [mm]	12,02	10,17	1,65			0,1031 ns.
7	vzdálenost nejširšího místa čepele od báze [mm]	15,75	12,46	2,37			0,0205 *
8	počet postranních žilek	5,43	4,96	1,85			0,0683 ns.
9	vzdálenost mezi žilkami [mm]	4,36	4,10	0,68			0,4994 ns.
10	počet zubů mezi 3. a 4. žilkou	1,11	1,33	-1,12			0,2675 ns.
11	šířka čepele listu v horní 1/4 listu [mm]	15,53	7,29	5,51			> 0,0001 ***
12	vzdálenost 1. zubu od báze čepele [mm]	9,16	11,29	-2,40			0,0192 *
13	úhel báze (k 1. zoubku)	242,24	254,75	-1,06			0,2916 ns.
14	odění lícové strany	2,320	5,041		42,5		0,0015 **
15	odění rubové strany	4,004	5,250		70,0		0,0088 **
16	úhel 1. žilky	41,10	46,33	-2,39			0,0197 *
17	úhel 4. žilky	31,61	35,38		91,0		0,0279 *
18	uspořádání žilek (párové x nepárové)	0,959	1,000			1,01	0,3125 ns.
19	symetrie báze (symetrická x asymetrická)	0,570	0,333			2,24	0,0249 *
20	tvár báze	4,399	4,917		119,5		0,1038 ns.
21	typ pilování	2,287	3,250		20,0		0,0003 ***
22	vzdálenost 4. žilky od špičky čepele	13,881	14,166	-0,15			0,8807 ns.
23	poměr mezi délkou čepele a délkou řapíku	3,150	3,353	-0,97			0,3361 ns.
24	poměr mezi délkou čepele a šířkou čepele	1,237	1,336	-1,97			0,0529 ns.
25	poměr délky čepele ku vzdálenosti 1. zubu	4,265	3,019	2,33			0,0227 *
26	vzdálenost z úžlabí 4. žilky ku délce čepele	0,368	0,418	-1,63			0,1068 ns.
27	vzdálenost nejširší části čepele ku délce čepele	0,425	0,370	2,59			0,0116 *
28	poměr úhlu 4. žilky ku úhlu 1. žilky	0,774	0,768		192,0		0,8645 ns.
29	poměr úhlu nasazení báze ku úhlu báze (1. zoubek)	1,176	1,157	0,40			0,6870 ns.
30	Atkinson – diskriminační funkce	-22,48	1,00	-8,33			> 0,0001 ***

Codes of morphological traits: 1. blade length, 2. blade width, 3. angle of blade fitting, 4. apical angle, 5. leaf serration angle – third vein, 6. petiole length, 7. position of the widest part of blade, 8. number of major veins, 9. distance between nerves, 10. number of teeth between the third and the fourth vein, 11. blade width in the upper ¼, 12. distance measured from the leaf base to the first tooth of the edge, 13. basal angle (to first tooth), 14. hairiness of a front blade side, 15. hairiness of a reverse blade side, 16. angle between the first vein and midrib, 17. angle between the fourth vein and midrib, 18. order of veins (paired x non paired), 19. base symmetry (symmetry x asymmetry), 20. base shape, 21. type of serration, 22. distance from the fourth vein to the tip, 23. blade length/petiole length ratio, 24. blade length/width ratio, 25. ratio of blade length to distance measured from the leaf base to the first tooth of the edge, 26. ratio of distance between the fourth vein to the tip and blade length, 27. ratio of position of the widest part of blade to blade length, 28. ratio of angle between the fourth vein and midrib to the angle between the first vein and midrib, 29. ratio of angle of blade fitting to the basal angle (to the first tooth), 30. Atkinson – result of discriminant function ATKINSON, CODLING (1986)

**Obr. 3.**

Graf hodnot diskriminační funkce ATKINSON, CODLING (1986) rozlišující diploidní (pravá část grafu) a tetraploidní jedince bříz (levá část); tmavý sloupec vyznačuje nesprávně zařazené jedince

Fig. 3.

Chart of a discrimination function ATKINSON, CODLING (1986), which sets apart diploid (right side of the chart) and tetraploid (left side) individuals of birch species; small black square represents incorrectly classified individuals by the model

Tento vzorec zařadil správně (v souladu s výsledky cytometrických analýz) 100 % jedinců (obr. 4).

Vyhodnocení tetraploidních jedinců

Pro další vyhodnocení dat byli využiti jen tetraploidní jedinci (N = 67). Tetraploidní jedinci rostoucí na území Krkonoš mohou náležet několika drobným taxonům, jejichž rozlišení je jedním z hlavních cílů této práce. Oproti tomu diploidní jedinci spadají pouze do jediného druhu – bříza bělokora (*Betula pendula*). Těchto diploidních bříz bylo proto odebráno méně (N = 6) a dále se jimi v práci již více nezabýváme.

Variabilita tetraploidních bříz může být způsobena v podstatě dvěma faktory: vlivem konkrétních stanovištních podmínek ovlivňujících fenotyp a přítomností různých drobných taxonů.

Vliv vlhkosti

Jedinou stanovištní proměnou, která byla odečítána pro každého jedince přímo na lokalitě, byl údaj, zda bříza roste na suchém nebo mokřem stanovišti. Domníváme se, že tato proměnná má zásadní vliv na projev fenotypu konkrétního taxonu a také že by se v případě výskytu více drobných taxonů projevila stanovištní preference různých taxonů na různou míru zamokření. Analýza byla provedena pomocí dvouvýběrového testu. V případě normálního rozdělení dat byl využit T-test, v případě jiného rozložení dat byl použit Mann-Whitneyův U-test. Normalita dat byla testována Kolmogorov-Smirnovovým testem.

Jediným znakem, který se alespoň blížil hladině významnosti $\alpha = 0,05$, je poměr úhlu nasazení 4. žilky k úhlu nasazení 1. žilky (obr. 5; Mean Sucho = 0,7597, Mean Mokro = 0,8347, T-value: -1,9681, p = 0,0533).

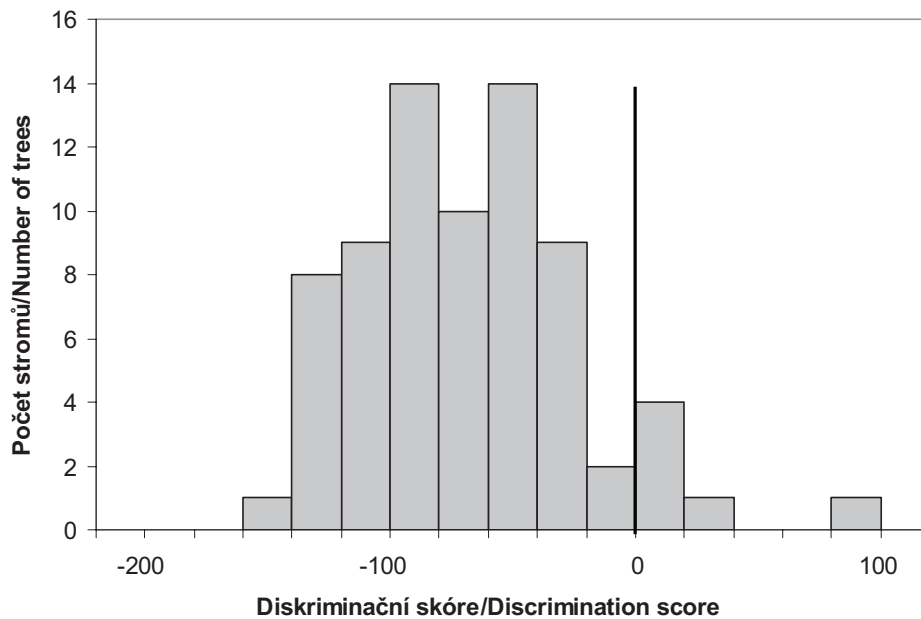
Vliv lokalit

Základní přehled o struktuře datového souboru poskytuje ordinační diagram na obr. 6, kde jsou různými symboly vyznačeny stromy příslušející k jednotlivým lokalitám. Z grafu je patrné, že se v pravé dolní části vylišují břízy z Obřího dolu a v levé polovině diagramu jedinci z Malé Kotelní jámy.

Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami byly dále zjišťovány pomocí analýzy variance a neparametrického Kruskal-Wallisova testu (tab. 4). Signifikantní rozdíly byly zaznamenány u 12 z celkové 30 hodnocených znaků. Konkrétní rozdíly mezi jednotlivými lokalitami byly stanoveny pomocí post-hoc testů a jsou ve zmíněné tabulce uvedeny pomocí odlišných písmen. Primárně byla využita modifikace Tukeyho HSD post-hoc testu pro nesejný počet opakování (tzv. „Unequal N HSD“ test). Ve čtyřech případech (úhel špičky listu, vzdálenost nejširšího místa čepele od báze, úhel 1. žilky, vzdálenost nejširší části čepele ku délce čepele) ukázal signifikantní výsledek analýzy variance rozdíl mezi alespoň dvěma lokalitami, avšak následný HSD post-hoc test neukázal žádné konkrétní lokality, mezi kterými by tento rozdíl měl být. Toto je způsobeno tím, že výsledek analýzy variance nebyl příliš signifikantní. Dosti silný HSD post-hoc test tyto rozdíly za signifikantní přítom nepovažoval. V uvedených čtyřech případech byla do tab. 4 použita indikace rozdílů mezi konkrétními lokalitami na základě liberálnějšího Newman-Keulsova testu.

Geometrická morfometrika

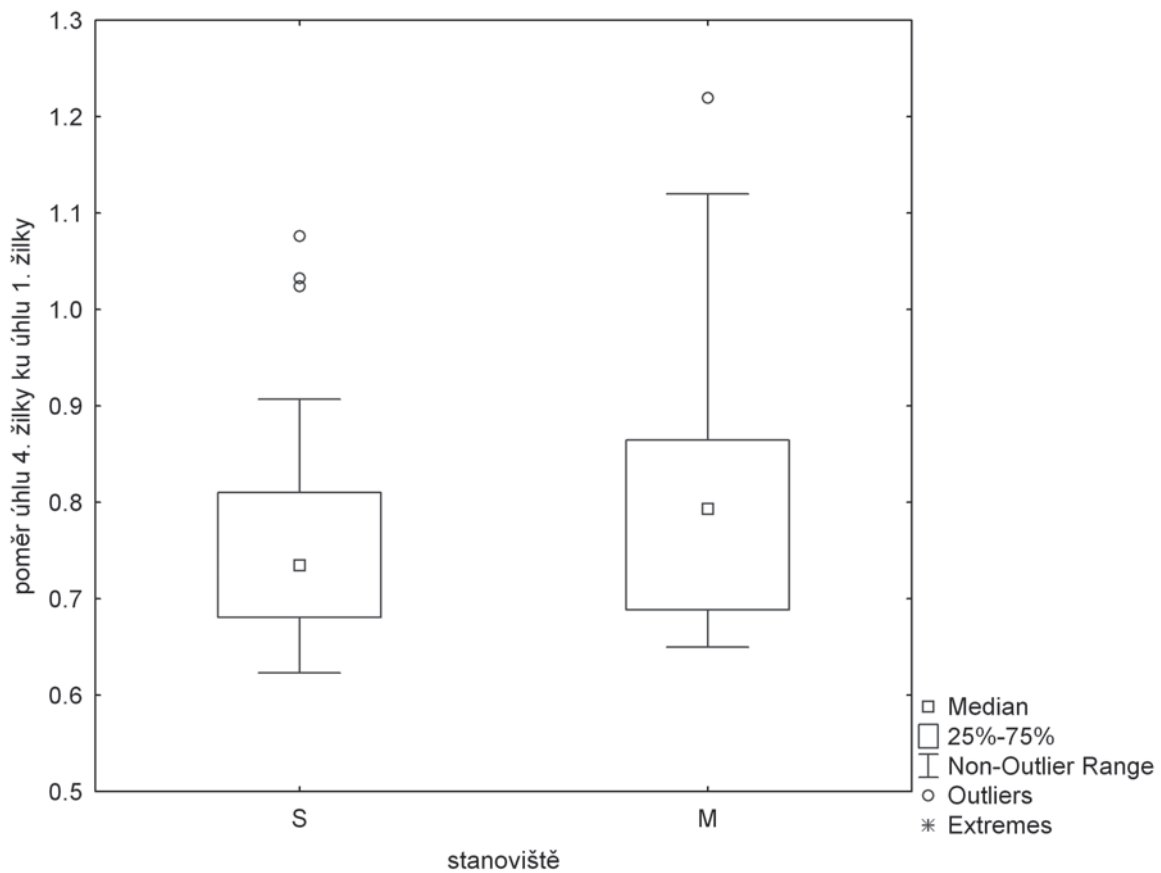
Také výsledky geometricko-morfometrických analýz tetraploidních jedinců naznačují, že populace pocházející z Obřího dolu je více odlišná od ostatních populací (obr. 7). Jedinci rostoucí na této lokalitě (pozice v grafu znázorněna čtvercem) leží v grafu na ose PC1 spíše v záporných hodnotách, zatímco jedinci v ostatních populacích jsou zastoupeni v obou částech osy (osa PC1 popisuje 73,5 % variability, osa PC2 popisuje 10 % variability).

**Obr. 4.**

Graf hodnot nově navržené diskriminační funkce v tomto příspěvku, která rozlišuje diploidní (pravá část grafu) a tetraploidní (levá část) jedince břízy.

Fig. 4.

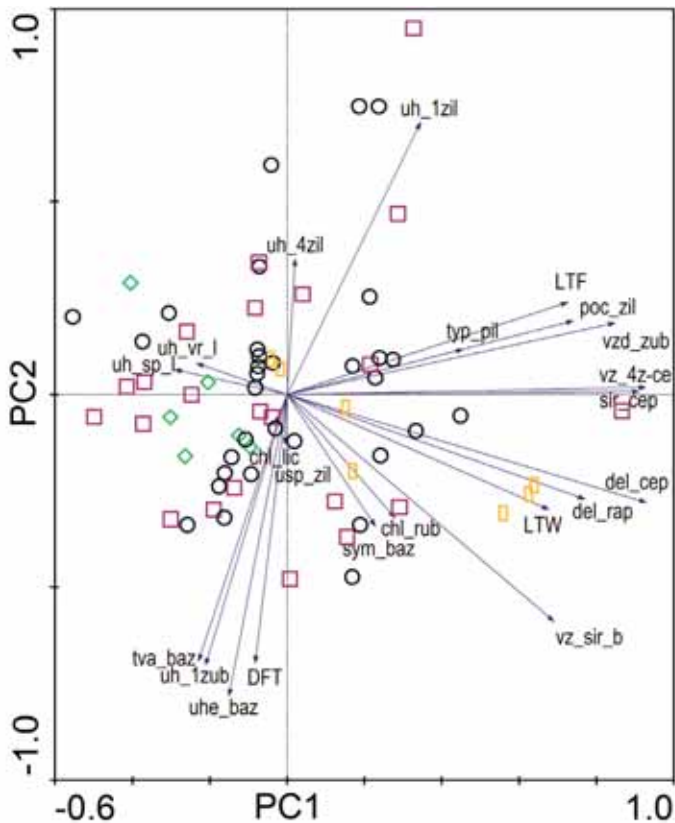
Chart of a newly developed discrimination function which sets apart diploid (right side of the chart) and tetraploid (left side) individuals of birch species

**Obr. 5.**

Krabicový diagram hodnot poměru úhlu 4. žilky k úhlu 1. žilky v závislosti na vlhkosti stanoviště (S – sucho, M – mokro)

Fig. 5.

Box and Whiskers plot of a ratio of angle between the fourth vein and midrib to the angle between the first vein and midrib in dependence on moisture regime of a site (S – dry, M – water-logged)



Obr. 6.

PCA biplot pro tetraploidní jedince studovaných bříz. První osa vysvětluje 30 % variability, druhá osa vysvětluje 16,7 % variability
Vysvětlivky: žluté obdélníky – Obří důl, zelené kosočtverce – Malá Kotelní jáma, černý kruh – Labský důl, fialový čtverec Velká Kotelní jáma

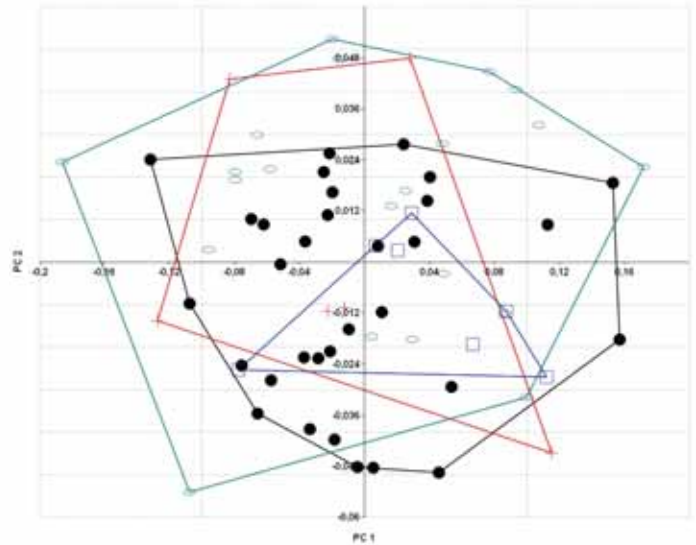
Fig. 6.

PCA biplot of tetraploid birches. The first axis explains 30 % of variability and the second axis explains 16.7 % of variability
Captions: yellow rectangles – Obří důl, green rectangles – Malá Kotelní jáma, black circle – Labský důl, violet square – Velká Kotelní jáma

DISKUSE

Rozlišení diploidních a tetraploidních jedinců

Rozlišování diploidních a tetraploidních jedinců pomocí morfologických znaků na listech je vcelku jednoznačné a snadné. Skutečnost, že byl při testování dvouvýběrovým testem zjištěn signifikantní rozdíl mezi diploidními a tetraploidními jedinci u většiny sledovaných znaků, a to i navzdory nepříznivému velikostnímu poměru obou skupin (6 diploidních a 67 tetraploidních jedinců), svědčí o tom, že tyto rozdíly jsou opravdu výrazné. Pro bezpečné rozlišení je optimální využít kombinaci znaků, např. vyjádřenou nějakou matematickou funkcí. V této studii byla potvrzena možnost využití hodnoty diskriminační funkce publikované ATKINSONEM a CODLINGEM (1986) pro rozlišení diploidních a tetraploidních zástupců rodu bříza i v podmínkách Krkonoš. Spolehlivost určení byla v mezích hodnoty uváděné pro tuto funkci, která činí 93 % (ATKINSON, CODLING 1986). Pro ještě spolehlivější určení bříz ve studované oblasti byl navržen vzorec: $y = (31 * i) - (10 * j) + (12 * l) - 166$ (zkratky jednotlivých znaků vysvětleny v tab. 2). Tato námi navržená diskriminační funkce rozlišila diploidní a tetraploidní jedince (ve sledovaném vzorku) se



Obr. 7.

PCA analýza sledovaných tetraploidních jedinců založená na analýze obrysu listů (osa PC1 vysvětluje 73,5 % variability, osa PC2 vysvětluje 10 % variability)

Vysvětlivky: modrý čtverec – Obří důl, černé kolečko – Labský důl, červený křížek – Malá Kotelní jáma, modrozelená elipsa – Velká Kotelní jáma

Fig. 7.

PCA analysis of studied tetraploid individuals based on leaf shape analysis (axis PC1 explains 73.5 % of variability, axis PC2 explains 10 % of variability)

Captions: blue square – Obří důl, black circle – Labský důl, red cross – Malá Kotelní jáma, azure ellipse – Velká Kotelní jáma

100% spolehlivostí (v souladu s výsledky cytometrických analýz). Je však nutné podotknout, že spolehlivost rozlišení musí být ještě dále otestována i na souboru dalších nezávislých jedinců, což zatím provedeno nebylo.

Dobré rozlišení krkonošských diploidních a tetraploidních jedinců pomocí morfometrických znaků je v souladu s naší dosavadní zkušeností s rozlišováním *B. carpatica* (a *B. pubescens*) a *B. pendula* získané při sběrech rostlin zejména v Jizerských horách, ale i jinde ve střední Evropě. Během sběru krkonošských bříz pro tento článek jsme provedli v terénu předběžnou determinaci. Někdy jsme si byli jisti, jindy ne zcela, vždy jsme však provedli přiřazení k *B. pubescens* agg. nebo k *B. pendula*. Výsledky následné cytometrické analýzy nakonec potvrdily, že naše předběžná determinace byla až na jedinou výjimku ve všech případech správná. K rozšíření *B. pendula* v polohách horských karů a rašeliništ Krkonoš bychom ještě rádi poznamenali, že se zde jedná o druh poměrně vzácný. Na námi zkoumaných lokalitách jsme odebrali pouze šest diploidních bříz, a to vždy v dolních partiích sledovaných horských údolí. Kdyby bylo jejich zastoupení častější, byl by i poměr odebraných diploidních jedinců k tetraploidním jedincům vyšší.

Tab. 4.

Průměrné hodnoty (mean), směrodatné odchylky (SD) měřených znaků u tetraploidních brýz v rámci jednotlivých lokalit a výsledky testů zjišťujících rozdíly mezi lokalitami; odlišná písmena v řádcích za hodnotami jednotlivých charakteristik značí průkazně odlišné rozdíly mezi lokalitami, jímž hodnoty s odlišnými písmeny přísluší

Means and standard deviation of measured traits in particular tetraploid birch populations and test results of their comparison; different letter indexes at the values in the table lines denote significant differences in the evaluated characteristics among the compared localities

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05; ns. = result not significant

Kód/ Code	Znak/Trait	Labský důl (N = 32)			Velká Kotelní jáma (N = 22)			Malá Kotelní jáma (N = 6)			Obří důl (N = 7)			Výsledky testů/Test results			Hladina významnosti p/Significance	
		Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD		F (one-way ANOVA)	H (Kruskal-Wallis)	Q-test	p	Sign.
1	délka čepele [mm]	36,73	ab	5,59	36,18	a	6,47	32,79	a	3,81	44,86	b	6,54	5,36		0,0023	**	
2	šířka čepele [mm]	30,04	ab	4,62	29,48	ab	5,41	26,33	a	2,65	35,36	b	6,22	3,91		0,0126	*	
3	úhel báze listu	285,66		33,17	278,58		37,60	284,17		13,88	289,54		14,60		1,23	0,7456	ns.	
4	úhel špičky listu	64,70	a	9,22	72,23	ab	11,33	78,50	b	17,37	62,21	a	16,32	4,08		0,0104	*	
5	úhel vroubení listu – 3. žilka	65,97		11,48	63,52		12,01	75,92		15,81	59,18		10,98	2,36		0,0797	ns.	
6	délka řapíku [mm]	12,28		2,45	11,34		2,84	10,67		0,98	14,14		3,37	2,69		0,0540	ns.	
7	vzdálenost nejširšího místa čepele od báze [mm]	15,03	a	3,11	15,86	a	3,59	15,46	a	2,81	18,89	b	2,67	2,78		0,0483	*	
8	počet postranních žilek	5,34	ab	0,56	5,48	ab	0,65	5,00	a	0,35	6,07	b	0,43	4,53		0,0061	**	
9	vzdálenost mezi zuby u 3. a 4. žilky [mm]	4,45	ab	0,85	4,20	ab	0,89	3,60	a	0,31	5,09	b	0,79	3,85		0,0135	*	
10	počet zubů mezi 3. a 4. žilkou	1,19		0,42	1,06		0,64	0,75		0,27	1,18		0,28	1,48		0,2280	ns.	
11	šířka čepele listu v horní 1/4 listu [mm]	14,73		3,23	16,19		3,41	14,71		2,50	17,86		5,62	1,93		0,1343	ns.	
12	vzdálenost 1. zubu od báze čepele [mm]	8,85		2,21	9,80		2,22	8,58		0,92	9,07		1,87	1,05		0,3775	ns.	
13	úhel báze (k 1. zoubku)	244,17		25,65	236,25		31,94	227,79		20,51	264,64		13,61	2,65		0,0567	ns.	
14	oděnění lícové strany	2,500		0,84	1,970		0,81	2,500		0,32	2,464		0,89	7,60		0,0550	ns.	
15	oděnění rubové strany	4,227	a	1,03	3,489	b	0,70	3,958	ab	0,56	4,643	ab	0,89	14,63		0,0022	**	
16	úhel 1. žilky	42,44	a	4,46	39,38	ab	6,17	36,79	b	2,22	44,11	a	4,16	4,05		0,0107	*	
17	úhel 4. žilky	32,10	ab	5,95	29,28	a	3,08	30,46	ab	3,07	37,68	b	7,36	8,22		0,0417	*	
18	uspořádání žilek (párové x nepárové)	0,977		0,07	0,920		0,12	0,958		0,10	1,000		0,00	7,08		0,1317	ns.	
19	symetrie báze (symetrická x asymetrická)	0,555		0,24	0,546		0,23	0,667		0,34	0,643		0,28	2,34		0,6735	ns.	
20	tvár báze	4,266		0,86	4,421		0,87	4,458		0,64	4,893		0,20	3,86		0,2767	ns.	

21	typ pilování	2,289	0,38	2,352	0,49	1,958	0,10	2,357	0,38	6,08	0,1077	ns.
22	vzdálenost 4. žilky od špičky čepelce	13,84	a	13,29	a	9,42	a	19,75	b	7,89	0,0002	***
23	poměr mezi délkou čepelce a délkou řapíku	3,052	0,50	3,276	0,53	3,101	0,48	3,242	0,41	0,97	0,4103	ns.
24	poměr mezi délkou čepelce a šířkou čepelce	1,227	0,10	1,235	0,13	1,251	0,16	1,278	0,12	0,39	0,7632	ns.
25	poměr délky čepelce ku vzdálenosti 1. zubu	4,393	1,33	3,932	1,40	3,867	0,68	5,069	0,92	1,72	0,1710	ns.
26	vzdálenost z úžlabí 4. žilky ku délce čepelce	0,374	ab	0,360	ab	0,286	a	0,438	b	0,04	0,0007	***
27	vzdálenost nejširší části čepelce ku délce čepelce	0,409	a	0,437	ab	0,470	b	0,422	ab	0,02	0,0211	*
28	poměr úhlu 4. žilky ku úhlu 1. žilky	0,760	0,14	0,754	0,10	0,828	0,07	0,856	0,16	1,71	0,1730	ns.
29	poměr úhlu nasazení báze ku úhlu báze (1. zoubek)	1,175	0,12	1,185	0,10	1,254	0,11	1,095	0,06	2,43	0,0733	ns.
30	Atkinson – diskriminační funkce	-20,50	6,69	-23,07	4,99	-26,25	4,50	-26,43	10,72	2,54	0,0640	ns.

Note: for codes of morphological traits see Tab. 3

Vyhodnocení tetraploidních jedinců

V oblasti Krkonoš, ale i v rámci námi zkoumaných lokalit, by se podle regionálně-floristických údajů měla nacházet jak bříza karpatská, tak i bříza pýřitá. Musíme však počítat i s dalšími dvěma scénáři, a sice že se v Krkonoších objevuje jediný, variabilní tetraploidní taxon bříz a také že se zde může vyskytovat ještě vyšší počet drobných taxonů, které dosud nebyly dostatečně rozlišovány (např. provizorně popsaná *B. petraea* nebo pro území ČR značně pochybná severská *B. tortuosa*; rešerše k tématu viz KARLÍK 2010).

Získané výsledky neukazují zcela jednoznačný výskyt více tetraploidních taxonů. Uvědomujeme si, že nezřetelnost výsledků mohou způsobovat nerovnoměrné počty hodnocených jedinců na lokalitách. Ty jsou však dané rozdílnou velikostí lokalit a rozdílnou abundancí bříz na nich rostoucích.

Z ordinačního diagramu analýzy PCA (obr. 6) je možné vysledovat, že se z datového souboru výrazněji odlišuje zejména lokalita Obří důl. Část jedinců vykazuje značně odchylné hodnoty sledovaných znaků, které naznačují, že by se mohlo jednat o břízu pýřitou. Pak se ale bude na lokalitě Obří důl vyskytovat směsná populace tetraploidních bříz, protože je tam (uvážíme-li nízký počet zkoumaných stromů) poměrně značný rozptyl naměřených morfometrických hodnot (tab. 4, obr. 6). Pro determinaci (alespoň části) stromů z Obřího dolu jako bříza pýřitá hovoří několik okolností. Listy na této lokalitě jsou zejména silně chlupaté, což je významný kvantitativní znak právě pro *B. pubescens*. Stanovištní podmínky jsou zde poněkud příznivější – zkoumané stromy rostly v poněkud nižší nadmořské výšce. Naměřené znaky zde ostře kontrastují s Kotelními jámami (zejména s konzistentnější lokalitou „Malá Kotelní jáma“), kde se jedná o kary s extrémními a silně reliktními podmínkami, které jsou naopak optimální pro výrazně oreofytní *Betula carpatica*. Nastíněnou hypotézu však bude nezbytné ověřit molekulárními metodami.

Břízy v Obřím dole měly také největší listy (délka a šířka listu a s nimi do značné míry související další dvě proměnné: vzdálenost nejširšího místa od báze a vzdálenost 4. žilky od špičky čepelce), což by mohla být další indicie k doložení výskytu odlišného taxonu (konkr. *B. pubescens*). Je však možné, že největší listy souvisejí s nejpříznivějšími stanovištními podmínkami Obřího dolu ze všech zkoumaných lokalit. Na obezřetnost při vyhodnocování velikosti listu jako jednoho z morfologických znaků upozorňuje GARDINER (1972). Velikost listu může velmi silně ovlivňovat výsledky a zastínit tak vliv znaků jiných, a proto v analýzách navrhuje použití spíše znaků poměrových. Velkou proměnlivost morfologických znaků, zejména u zástupců tetraploidních taxonů bříz, uvádí i GILL a DAVY (1983).

Vliv vlhkosti

Na projev morfologických znaků mohou mít vliv stanovištní poměry konkrétního stanoviště. Například u břízy bělokoré byly pozorovány korelace s environmentálními faktory v počtu žilek a zoubků na listové čepeli (KOVAČIČ, NIKOLIĆ 2005) nebo ve velikosti listové čepelce (FRANIEL, WIĘSKI 2005). V této studii vyhodnocujeme vlhkostní poměry stanoviště. Testována byla hypotéza, že na vlhkých stanovištích budou jedinci podobní spíše taxonu *B. pubescens* a na suchých stanovištích budou jedinci s morfologickými znaky popsány spíše pro *B. carpatica*. Na základě sebraných dat se však nezdá, že by morfologické vlastnosti byly vlhkostí stanoviště ovlivněny. Pouze jediný znak, konkrétně poměr úhlu 4. žilky ku úhlu 1. žilky, se blíží k hranici slabě signifikantní závislosti. Neprůkaznost vlivu vlhkosti však může být dána zejména výběrem pouhých čtyř lokalit (kde nemusí být *B. pubescens* dostatečně zastoupena) a také nerovnoměrným rozložením stanovišť dle vlhkosti (na suchých stanovištích rostlo 54 zástupců a na mokřích stanovištích 13 zástupců tetraploidních bříz).

Porovnání metod klasické a geometrické morfometrie

Provedením obou metod jsme dospěli k podobným výsledkům. Použití klasické morfometrie nicméně výrazněji ukazuje na variabilitu datového souboru (zejména na odlišnost Obřího dolu). Zda-li se jedná o nepodstatné znaky a artefakty a nebo zda jsou to rozdíly reflektující taxonomickou variabilitu dat, pomůže rozhodnout plánované provedení molekulárních analýz. Výhodou geometrické morfometrie je zejména celkově menší časová náročnost na získávání primárních dat. Hlavní výhodou klasické morfometrie je možnost identifikace konkrétních morfologických znaků, jimiž se taxony nejvýrazněji odlišují, a které lze následně aplikovat na běžné určování v terénu pro potřeby lesnické praxe, ochrany přírody i základního výzkumu (floristické mapování, fytoecologické snímkování).

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl za podpory grantových projektů CIGA ČZU 20104308 „Vztah populací břízy karpatské a typu stanoviště ve vrcholových horských polohách“, NAZV QH92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do jehličnatých porostů v Jizerských horách“, IGA FLD 201130 „Analýza genetických vztahů populací horských bříz“ a MŠMT ČR 2B06012 „Management biodiverzity v Krkonoších a na Šumavě“.

Poděkování patří také inženýru Martinovi Čížkovi, jenž nám pomohl se zpracováním grafických výstupů v programu COREL, a kolegům z regionu, kteří nám doporučili lokality pro sběr materiálu a pomohli zajistit provedení terénních prací.

ZÁVĚR

Určování bříz může být v prostoru střední Evropy obtížné, což je dáno alopolyloidním původem drobnějších taxonů. I v oblasti Krkonoš se zdá, že rozlišování drobnějších taxonů je nesnadné. Vliv vlhkosti stanoviště na morfologickou variabilitu listů byl sice neprůkazný, nicméně významný vliv lokálních stanovištních podmínek na variabilitu listů je pravděpodobný. Spolehlivě se podařilo rozlišit pouze příslušníky břízy bělokoré od ostatních stromových bříz. Pro toto rozlišení se zdá přínosné využití nově navrhované diskriminační funkce, avšak její spolehlivost je nutně ověřit ještě na dalších jedincích. Jednotlivé taxony tetraploidních bříz (pokud ve skutečnosti existují) se s využitím morfologických znaků na listech spolehlivě rozlišit nepodařilo. Na základě dosavadní zkušenosti předpokládáme, že se ve vyšších polohách Krkonoš vyskytuje převážně bříza karpatská *Betula carpatica*. Na jedné lokalitě (Obří důl) se zřejmě vyskytuje smíšená populace břízy karpatské s jiným tetraploidním taxonem, zřejmě břízou pýřitou *B. pubescens*. Pro potvrzení této hypotézy by však bylo zapotřebí odběru materiálu z dalších stromů a lokalit a především plánované provedení molekulárních analýz.

Geometrická morfometrie se pro postžení morfologické variability listů bříz projevila jako použitelná a efektivní metoda, avšak neumožňuje jasné stanovení konkrétních klíčových determinačních znaků. To je ale dáno podstatou využití metody, která pracuje s analýzou obrysu, jež objekt hodnotí jako celek.

LITERATURA

- ATKINSON M. D., CODLING A. N. 1986. A reliable method for distinguishing between *Betula pendula* and *B. pubescens*. *Watsonia*, 16: 75-76.
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., ZAHRADNÍK D. 2010. Reakce břízy karpatské na vápnění a přihnojení dusíkem. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55: 106-113.
- BRAAK C.J.F. TER, ŠMILAUER P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for Canonical community ordination (version 4.5). *Wageninien, Biometris*: 500 s.
- Florabase – FLDOK. 2011. Databanka flóry České republiky. [online]. [cit. 24. 6. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://florabase.cz/databanka/index.php>.
- FRANIEL I., WIĘSIKI K. 2005. Leaf features of silver birch (*Betula pendula* Roth). Variability within and between two populations (uncontaminated vs Pb-contaminated and Zn-contaminated site). *Trees*, 19: 81-88.
- GARDINER A. S., JEFFERS J. N. R. 1962. Analysis of the collective species *B. alba* L. on the basis of leaf measurements. *Silvae Genetica*, 11 (5/6): 125-76.
- GARDINER A. S. 1972. A review of the sub-species *carpatica* and *tortuosa* within the species *Betula pubescens* Ehrh. *Botanical Journal of Scotland*, 41: 451-459.
- GILL J. A., DAVY A. J. 1983. Variation and polyploidy within lowland populations of the *Betula pendula/Betula pubescens* complex. *New Phytologist*, 94: 433-451.
- HAMMER Ø., HARPER D. A. T., RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. [online]. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9 s. [cit. 25. 2. 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.
- IWATA H., UKAI Y. 2002. SHAPE: A computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. *Journal of Heredity*, 93: 384-385.
- KARLÍK P. 2010. Taxonomická problematika bříz *Betula* L. v České republice se zvláštním zřetelem na drobné taxony z okruhu břízy pýřité *Betula pubescens* agg. In: Prknová, H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010*. Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, Česká zemědělská univerzita: 61-65.
- KARLÍK P. et al. 2010. Problematika určování druhů bříz *Betula* L. ve světle průtokové cytometrie. In: Prknová, H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010*. Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, Česká zemědělská univerzita: 51-56.
- KOVAČIĆ S., NIKOLIĆ T. 2005. Relations between *Betula pendula* Roth. (*Betulaceae*) leaf morphology and environmental factors in five regions of Croatia. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 47 (2): 7-13.
- KŘÍŽ Z. 1990. *Betula* L. – bříza. In: Hejný S. & Slavík B. (eds): *Květena České republiky 2*. Praha, Academia: 36-46.
- KUHL F. P., GIARDINA C. R. 1982. Elliptic Fourier features of a closed contour. *Computer Graphics and Image Processing*, 18: 236-258.
- KUNEŠ I., BALCAR V., ZAHRADNÍK D. 2007. Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science*, 53: 505-515.
- KUNEŠ I. et al. 2010. Bříza byla a zůstává tématem pro lesnický provoz i výzkum. In: Prknová, H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010*. Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, Česká zemědělská univerzita: 32-36.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. [online]. Vienna, Austria. [cit. 15. 7. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.R-project.org/>.
- ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., KOUBA M. 2010. Potenciál břízy pro obnovu buldozerových ploch v Krušných horách. In: Prknová, H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010*. Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, Česká zemědělská univerzita: 72-77.
- ŮRADNÍČEK L. et al. 2009. *Dřeviny České republiky*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 367 s.

MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF BIRCH GENUS (*Betula* L.) IN THE KRKONOŠE MTS WITH FOCUS ON THE TETRAPLOID TAXA**SUMMARY**

Recently, birch (*Betula* spp.) is widely used in forestry practice. The individual birch species are, nevertheless, hard to distinguish; they have highly variable morphological traits. In particular, the tetraploid birches related to *Betula pubescens* including *Betula carpatica* are very problematic species to determine. With respect to these facts, the aim of our study was to evaluate the power of morphological traits measured on leaves when applied on birch species in the Giant Mountains (Krkonoše). Another objective was to determine which of these traits are mostly influenced by environmental conditions. To answer these specific questions, 4 locations (Tab. 1) in the Giant Mountains were selected to study local populations of various birch species by means of traditional and geometric morphometrics. Traditional morphometrics used 22 primary traits and 8 proportional traits (Fig. 1, Tab. 2). Diploid and tetraploid individuals were distinguished by comparing all morphologic traits in PCA analysis (Fig. 2). Statistically significant difference was observed in 14 traits (Tab. 3). Discrimination functions appeared to be a good solution for distinguishing the diploid and tetraploid individuals in studied region. Specific function published by ATKINSON, CODLING (1986) with discrimination power 98.7% was used. In addition we developed a new function: $y = (31 * i) - (10 * j) + (12 * l) - 166$ with 100% reliability on our data set (Fig. 3, 4). Statistically significant influence of water logged site was not observed in any of the traits. However, there was one trait in which the significance level approached $\alpha = 0.005$ (Fig. 5). To visualize a structure of tetraploid trees a data set ordination diagram was created (Fig. 6). There can be seen that birches from Obří důl valley are separated in the lower right corner and samples from Malá Kotelní jáma are separated in the left part of the diagram. Differences among sites in various traits were assessed also with ANOVA and Kruskal-Wallis test (Tab. 4). From 30 evaluated traits 12 were statistically significant. Different leaf profiles on studied sites were observed using geometric morphometrics – program package SHAPE ver. 1.3 (IWATA, UKAI 2002). This analysis also confirmed a major divergence of location Obří důl valley (Fig. 7).

Based on these results it can be concluded that diploid and tetraploid birches can be distinguished within the Giant Mountains (Krkonoše) region (especially with the utilization of the newly developed discrimination function). Influence of water logging on any of studied traits was not confirmed. Determination of particular tetraploid species by morphological methods was not yet successful, although some trends observed in other regions can be traced. According to recent results *Betula carpatica* seems to prevail in the Giant Mountains, whereas other taxa are locally rather less common species.

To verify this hypothesis and to find reliable traits to determine tetraploid species, molecular methods will have to be utilized in further research.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jana Ešnerová, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Česká republika
tel.: 224 383 792; e-mail: esnerova@fld.czu.cz

POČET VAJÍČEK KLADENÝCH LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) NA STROMOVÝCH LAPÁCÍCH: VLIV VYBRANÝCH FAKTORŮ

NUMBER OF EGGS LAID BY THE SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) ON TRAP TREES: INFLUENCE OF SELECTED FACTORS

PAVEL MATOUŠEK¹⁾ - ROMAN MODLINGER²⁾ - JAROSLAV HOLUŠA^{1,2)} - MAREK TURČÁNI¹⁾

¹⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

Data for the spruce bark beetle *Ips typographus* (2942 measurements concerning number of eggs deposited per gallery, length of maternal galleries, and density of family galleries) were collected from 122 trap trees and 398 bark samples in three regions in 2008–2009. The mean maternal gallery was 78 mm long and the established mean egg-laying by one female was 35 eggs. The number of family galleries per m² of trunk ranged from 6 to 330 and was negatively correlated with the number of eggs deposited per gallery. The length of the maternal gallery was positively correlated with the number of deposited eggs. Because the number of family galleries per m² was not correlated with the length of the maternal galleries, the relationships were described by the following multidimensional linear regression: $y = 15.45 + 0.29 \cdot x_1 - 0.02 \cdot x_2$, where x_1 = gallery length, x_2 = number of family galleries per m² and y = number of eggs deposited per female.

Klíčová slova: *Ips typographus*, počet vajíček, stromové lapáky, závislost na hustotě, kladení, reprodukce, požerek

Key words: *Ips typographus*, number of eggs, trap trees, density dependence, oviposition, reproduction, gallery

ÚVOD

Lýkožrout smrkový – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) patří dlouhodobě k nejvýznamnějším škůdcům smrku (*Picea abies* /L./ Karst.) na území prakticky celé Evropy (SKUHRAVÝ 2002). Míra ohrožení lýkožroutem smrkovým souvisí se zdravotním stavem lesních porostů a dále stoupá s růstem lokální populační hustoty. Systém agregačních feromonů vyvinutý u lýkožrouta smrkového, stejně jako u řady jiných druhů kůrovcovitých, zprostředkovává hromadný útok na vybrané hostitelské stromy. Aby bylo napadení úspěšné, musí být denzita brouků dostatečná k překonání odolnosti stromu (RAFFA, BERRYMAN 1983). Růst hustoty obsazení kmene však ovlivňuje míru přežívání potomstva díky stoupající konkurenci o lýko (THALENHORST 1958). V komplexu chemické komunikace je vzrůstající hustota kolonizujících brouků omezoována látkami jako je ipsdienol či ipsenol uvolňovanými z trusu samic (WAINHOUSE 2005). Dochází tak k postupnému přesměrování náletu na okolní stromy. Avšak v závislosti na lokální denzitě lýkožrouta smrkového a odolnosti stromů dochází k „přestřelení“ optimální hustoty napadení, a tím k nižšímu reprodukčnímu úspěchu (ANDERBRANT et al. 1985). Otázkou zůstává, zda nižší reprodukční úspěch je způsoben snížením počtu kladených vajíček (ANDERBRANT 1990) nebo zvýšením mortality mezi stadiem vajíčka až dospělce vlivem denzity (THALENHORST 1958; DEJONG, GRIJPMAN 1986) nebo kombinací obou faktorů.

V názorech na počet vajíček vykladených jednou samicí panuje značná nejednotnost. PFEFFER (1954) uvádí počet vajíček v rozmezí 20 – 100 kusů v závislosti na tom, zda samice prodělala sesterské rojení; průměrný počet stanoví na 60 vajíček. Podle ZUMRA (1995) klesá počet kladených vajíček s nadmořskou výškou a pohybuje se mezi 25 (1200 m n. m.) až 83 (500 m n. m.). WERMELINGER (2004) udává velikost snůšky až do 80 vajíček na samici. THALENHORST (1958) uvádí počet nakladených vajíček bez vlivu prostorové konkurence pro první mateřskou chodbu v rozmezí 35 – 50 kusů; včetně sesterského přerojení lze uvažovat až o cca 90 vajíčkách. Značně vysoké celkové množství vajíček, zahrnutím prvního i druhého sesterského rojení udává MARTÍNEK (1956b), a to až do výše „fyziologických“ možností jedné samice *I. typographus*, tj. 120 vajíček (MARTÍNEK 1961).

Samice lýkožrouta smrkového může řešit vzrůstající kompetici o lýko časnějším opuštěním matečné chodby a založením sesterského pokolení (MARTÍNEK 1961). S méně dlouhou dobou pobytu samice *I. typographus* v požerku, a tím i kratší matečnou chodbou, souvisí i nižší počet kladených vajíček pozorovaný mnoha autory (THALENHORST 1958; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). Těsný lineární vztah mezi délkou chodby a počtem kladených vajíček vyjádřil ANDERBRANT (1990) rovnicí $y = 0,53x - 1,5$, kde y je počet vajíček nakladených samicí a x délka matečné chodby.

Údaje o výši vaječné snůšky ve vztahu k hustotě obsazení kmene uvádí řada autorů. BOMBOSCH (1954) pozoroval pro 150 matečných chodeb na m² – 54 vajíček, pro 250 chodeb na m² – 41 vajíček a pro 350 chodeb na m² – 34 vajíček. ŠVIHRA (1973) zjistil na stromových lapácích při hustotě závrtů 150 – 200 na m² průměrně 34 vajíček, při 201 – 250 na m² průměrně 36 vajíček, 251 – 300 na m² průměrně 43 vajíček, 301 – 350 na m² průměrně 49 vajíček a při 351 – 500 závrtů na m² průměrně 55 vajíček. Produkci vajíček v závislosti na hustotě obsazení kmene se pokusil matematicky vyjádřit THALENHORST (1958) vzorcem $y = b - a \cdot (\sqrt{x})$, kde y je produkce potomstva každé samičky, b je zamýšlená produkce (35 – 50 vajíček), a je koeficient rušení (2,7 – 3,1) a x je hustota mateřských chodeb na 1 000 cm² (0,1 m²). Vzorec dle THALENHORSTA (1958) poskytuje nižší hodnoty než jsou uváděné BOMBOSCHEM (1954). Vztah mezi množstvím kladených vajíček a hustotou obsazení kmene aproximoval MILLS (1986) logaritmickou funkcí $y = a + b \cdot \ln(x + 1)$, kde parametry a , b představují počet vajíček (a ; 91,6 ks) a délku matečné chodby (b ; 21,26 cm) při absenci kompetičních vztahů, x počet matečných chodeb na 1 000 cm² (0,1 m²). Stejně údaje MILLS (1986) aproximoval rovněž multiplikativním modelem pro kladení kůrovců navrženým BERRYMANEM (1974) $y = a \cdot e^{b \cdot x^{0,5}}$. Odhad průměrné plodnosti pomocí tohoto modelu byl velice blízký k logaritmickému vztahu, ale vypočtené hodnoty parametrů měly menší rozptyl.

Určitým omezením při použití teoretických modelů určených ke stanovení počtu kladených vajíček představuje skutečnost, že byly často konstruovány na údajích pocházejících z laboratorních pokusů (MILLS 1986; ANDERBRANT 1990) nebo terénních pokusů s napadenými poleny (MARTÍNEK 1956b, 1961). Jiným problémem při predikci výše kladení lýkožrouta smrkového *I. typographus* je relativně

malý počet měření užitý při konstrukci modelů. BOMBOSCH (1954) provedl 252 měření, MARTÍNEK (1956b) založil pokus se 14 poleny a provedl 860 měření, THALENHORST (1958) analyzoval nejméně 28 kmenů ve čtyřech sekcích a pro tvorbu modelu zahrnul i některé údaje jiných autorů, např. BOMBOSCHE (1954). KALANDRA (1960) sledoval 2 kmeny a odebral 26 vzorků kůry, syntéza poznatků MARTÍNKY (1961) vycházela ze 40 polen, ŠVIHRA (1973) založil pokus na 120 stromových lapácích, kdy z každého stromu odebral 6 vzorků, MILLS (1986) vyhodnotil 488 měření z 23 sekcí pocházejících z 8 stromů, ANDERBRANT (1990) použil 48 vzorků kůry rovněž z 8 stromů. Na základě některých dat pocházejících z přirozených podmínek (např. KALANDRA 1960; ŠVIHRA 1973) nebyly tyto vztahy kvantifikovány.

Cílem práce bylo na základě dostatečně velkého souboru dat pocházejících z terénních podmínek stanovit základní údaje o natalitě lýkožrouta smrkového *I. typographus* při různých hustotách obsazení stromových lapáků a ze získaných údajů vytvořit predikční model.

MATERIÁL A METODIKA

Výzkum populační dynamiky *I. typographus* probíhal během let 2008 a 2009 na 26 lokalitách v oblasti Šumavy a Oderských vrchů. Na Šumavě byly lokality umístěny v lesních porostech ve správě vojenských lesů a statků, s. p., divize Horní Planá (dále VLS Planá) – 6 lokalit v roce 2008, 5 lokalit v roce 2009 – a správy národního parku Šumava (NPŠ) – v obou letech 6 lokalit. Výzkumné plochy v Oderských vrších náležely do působnosti vojenských lesů a statků, s. p., divize Lipník nad Bečvou (VLS Lipník) – v obou letech 3 lokality. Umístění jed-

Tab. 1.

Přehled studovaných lokalit a jejich charakteristiky
Studied localities and their characteristics

(VLS Planá – Army Forests and Estates of the Czech Republic, division Horní Planá; VLS Lipník - Army Forests and Estates of the Czech Republic, division Lipník nad Bečvou; NPŠ - National Park and Protected Landscape Area of Šumava)

VLS Planá			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	5	48°46'35.208"N, 13°57'48.570"E	760
slabé/weak	6	48°46'54.918"N, 13°57'21.995"E	760
střední/medium	1	48°45'29.134"N, 14°0'18.594"E	775
střední/medium	3	48°46'4.736"N, 13°58'10.706"E	785
silné/strong	2	48°45'49.854"N, 13°58'26.882"E	820
silné/strong	4	48°45'49.345"N, 13°58'9.796"E	790
VLS Lipník			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	Potštát	49°38'53.783"N, 17°38'46.396"E	610
střední/medium	Hlubočky	49°38'17.613"N, 17°30'1.976"E	660
silné/strong	Staré Oldřůvky	49°44'34.154"N, 17°37'42.65"E	500
NPŠ			
Stupeň napadení/ Rank of infestation	Lokalita/ Locality	GPS	m n.m./ Altitude [m]
slabé/weak	3	49°7'55.727"N, 13°16'1.277"E	900 - 1000
slabé/weak	4	49°8'20.138"N, 13°15'47.790"E	900 - 1000
střední/medium	2	49°8'18.341"N, 13°19'19.110"E	900 - 1000
střední/medium	5	49°8'3.786"N, 13°15'28.620"E	900 - 1000
silné/strong	1	49°7'56.407"N, 13°19'16.297"E	900 - 1000
silné/strong	6	49°6'33.477"N, 13°24'30.071"E	900 - 1000

notlivých lokalit prostřednictvím geografických souřadnic je uvedeno v tab. 1.

Výzkumné plochy byly vybrány na základě výše kůrovcových těžeb v roce 2007 a za účelem pokrytí co nejširšího spektra populačních hustot byly zařazeny do kategorií napadení: slabé, střední a silné. Na všech šumavských lokalitách byla z důvodů dlouhotrvajícího přemnožení v celé oblasti (cf. KNÍŽEK et al. 2011) zvolena vyšší hraniční kritéria pro jednotlivé kategorie (slabé – do 0,5 m³/ha; střední – od 0,5 do 3 m³/ha a silné – nad 3 m³/ha). V oblasti VLS Lipník, kde se populace *I.typographus* nacházela dlouhodobě v základním či mírně zvýšeném stavu (viz ČSN 48 1000), byly použity hranice kategorií nižší (slabé – do 0,2 m³; střední – od 0,2 m³ do 1 m³ a silné – nad 1 m³).

Na každé lokalitě bylo připraveno v jarním období 10 stromových lapáků. Série lapáků byly nakáceny směrem do porostu v rozestupech 10 m a byly zakryty větvemi, jak je v provozu obvyklé. V případě VLS Lipník bylo na každé lokalitě připraveno 5 lapáků ve dvou opakováních, a to cca 100 m od sebe, zpravidla na opačné straně lesního porostu či paseky. Lapáky byly exponovány 3 měsíce, po obsazení lýkožroutem smrkovým byl průběžně sledován stupeň vývoje.

Pro studium atributů populace *I.typographus* byly na každém revidovaném kmeni vyznačeny čtyři sekce, dle metodiky GRODZKÉHO (1997). První sekce (I.) byla umístěna ve vzdálenosti 0,5 m od paty stromu, II. sekce v poloviční vzdálenosti mezi patou a začátkem koruny, III. sekce na začátku koruny a IV. sekce ve středu koruny (obr. 1). Každý vzorek představoval pás kůry s šířkou rovnající se polovině obvodu kmene v místě odběru a délkou cca 0,5 m. Jednotlivé pláty kůry byly od kmene odděleny pomocí sekery pokud možno v celistvém páse. Údaje o zjištěných druzích podkorního hmyzu (druh kůrovce a počet jeho rodin na vzorku, stadium vývoje), v případě lýkožrouta smrkového pak i populační parametry (délka matečných chodeb a počet vajíček) byly zaznamenány buď přímo v terénu nebo v laboratoři.

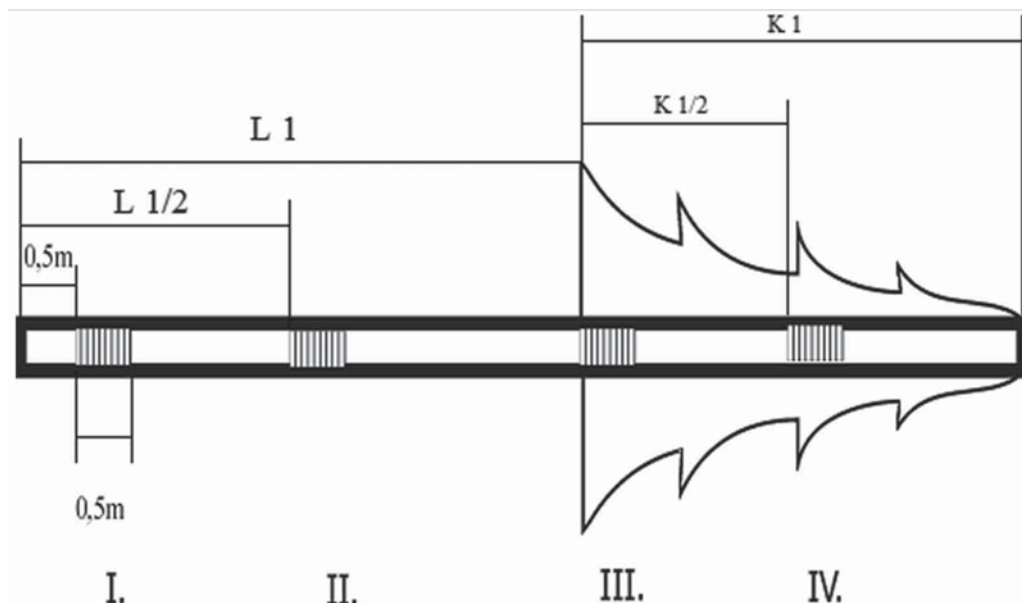
K další analýze byly použity pouze úplné požerky, které obsahovaly více než 20 vajíček na chodbu a nejstarší larvy v požerku se nacháze-

ly minimálně ve 3. instaru. Stanovené množství 20 vajíček je spodní hranicí rozsahu vaječné snůšky uváděnou např. PFEFFEREM (1954), stejné množství vajíček je považováno MILLSEM (1986) za minimální počet, u kterého lze považovat mateřský požerok za kompletní. Nižší množství vajíček může být znakem fyziologicky defektního jedince nebo neobvyklého kladení vlivem parazitace, např. kovověnkou *Tomocobia seitneri* (Ruschka) (SACHTLEBEN 1952) či hlísticemi (*Nematoda*) (RÜHM 1956). Pro eliminaci vlivu interspecifické konkurence byly do analýzy zahrnuty pouze údaje ze sekcí obsazených výhradně druhem *I.typographus*.

Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno pomocí software NCSS 7.1, Statistica 10 a QC Expert 3.1. K ověření normality rozdělení byl použit Shapiro-Wilkův test (HINTZE 2007). Porovnání oblastí, sekcí a populačních parametrů se uskutečnilo pomocí Kruskal-Wallisova testu (K-W), v případě délky chodeb bylo možné použít analýzu rozptylu (ANOVA), resp. vícenásobné porovnávání Tukey-Kramerovým testem. Pro vybrané populační parametry byl metodou nejmenších čtverců vytvořen lineární a vícenásobný regresní model, postupem dle MELOUNA a MILITKÉHO (2004). Pro porovnání oblastí a sekcí byly použity střední hodnoty populačních parametrů příslušné sekce. K tvorbě regresních modelů byly použity střední hodnoty populačních parametrů vyskytujících se při stejné hustotě rodinných požerků na m². Data nebyla transformována. Vzhledem k tomu, že data neměla normální rozdělení, byl použit Spearmanův korelační koeficient.

VÝSLEDKY

Změřeno bylo celkem 2 942 matečných chodeb lýkožrouta smrkového, střední matečná chodba měla délku 78 mm a zjištěná střední snůška nakladená jednou samičí činila 35 vajíček (viz tab. 2). Hustota obsazení kmene se pohybovala v rozpětí 6 – 330 rodinných požerků na m². Z hlediska hustoty obsazení kmene se jednotlivé oblasti nelišily (vícenásobné porovnání K-W: DF = 2, N = 397, p > 0,05), avšak



Obr. 1.
Schéma umístění studovaných sekcí na kmeni (podle TURČÁNI et al. 2006)
Fig. 1.
Sampling pattern on the tree trunk (according to TURČÁNI et al. 2006)

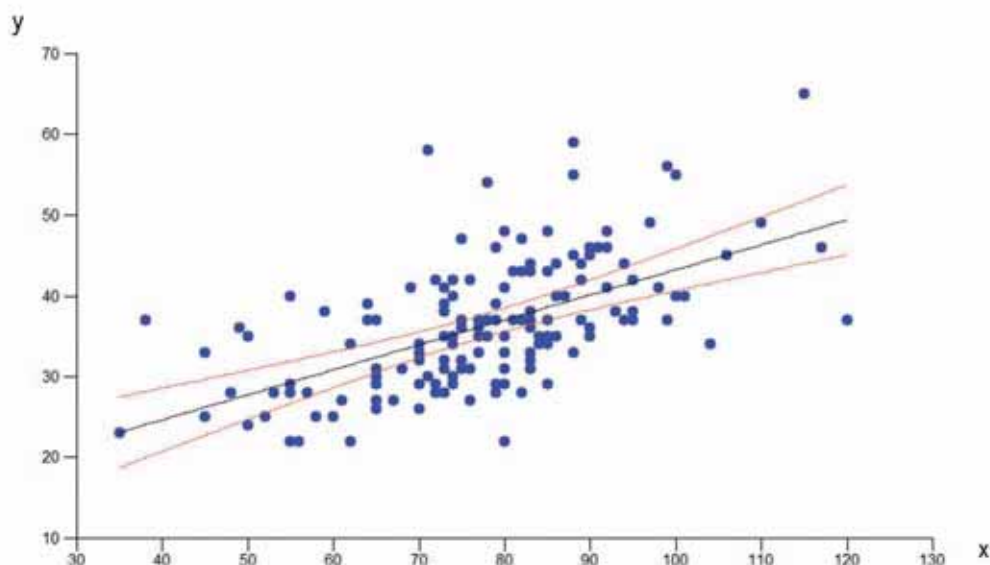
Tab. 2.

Počet rodin na m², nakladených vajíček v chodbě a délky matečných chodeb podle sekcí ve studovaných oblastech

Number of families per m², number of eggs deposited per gallery, and length of the maternal gallery as related to study location and trunk section

(VLS Planá - Army Forests and Estates of the Czech Republic division Horní Planá; VLS Lipník - Army Forests and Estates of the Czech Republic division Lipník nad Bečvou; NPŠ - National Park and Protected Landscape Area of Šumava)

Oblast/Area	Sekce/ Section	Počet rodin na m ² / Number of families on m ²			Počet nakladených vajíček/ Number of laid eggs			Délka matečné chodby/ Maternal gallery length		
		median	min	max	median	min	max	median	min	max
NPŠ	I.	56	10	287	32	22	59	81	32	115
	II.	80	11	285	32	21	68	80	42	133
	III.	74	8	238	33	22	63	78	47	135
	IV.	65	10	330	37	22	78	85	40	142
za oblast/for area		68	8	330	33	21	78	80	32	142
VLS Planá	I.	75	7	227	32	22	64	75	46	122
	II.	55	9	141	40	22	72	85	44	128
	III.	66	12	211	38	26	55	90	51	121
	IV.	67	8	196	35	21	60	75	46	135
za oblast/for area		67	7	227	36	21	72	80	44	135
VLS Lipník	I.	87	6	172	37	22	54	67	37	92
	II.	64	10	160	37	24	61	63	49	95
	III.	67	7	113	35	22	65	70	35	108
	IV.	64	22	138	42	21	64	71	23	96
za oblast/for area		72	6	172	38	21	65	70	23	108
Celkem/Total		68	6	330	35	21	78	78	23	142



Obr. 2.

Závislost počtu nakladených vajíček (y) na délce matečné chodby ($y = 12,29 + 0,31 \cdot x$; $R^2 = 0,34$)

Fig. 2.

Relationship between the number of deposited eggs per gallery (y) and the length of the maternal gallery ($y = 12.29 + 0.31 \cdot x$; $R^2 = 0.34$)

v oblasti VLS Lipník byl zaznamenán statisticky významně vyšší počet nakladených vajíček (vícenásobné porovnání K-W: DF = 2, N = 397, $p < 0,01$) a kratší matečné chodby (vícenásobné porovnání Tukey-Kramer: DF = 2, N = 397, $p < 0,001$). Sekce I. – IV. se v hustotě obsazení, počtu vajíček či délce matečné chodby vzájemně nelišily (vícenásobné porovnání K-W: DF = 3, N = 397, $p > 0,05$).

Mezi počtem rodinných požerků na m^2 a množstvím nakladených vajíček byla nalezena statisticky významná negativní korelace (Spearman $R = -0,11$; $p < 0,05$). Přestože délka matečných chodeb nekorelovala s počtem rodinných požerků, byla délka matečné chodby a počet nakladených vajíček na chodbu statisticky významně pozitivně korelován (Spearman $R = 0,57$; $p < 0,05$). Vztah mezi těmito dvěma parametry vykazoval lineární průběh, a proto byla vytvořena regresní rovnice $y = 12,29 + 0,315 \cdot x_1$, kde y je počet vajíček a x_1 délka chodby (variabilita vysvětlená modelem $R^2 = 0,34$; obr. 2). Vztah mezi počtem rodinných požerků na m^2 (x_2) a množstvím nakladených vajíček na chodbu (y) nabýval rovněž lineárního charakteru, s regresní rovnicí $y = 39,62 - 0,03 \cdot x_2$ (variabilita vysvětlená modelem $R^2 = 0,08$; obr. 3). Jelikož počet rodinných požerků na m^2 a délka matečné chodby spolu nekorelovaly, byl splněn předpoklad pro vytvoření vícerozměrného lineárního regresního modelu. Byla nalezena regresní rovnice

$$y = 15,45 + 0,29 \cdot x_1 - 0,02 \cdot x_2$$

s variabilitou vysvětlenou modelem $R^2 = 0,36$; $p < 0,05$.

DISKUSE

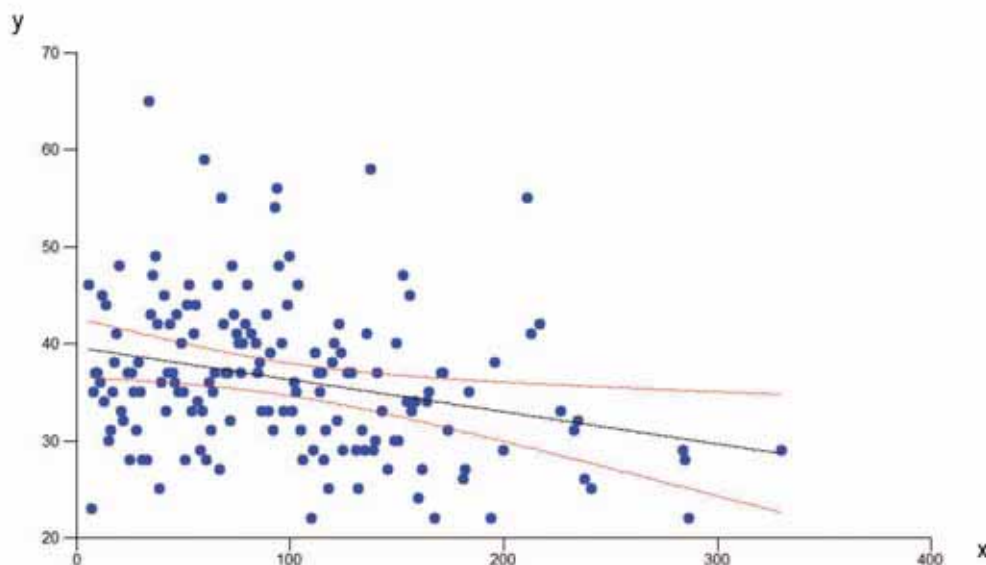
Předkládané výsledky představují 2 942 měření souvisejících populačních parametrů lýkožrouta smrkového *I. typographus* pocházejících ze 122 stromů a 398 vzorků kůry. Svým rozsahem tento soubor mnohonásobně převyšuje základní vstupní data použitá ostatními autory (BOMBOSCH 1954; MARTÍNEK 1956b; THALENHORST 1958; KALANDRA 1960; MARTÍNEK 1961; ŠVIHRA 1973; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). Zjištěný střední počet nakladených vajíček na chodbu (35) je

proti očekávání nižší (cf. PFEFFER 1954) a pohybuje se ve spodní části rozpětí uváděného i ostatními autory (THALENHORST 1958; ZUMR 1995). Maximální střední hodnoty nepřesahují 80 vajíček uváděných WERMELINGEREM (2004), avšak jednotlivé měřené snůšky tuto hranici v některých případech překračovaly. Zjištěná střední délka chodby (78 mm) byla poněkud vyšší než uvádí HEDGREN a SCHROEDER (2004).

Zachycené rozpětí hustoty obsazení kmene na hodnocených vzorcích (6 – 330 rodin na m^2) je relativně nízké. Za optimální denzitu považuje WERMELINGER (2004) zhruba 500 matečných chodeb na m^2 , tzn. 250 rodin na m^2 při průměrně dvou matečných chodbách na požerek. Zaznamenaný medián počtu rodin na m^2 (68) pak jednoznačně ukazuje na vyšší četnost vzorků slabě napadených. Do kategorie nízkého stupně obsazení je nutné zařadit hodnocené údaje i při použití maximálních denzit podle MARTÍNKA (1956a).

Slabší obsazení pokusných kmenů se zřejmě odrazilo i na méně těsném vztahu mezi počtem rodinných požerků na m^2 a počtem nakladených vajíček. Díky absenci vyšších populačních hustot měla křivka spíše lineární charakter, ačkoliv lze předpokládat její konkávní tvar. Značná rozkolísanost počtu kladených vajíček při stejné hustotě vede k úvahám o výrazné roli kvality substrátu, zejména v případě stromových lapáků. Délka matečné chodby nebyla na hustotě závislá, což není v přímém rozporu se závěry jiných autorů, jelikož tento vztah nebyl shledán v žádné z dostupných výzkumných prací příliš těsný (cf. ANDERBRANT 1990).

Positivní korelace mezi délkou matečné chodby a počtem nakladených vajíček vytvořená z širšího základního souboru měření nebyla tak těsná jako v případě ANDERBRANTA (1990), jehož rovnicí bylo vysvětleno 76 % variability. Mezi oběma rovnicemi je základní rozdíl v pozici absolutního členu, kdy ve vztahu prezentovaném v tomto příspěvku představuje 12,29 minimální vzdálenost v mm, která je nutná k poklacení 20 vajíček. Při použití stejných vstupních dat dává rovnice podle ANDERBRANTA (1990) poněkud vyšší počet nakladených vajíček (medián reziduí 4 vajíčka).



Obr. 3.

Závislost počtu nakladených vajíček v chodbě (y) na hustotě rodinných požerků ($y = 39,62 - 0,03 \cdot x$; $R^2 = 0,08$)

Fig. 3.

Relationship between the number of eggs deposited per gallery (y) and density of families in the trunk ($y = 12,29 + 0,31 \cdot x$; $R^2 = 0,34$)

Vícenásobný lineární regresní model, zahrnující kromě délky matečné chodby i hustotu obsazení kmene, vykazuje na základě koeficientu determinace (R^2) relativně nejlepší schopnost v predikci množství nakladených vajíček. Charakterem podobný vztah THALENHORSTA (1958) přikládá větší váhu hustotě obsazení kmene. Aplikace tohoto vztahu na naše experimentální data, při zachování THALENHORSTEM (1958) navrhovaným rozpětím hodnot koeficientu rušení 2,7 – 3,1 a zamýšlené produkce 35 – 50, vedla k nižším počtům nakladených vajíček. Model dle THALENHORSTA (1958) by při minimalizaci čtverců odchylek nabýval pro námi získaná data koeficientu rušení 1,3 a zamýšlené produkce 40 vajíček. Takto nízký koeficient rušení znovu ukazuje na převažující slabé obsazení kmenů zastoupených v experimentu.

Díky absenci vyšších populačních hustot měla křivka spíše lineární charakter. Značná rozkolísanost počtu kladených vajíček při stejné hustotě vede k úvahám o výrazné roli kvality substrátu, zejména v případě stromových lapáků. Na základě získaných údajů můžeme konstatovat, že počet vajíček mírně klesá s denzitou i při relativně nižších hustotách obsazení kmene, avšak je třeba si uvědomit, že počet vyvíjejících se jedinců pod kůrou více obsazených kmenů roste.

Poděkování:

Príspevek vznikl jako součást řešení výzkumného projektu NAZV QH81136.

LITERATURA

- ANDERBRANT O. 1990. Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. *Ecological Entomology*, 15: 1-8.
- ANDERBRANT O., SCHLYTER F., BIRGERSSON G. 1985. Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*, 45: 89-98.
- BERRYMAN A. A. 1974. Dynamics of bark beetle populations: towards a general productivity model. *Environmental Entomology*, 4: 579-585.
- BOMBOSCH S. 1954. Zur Epidemiologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). In: Wellenstein G. (ed.): Die Grosse Borkenkalamitat in Sudwestdeutschland 1944-1951. Ringingen, Forstschutzstelle Sudwest: 239-283.
- DEJONG M. C. M., GRIJPM A. P. 1986. Competition between larvae of *Ips typographus*. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 41: 121-133.
- GRODZKI W. 1997. Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In: Grégoire J. C. et al. (eds.): Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pest. Proceedings. Vallombrosa, Italy, 1.-3. Sep 1996. Radnor, USDA Forest Service General technical report NE 236: 105-111.
- HEDGREN P. O., SCHROEDER L. M. 2004. Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology Management*, 203: 241-250.
- HINTZE J. L. 2007. NCSS Help System. Kaysville, NCSS: 2823 s.
- KALANDRA A. 1960. Příspěvek ke gradologii kůrovce smrkového *Ips typographus* L. *Lesnictví*, 33: 345-364.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R. 2011. Mass outbreak of *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Šumava National Park. In: Delb H., Pontuali S. (eds.): Biotic risks and climate change in forests. Proceedings. 10th IUFRO Workshop of WP 7.03.10 "Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe". Freiburg, Germany September 20-23, 2010. Freiburg, Forstlicher Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg: 75-79. Berichte, Heft 89.
- MARTÍNEK V. 1956a. Číselné vyjádření hustoty náletu kůrovce *Ips typographus* L. na kmenech při přemnožení. *Lesnictví*, 29: 411-425.
- MARTÍNEK V. 1956b. Příspěvek k osvětlení problému sesterského pokolení u kůrovce *Ips typographus* L. *Lesnictví*, 29: 615-643.
- MARTÍNEK V. 1961. Problém natality a gradace kůrovce *Ips typographus* L. ve střední Evropě. *Rozpravy ČSAV*, 71: 77 s.
- MELOUN M., MILITKÝ J. 2004. Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia: 953 s.
- MILLS N. J. 1986. A preliminary analysis of the dynamics of within tree population of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera:Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 102: 402-416.
- PFEFFER A. 1954. Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu. Praha, SZN: 46 s.
- RAFFA K. F., BERRYMAN A. A. 1983. The role of host plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Ecological Monographs*, 53: 27-49.
- RÜHM M. 1956. Die Nematoden der Ipiden. *Parasitologische Schriftenreihe*, 6: 1-437.
- SACHTLEBEN H. 1952. Die parasitischen Hymenopteren des Fichtenborkenkafer *Ips typographus* L. *Beitrage zur Entomologie*, 2: 137-189.
- SKUHRAVÝ V. 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha, Agrospoj: 196 s.
- ŠVIHRA P. 1973. K populačnej dynamike lýkožrúta smrekového *Ips typographus* L. v oblasti Horehronia. *Vedecké práce VÚLH vo Zvolene*: 229-258
- THALENHORST W. 1958. Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. Frankfurt, Sauerländer: 126 s.
- TURČÁNI M., VAKULA, J., HLÁSNY T. 2006. Analýza populácií podkôrnych škodcov na Kysuciach, prognóza ďalšieho vývoja a rámcový návrh opatrení In: Kunca A. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2006. Zborník referátov z medzinárodného seminára. 6.-7. apríla 2006, Banská Štiavnica. Zvolen, Lesnícky výzkumný ústav: 84-93.
- WAINHOUSE D. 2005. *Ecological methods in forest pest management*. Oxford University Press: 228 s.
- WERMELINGER B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology Management*, 202: 67-82.
- ZUMR V. 1995. Lýkožrout smrkový – biologie prevence a metody boje. Písek, Matices lesnická: 131 s.
- ČSN 48 1000. Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku.

NUMBER OF EGGS LAID BY THE SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* (L.) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) ON TRAP TREES: INFLUENCE OF SELECTED FACTORS

SUMMARY

In the current study, *I. typographus* egg numbers per gallery, family numbers per m², and maternal gallery lengths were determined for four sections on each surveyed trunk of tree species (*Picea abies* /L./ Karst.); sections were designated according to GRODZKI (1997). Section I was located 0.5 m from the soil surface (Fig. 1). Section II was located halfway between the soil surface and the bottom of the canopy. Section III was located at the base of the canopy, and section IV in the middle of the canopy. Each sample was represented by a strip of bark that was about 0.5 m long and whose width was equivalent to half of the trunk perimeter at the section. The individual bark strips were separated from the tree with an axe and were kept intact if possible. Only "complete" galleries that contained > 20 eggs and in which the oldest larvae was at least in the 3rd instar were used for further analysis.

The *I. typographus* data consisted of 2942 determinations of interconnected population parameters collected from 122 trees and 398 bark samples. This data set is substantially larger than that collected and used by other authors (BOMBOSCH 1954; MARTÍNEK 1956b; THALENHORST 1958; KALANDRA 1960; MARTÍNEK 1961; ŠVIHRA 1973; MILLS 1986; ANDERBRANT 1990). The mean number of eggs per gallery 35 (Fig. 2) was lower than expected based on PFEFFER (1954) or near the minimum reported by other authors (THALENHORST 1958; ZUMR 1995). The mean length of galleries in the current study was 78 mm which was somewhat longer than that mentioned by HEDGREN, SCHROEDER (2004).

The number of families per m² ranged from 6 to 330 (Tab. 2) which is lower than in other reports. The median number of families per m² in the current study (68) indicates a high frequency of samples with low levels of infestation.

The number of family galleries per m² was negatively correlated ($R = 0.11$; $p < 0.05$) with the number of eggs per gallery. Although the length of the maternal galleries was not correlated with the number of family galleries, the length of the maternal galleries was positively correlated with the number of eggs per gallery ($R = 0.57$; $p < 0.05$). The relationship between the parameters was linear and was described by the regression equation $y = 12.29 + 0.315 \cdot x_1$ (y = number of eggs per gallery; x_1 = gallery length) with an R^2 of 0.34 (Fig. 2). The relationship between the number of family galleries per m² (x_2) and the number of eggs per gallery (y) was also linear and was described by the regression equation $y = 39.62 - 0.03 \cdot x_2$ with an R^2 of 0.08 (Fig. 3). Because the number of family galleries per m² was not correlated with the length of maternal galleries, a multidimensional linear regression model was used. The regression equation was $y = 15.45 + 0.29 \cdot x_1 - 0.02 \cdot x_2$; and the model R^2 was 0.36.

The low level of infestation apparently resulted in the weak relationship between the number of family galleries per m² and the number of deposited eggs per gallery (Fig. 3). Owing to the absence of the higher population densities, the curve tended to be linear, although a concave shape can be assumed. The considerable variability in the number of eggs deposited per gallery the same family density suggests a significant effect of substratum quality, especially in the case of the trap trees. The length of the maternal gallery was not dependent on the density, a finding that does not directly contradict the observations of other authors; this relationship was not found to be close in any publication (cf. ANDERBRANT 1990). Based on the relatively high determination coefficient ($R^2 = 0.36$), the number of eggs deposited per female was well described by a multivariate linear regression model that included maternal gallery length and also the number of families per m² of trunk.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 602 351 908; e-mail: holusaj@seznam.cz; holusa@vulhm.cz

STANOVENÍ RETENČNÍCH KŘIVEK BOBTNAVÝCH A SKELETOVITÝCH LESNÍCH PŮD

DETERMINATION OF RETENTION CURVES OF SWELLING AND SKELETON FOREST SOILS

MARTINA VLČKOVÁ¹⁾ - VÍT ŠRÁMEK²⁾ - VERONIKA MATOUŠKOVÁ¹⁾ - KAREL B. BŘEZINA¹⁾ - VĚRA FADRHOŇSOVÁ²⁾
- ZBYNĚK KULHAVÝ¹⁾

¹⁾ *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Zbraslav*

²⁾ *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady*

ABSTRACT

This article presents the results of the verification of methodology for determination of soil water retention curves (further SWRC) using ISO 11274:1998 Soil quality - Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods within Soil Physical Ring Test (FSCC 1st Soil Physical Ring Test 2009) in order to supplement the monitoring of forest soils by hydrophysical characteristics in the project LIFE+FutMon. The retention curves of a representative database of selected forest soils were made for ten sites in the country. The investigated forest soils showed stoniness and high shrinkage, so the evaluation of retention curves extended to explore the influence of the mentioned properties in the results. If the sample volume increases the saturation, the volumetric moisture content for the original volume is much higher than the rate of saturation. As the true volume of common agricultural and forest pedon may be determined by the volume at full saturation of the sample, like that in organosols (Histosols). A newly established original equation was used for evaluation of data at high suction pressures in order to convert the volume of moved shrunken soil into smaller ring (cylindric) cores.

Klíčová slova: retenční křivka, hydrofyzikální charakteristiky, bobtnavé a skeletovité půdy

Key words: retention curve, hydrophysical characteristics, swelling and skeleton soil

ÚVOD

Od roku 1985 probíhá celoevropský monitoring vlivu vzdušných polutantů na zdravotní stav lesních porostů v rámci programu ICP Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests – www.icp-forest.org). Ten byl postupně rozšiřován o sledování řady dalších parametrů, zejména na tzv. plochách intenzivního monitoringu (BOHÁČOVÁ et al. 2010). V rámci projektu EC BIOSOIL (ŠRÁMEK et al. 2008) byl v letech 2005 – 2008 proveden průzkum půdních vlastností na monitorovaných plochách (FABIÁNEK 2004). Byly popsány a podle národní i mezinárodní klasifikace (WRB) zařazeny půdní profily a byly stanoveny některé jejich základní fyzikální charakteristiky (zrnatost a objemová hmotnost). V letech 2009 – 2011 je monitoring zdravotního stavu lesních porostů částečně financován z programu LIFE+ v rámci projektu FutMon (Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System). Jedna z aktivit projektu je zaměřena na zdokonalení hodnocení vodní bilance lesních porostů (BOHÁČOVÁ et al. 2011). Jejím cílem je na vybraných plochách intenzivního monitoringu doplnit spektrum sledovaných parametrů tak, aby získaná data umožnila testování různých typů hydrologických a fyziologických modelů. Proto bylo doplněno stanovení objemové

vlhkosti půdy, měření půdního vodního potenciálu, teploty půdy a hodnocení dalších hydrofyzikálních charakteristik půdy v různých půdních horizontech.

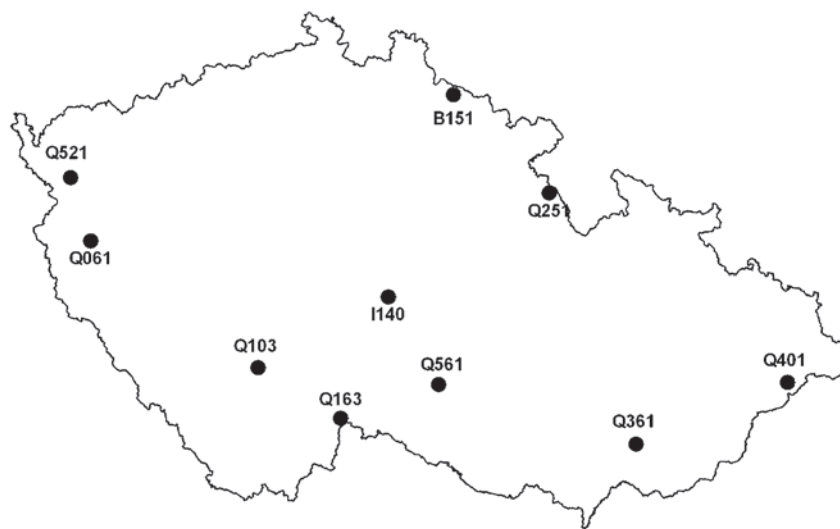
Tento příspěvek je zaměřen na stanovení vlhkostních retenčních křivek lesních půd, které vycházelo z užitých metod kruhového testu laboratoří (1st FSCC Soil Physical Ring Test 2009, FutMon Protokol o způsobu měření retenčních křivek) a hodnotilo tuto hydrofyzikální charakteristiku s cílem harmonizace způsobu měření všech zúčastněných zemí pro budoucí doplnění monitoringu lesních půd (COOLS, DE VOS 2010). Metodika měření byla dána normou ISO 11274:1998 Soil quality Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods a také dosavadní praxí (VALLA et al. 2000; KUTÍLEK, NIELSEN 1994). Je předloženo návrh možného způsobu měření a vyhodnocování výsledků u skeletovitých a bobtnavých půd, který se částečně opírá o zmiňovanou normu. Téma hydrofyzikálních vlastností bobtnavých půd řeší norma jen povrchně, hlouběji se jimi zabývají např. VLČKOVÁ et al. (2011), JAMEI et al. (2007), TARIQ, DURNFORD (1997). Další otázky k tématu bobtnavých půd jsou v příspěvku otevřeny. Zároveň jsou vyhodnoceny získané retenční křivky lesních půd na našem území, pořízené v rámci projektu v laboratoři experimentální hydropedologie Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

MATERIÁL A METODY

Odběry neporušených vzorků půdy

Na podzim roku 2009 (od října do poloviny prosince) bylo odebráno 90 neporušených vzorků půdy do Kopeckého válečku o objemu cca 100 cm³ z deseti ploch intenzivního monitoringu lesních porostů. Popis jednotlivých ploch je uveden v tab. 1; umístění ploch v rámci území je uvedeno na obr. 1. Na každé ploše bylo odebráno vždy devět

vzorků. Vzorky byly odebírány ze tří sond, které byly hloubeny pro instalaci reflektivních čidel objemové vlhkosti půdy. Sondy byly od sebe vzdáleny vždy cca 5 m. V každé ze sond bylo odebráno po jednom válečku z hloubek 0,1, 0,3 a 0,5 m. Ze stejných hloubek v každé sondě byl odebrán vždy i jeden vzorek pro stanovení objemové hmotnosti půdy. Hloubka odběrových míst se počítala od hranice minerální půdy – tedy od předchodu organického (FH) a organominerálního (Ah) horizontu. Odebrané vzorky byly uchovávány v chladu (4 – 10 °C) až do jejich předání laboratoři. Následně bylo provedeno měření retenčních křivek dle výše popsané metodiky.



Obr. 1.

Lokalizace ploch intenzivního monitoringu

Fig. 1.

Localization of intensive monitoring plots

Tab. 1.

Plochy intenzivního monitoringu s odběry půdních vzorků

Intensive monitoring plots with soil sampling

Plocha/Plot	Číslo/ Number	Kód/ Code	Lesní oblast/ Forest area	Hlavní dřevina/ Main tree species	Nadmořská výška/Altitude [m]	Půdní typ (NĚMEČEK 2001)/Soil type (WRB 2006)
Benešovice	Q061	BN	Západočeská pahorkatina	BO/Scots pine	385	Kambizem modální/Haplic Cambisol
Želivka	I140	ZE	Středočeská pahorkatina	SM/Norway spruce	440	Kambizem oglejená/Stagnic Cambisol
Klepačka	Q401	CE	Beskydy	SM/Norway spruce	650	Kambizem oglejená/Stagnic Cambisol
Všeteč	Q103	VS	Středočeská pahorkatina	BK/European beech	615	Kambizem dystrická/Haplic Cambisol Dystric
Nová Brtnice	Q561	NB	Českomoravská vrchovina	SM/Norway spruce	640	Kambizem dystrická/Haplic Cambisol Dystric
Medlovice	Q361	BU	Středomoravské Karpáty	BK/European beech	350	Kambizem pelická/Pelic Cambisol
Lazy	Q521	LZ	Karlovarská vrchovina	SM/Norway spruce	875	Kryptopodzol modální/Entic Podzol
Mísečky	B151	MI	Krkonoše	BK/European beech	940	Podzol modální/Haplic Podzol
Luisino údolí	Q251	LU	Orlické hory	SM/Norway spruce	940	Podzol modální/Haplic Podzol
Lásenice	Q163	VO	Českomoravská vrchovina	SM/Norway spruce	595	Podzol humusový/Histic Podzol

Metodika měření a vyhodnocování retenčních křivek

Metoda měření a vyhodnocování retenčních křivek půd probíhala dle normy ISO 11274:1998 Soil quality - Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods. Tato norma nebyla doposud v širším rozsahu užívána, přestože její postupy jsou velmi podobné dosavadním užívaným metodám stanovení retenčních křivek (KUTÍLEK 1978; MATULA et al. 1989).

Měření retenčních křivek laboratorní experimentální hydroopedologie probíhalo v pískovém a kaolinovém boxu firmy Eikelkamp-Giesbeek a v přetlakovém extraktoru firmy Soil Moisture Equipment corp. Sací tlaky retenční křivky byly dány nastavením použitého přístroje, kde se hodnoty odečítaly ze stupnice na pískovém boxu a z manometru na přístrojích ostatních. Vlhkosti byly gravimetricky měřeny pro sací tlaky 0, 1, 5, 10, 33, 1500 a 10⁶ kPa, vlhkost při nulovém sacím tlaku byla stanovena pyknometricky. Vzorky se ponechaly při nastavených tlakových krocích nejméně 7 dní, poté byly váženy a ustálení jejich vlhkosti bylo uznáno při maximální denní změně hmotnosti vzorku do 0,02 %. Pro zachování dostatečného hydraulického kontaktu vzorku s materiálem měřicího zařízení byly použity filtrační papíry ze sklených mikrovláken Whatman GF6. Pro sací tlak 1500 kPa nebyly již filtrační papíry použity. V pískovém a kaolinovém boxu byly měřeny vzorky 100 cm³, pro měření vlhkosti při -1500 kPa byly vzorky přemístěny do válečků o velikosti 25 cm³. Vedle hmotnosti vzorků se při jednotlivých tlakových krocích zjišťovala také teplota vzduchu, podle které se vlhkostní hodnoty přepočítávaly. Pro přepočet jednotek sacího tlaku u pískového boxu byl použit vztah 1kPa = 10,22 cm.

Vztahy pro výpočet vlhkosti jsou následující:

[a] – pro půdy obsahující méně než 20 % hrubého materiálu:

$$WC_{\psi_i} = \frac{(M_{\psi_i} - M_{dry})}{M_{dry}} \quad (1)$$

kde: WC_{ψ_i} je podíl vlhkosti při sacím tlaku

M_{ψ_i} je hmotnost půdního vzorku při sacím tlaku Ψ_i v g

M_{dry} je hmotnost vysušeného vzorku v g

$$\theta_{\psi_i} = \frac{M_{\psi_i} - M_{dry}}{V \cdot \rho_w} \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

kde: θ_{ψ_i} je objemová vlhkost vzorku při sacím tlaku Ψ_i v m³.m⁻³

V je objem půdního vzorku v m³

ρ_w je hustota vody v kg.m⁻³

nebo

$$\theta_{\psi_i} = WC_{\psi_i} \cdot \frac{\rho_b}{\rho_w} \quad (3)$$

kde: ρ_b je objemová hmotnost vysušeného vzorku při 105° C, v kg.m⁻³

Tэта rovnice odpovídá rovnici pro výpočet čísla vlhkosti (KUTÍLEK 1978).

[b] – pro půdy obsahující více než 20 % hrubého materiálu (viz ISO 11274:1998):

Pro kamenité půdy obsahující neporézní kameny existuje konverzní rovnice pro výpočet vlhkosti jemnozeme:

$$\theta_f = \frac{\theta_t}{1 - \theta_s} \quad (4)$$

kde: θ_f je objemová vlhkost jemnozeme v m³.m⁻³

θ_s je objem kamenů vyjádřen podílem objemu celého vzorku v m³.m⁻³

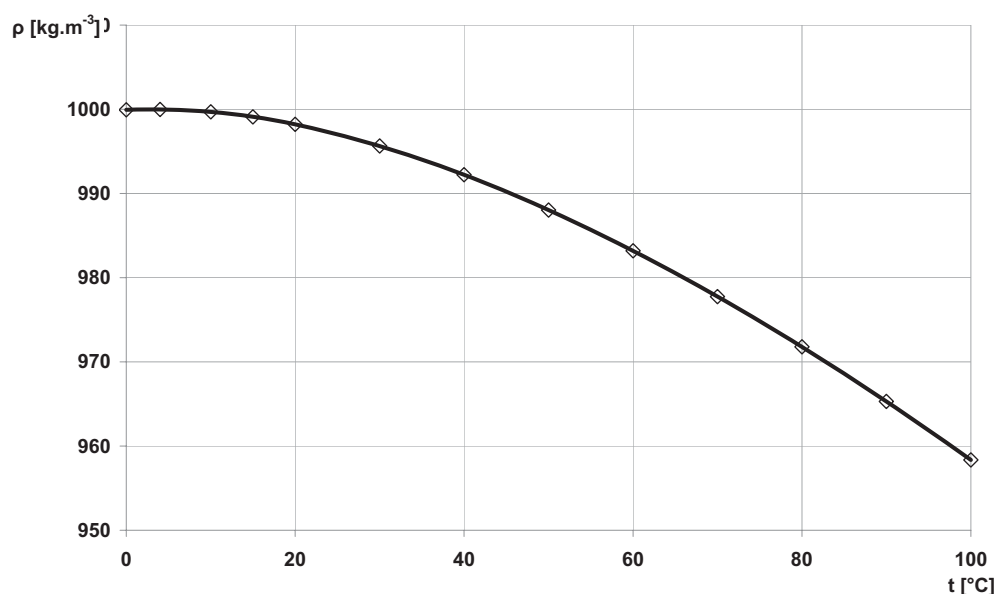
θ_t je vlhkost celého vzorku půdy vyjádřena jejím podílem na celkovém objemu válečku v m³.m⁻³.

Pro kamenité půdy obsahující porézní kameny existuje též konverzní rovnice pro výpočet vlhkosti jemnozeme:

$$\theta_f = \theta_t - \frac{\theta_{s_{por}} \cdot \theta_s}{1 - \theta_s} \quad (5)$$

kde: $\theta_{s_{por}}$ je objemová vlhkost kamene vyjádřena podílem z objemu kamene v m³.m⁻³.

Pro přepočet hustoty destilované vody byly použity hodnoty uvedené v obr. 2 (ČMELÍK et al. 2001).



Obr. 2.

Hodnoty přepočtu hustoty destilované vody

Fig. 2.

Values of conversion of distilled water density

Po celou dobu měření bylo počítáno s původním objemem válečků 100 cm³, po přemístění zeminy do malých válečků 25 cm³ bylo nutné počítat se smrštěním vzorku a dle něj přepočítat objem malých válečků. Smrštění vzorků 100 cm³ před jejich umístěním do válečků 25 cm³ je uvedeno na příkladu vzorku kruhového testu v tab. 2.

Vzorky půdy pro kruhový test připravoval tým pořadatele tohoto testu – Forest Soil Co-ordinating Centre (FSCC) v rámci Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) v Belgii. Fyzikálně chemické vlastnosti půdy spolu s přesným způsobem jejího odběru uvádí COOLS, DE Vos (2010). Půda byla každopádně před odběrem homogenizována kvartováním, přesáta přes síto s okem 1 cm. Odběrové válečky byly vloženy do homogenizované půdy v ocelovém kontejneru a překryty další vrstvou půdy (cca 20 cm). Následně byla půda zhutněna pomocí kompresoru při maximálním tlaku 120 barů. Přesto „homogenizovaná“ půda nevykazuje stejné vlastnosti, viz tab. 2, 3 a obr. 3.

Tab. 2

Radiální smrštění vzorků 100 cm³ (na příkladu vzorků kruhového testu)
Radial shrinkage of samples 100 cm³ (an example from Soil Physical Ring Test)

Vzorek číslo/ Sample number	Radiální smrštění válečku/ Radial shrinkage roller [mm]
1	8,59
2	2,06
3	9,84
4	4,31
5	10,94

Tab. 3.

Výsledky laboratorního měření retenčních křivek v rámci kruhového testu laboratoří
Results of laboratory measurements of SWRC in Soil Physical Ring Test

Pořadové číslo vzorku/Serial number of sample	1	2	3	4	5	Průměrná hodnota/Average value	Směrodatná odchylka/Standard deviation	
Objemová hmotnost sušiny/ Dry density [kg.m ⁻³]	1376	1506	1397	1488	1436	1441	50	
Objemová hmotnost sušiny smrštěné půdy/Dry density of shrunken soil [kg.m ⁻³]	1776	1586	1843	1665	1927	1759	122	
Sací tlak/ Suction pressure [kPa]	Sací tlak/ Suction pressure [pF]	Vlhkost/Moisture [m ³ .m ⁻³]						
0	0,01	0,4777	0,4297	0,4666	0,4370	0,4573	0,4537	0,0179
1	1,04	0,3472	0,3682	0,3415	0,3770	0,3576	0,3583	0,0131
5	1,70	0,3339	0,3558	0,3265	0,3663	0,3455	0,3456	0,0144
10	2,02	0,3272	0,3485	0,3194	0,3570	0,3374	0,3379	0,0137
33	2,53	0,2484	0,2614	0,2472	0,2602	0,2506	0,2536	0,0060
1500	4,19	0,0912	0,0991	0,0912	0,0999	0,0957	0,0954	0,0037

Pro přepočet objemu vzorků nejen kruhového testu byla použita rovnice:

$$V_{25\ sm} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{v_{100}}{v_{100\ sm}} \cdot v_{25} \quad (6)$$

kde: $V_{25\ sm}$ je přepočtený objem malého vzorku smrštěné půdy v m³

r je poloměr malého vzorku v m

v_{100} je původní výška nesmrštěné půdy velkého válečku v m

$v_{100\ sm}$ je výška smrštěné půdy velkého válečku v m

v_{25} je původní výška malého válečku 25 cm³ v m.

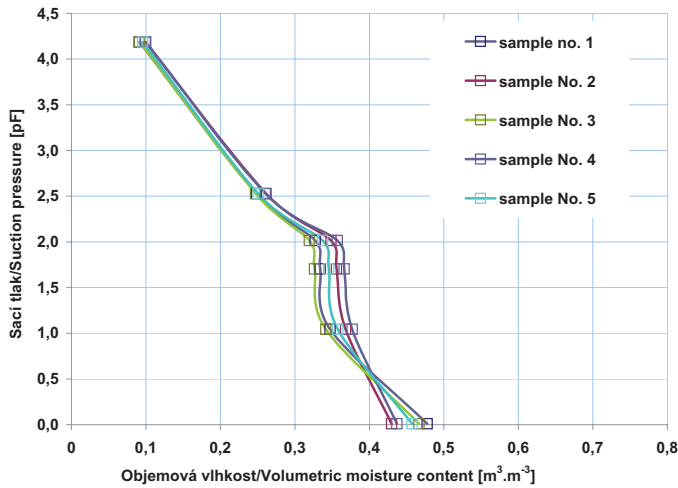
Objemová hmotnost vysušených vzorků byla počítána pro objem cca 100 cm³.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. 3 a obr. 3 jsou výsledky laboratorního měření retenčních křivek v rámci kruhového testu laboratoří.

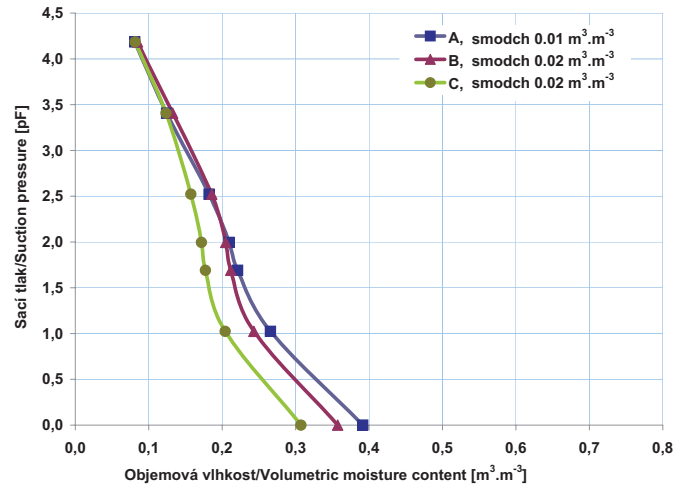
Výsledky měření retenčních křivek vybraných lesních půd v rámci projektu LIFE+ FutMon na našem území jsou uvedeny v obr. 4 – 13. Písmena A, B, C v legendě uvádí hloubku odběru vzorků (A = 0,1 m, B = 0,3, C = 0,5 m), zkratka smodch v legendě značí směrodatnou odchylku hodnot vlhkosti třech vzorků dané hloubky od jejich průměru.

V následující tab. 4 jsou vybrány hodnoty retenčních křivek sledovaných lokalit pro hloubku 0,1 m, dále jsou zde uvedeny poměrné objemy skeletu k celkovému objemu vzorku. Vzhledem k tomu, že byly hodnoty retenčních křivek i objemů skeletu stanoveny z průměru hodnot naměřených ze tří vzorků, jsou v tabulce uvedeny také směrodatné odchylky od průměru. V tab. 5 jsou uvedeny retenční křivky stejných vzorků počítané pouze pro jejich jmenovku dle rovnice č. 4.



Obr. 3.
Retenční křivky vlhkosti vzorků půdy mezinárodního kruhového testu

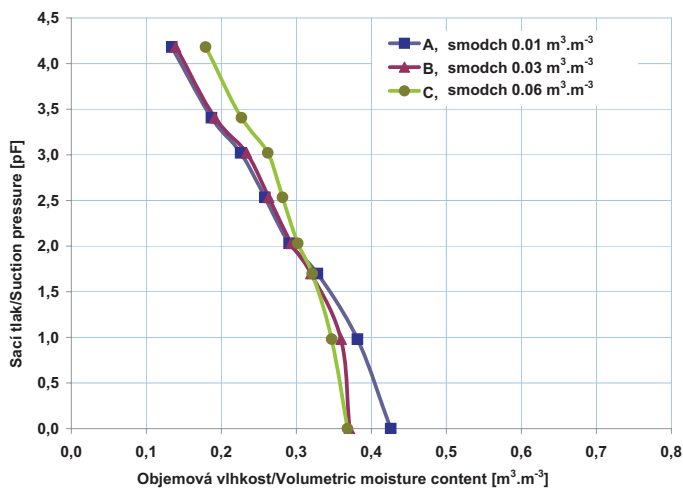
Fig. 3.
SWRC of soil samples of the international Soil Physical Ring Test



Obr. 4.
Retenční křivky – plocha Benešovice, lesní oblast Západočeská pahorkatina, půdní typ kambizem modální KAM

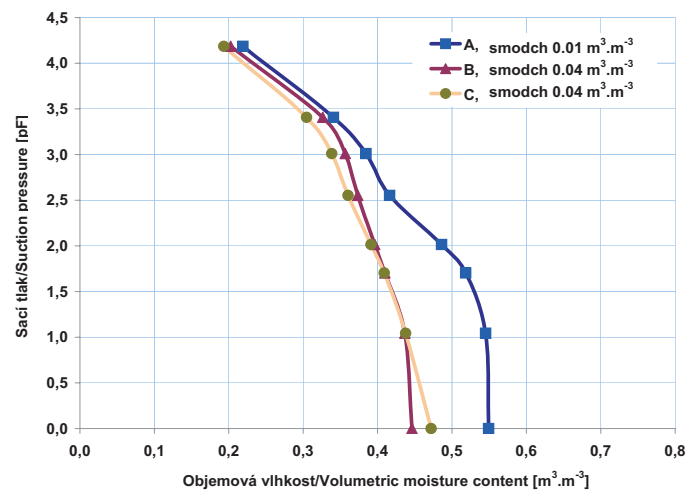
Fig. 4.
SWRC – Benešovice plot, Západočeská pahorkatina forest area, soil type Haplic Cambisol (WRB 2006)

Explanatory note on Fig. 4 - 13: A, B, C represent depth of sampling (A = 0.1 m; B = 0.3 m; C = 0.5 m); smodch as a symbol of standard deviation (STDEV) indicates STDEV values of three samples of moisture from their average.



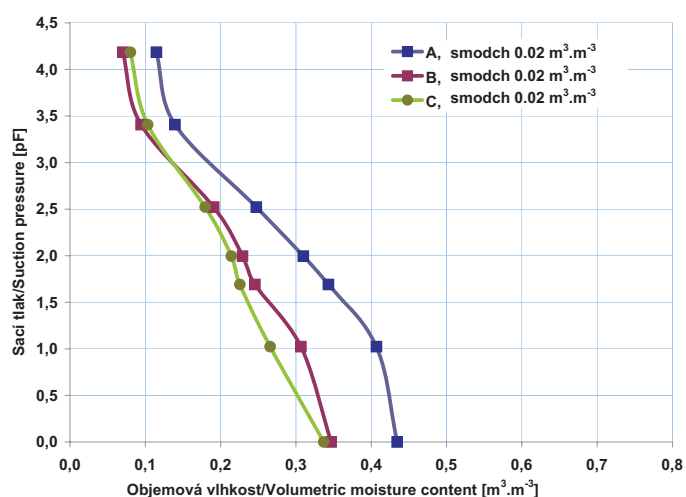
Obr. 5.
Retenční křivky – plocha Želivka, lesní oblast Středočeská pahorkatina, půdní typ kambizem oglejená KAg

Fig. 5.
SWRC – Želivka plot, Středočeská pahorkatina forest area, soil type Stagnic Cambisol (WRB 2006)



Obr. 6.
Retenční křivky – plocha Klepačka, lesní oblast Beskydy, půdní typ kambizem oglejená KAg

Fig. 6.
SWRC – Klepačka plot, Beskydy forest area, soil type Stagnic Cambisol (WRB 2006)

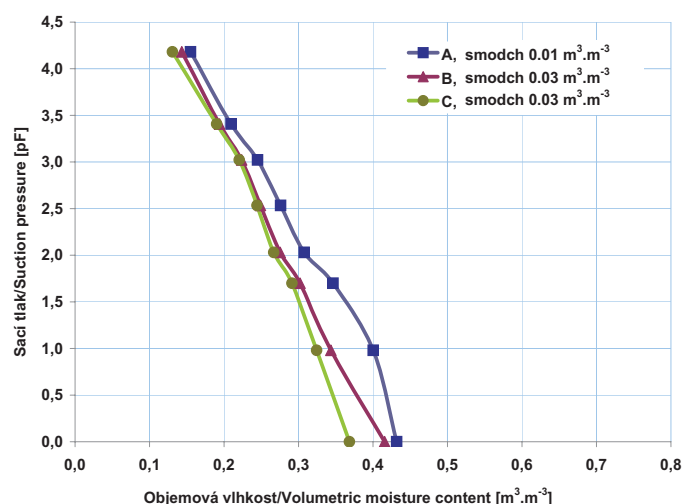


Obr. 7.

Retenční křivky - plocha Všetec, lesní oblast Středočeská pahorkatina, půdní typ kambizem dystrická KAd

Fig. 7.

SWRC - Všetec plot, Středočeská pahorkatina forest area, soil type Haplic Cambisol Dystric (WRB 2006)

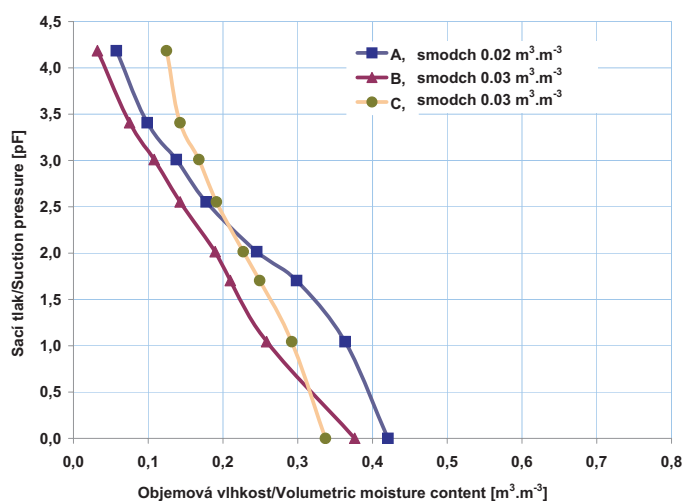


Obr. 8.

Retenční křivky - plocha Nová Brtnice, lesní oblast Českomoravská vrchovina, půdní typ kambizem dystrická KAd

Fig. 8.

SWRC - Nová Brtnice plot, Českomoravská vrchovina forest area, soil type Haplic Cambisol Dystric (WRB 2006)

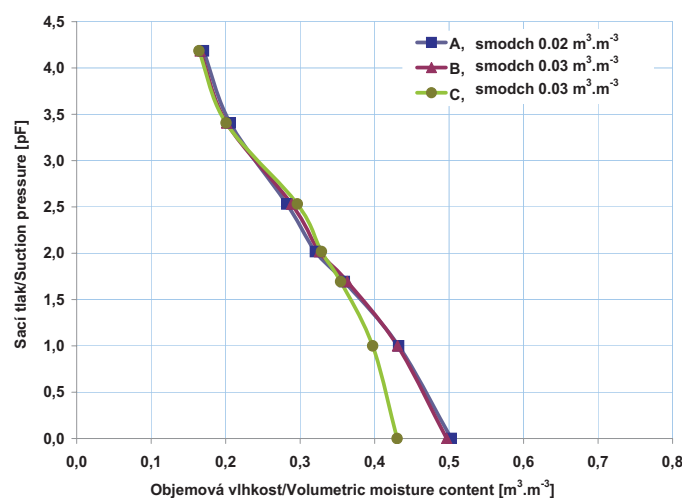


Obr. 9.

Retenční křivky - plocha Medlovice, lesní oblast Středomoravské Karpaty, půdní typ kambizem pelická KAp

Fig. 9.

SWRC- plot Medlovice, forest area Středomoravské Karpaty, soil type Pelic Cambisol (WRB 2006)

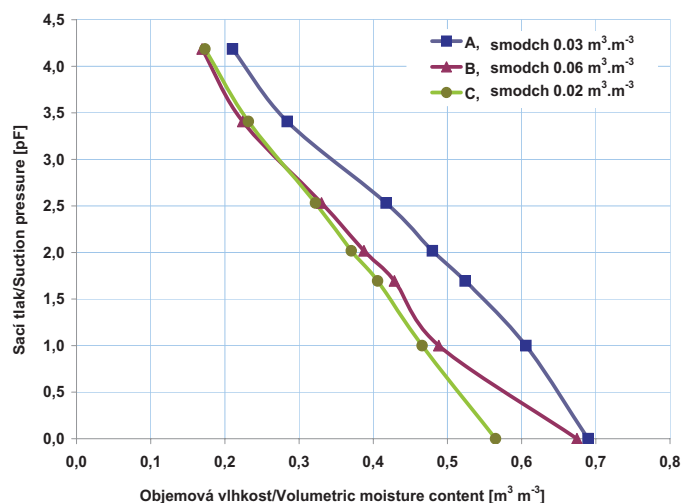


Obr. 10.

Retenční křivky - plocha Lazy, lesní oblast Karlovarská vrchovina, půdní typ kryptopodzol modální PZm

Fig. 10.

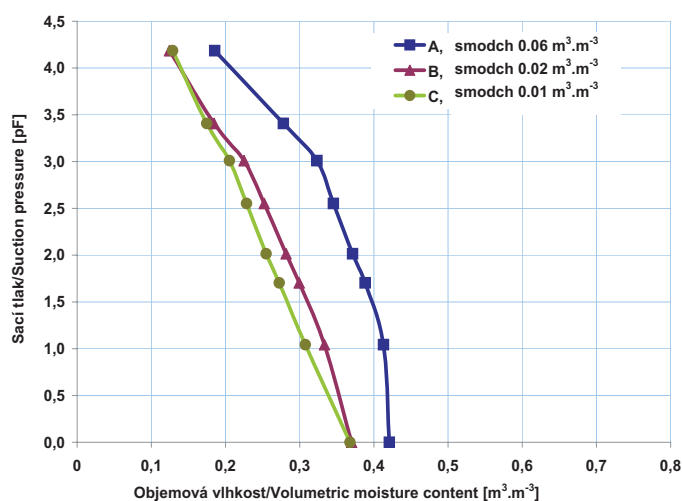
SWRC - Lazy plot, Karlovarská vrchovina forest area, soil type Entic Podzol (WRB 2006)


Obr. 11.

Retenční křivky – plocha Míšečky, lesní oblast Krkonoše, půdní typ podzol modální PZm

Fig. 11.

SWRC – Míšečky plot, Krkonoše forest area, soil type Haplic Podzol (WRB 2006)


Obr. 12

Retenční křivky – plocha Luisino údolí, lesní oblast Orlické hory, půdní typ podzol modální PZm

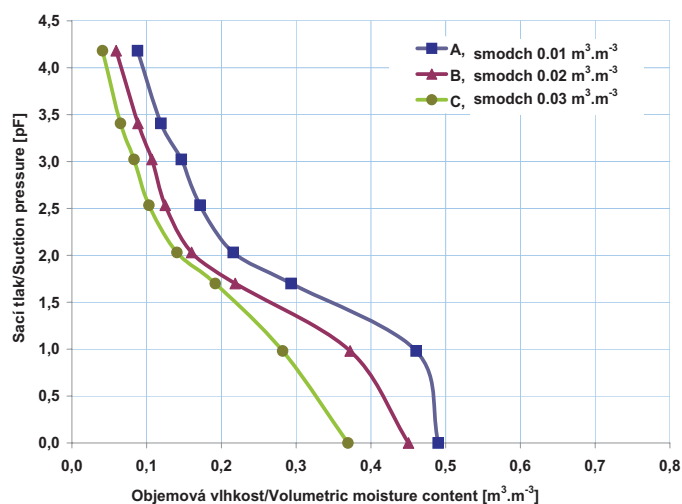
Fig. 12

SWRC – Luisino údolí plot, Orlické hory forest area, soil type Haplic Podzol (WRB 2006)

V tab. 6 a obr. 14 jsou uvedeny odchylky vlhkosti jemnozeme od vlhkosti celého vzorku a jejich statistické vyhodnocení (průměrná a směrodatná odchylka).

V uvedených grafech v obr. 4 – 13 retenčních křivek jsou popsány 3 měření pro tři hloubky odběru 0,1, 0,3 a 0,5 m, kdy cílem nebylo přesně popsat vlastnosti lesních půd, ale ověřit způsob stanovení zmiňované hydrofyzikální charakteristiky v tak nepříznivých podmínkách, jaké se mohou naskytnout právě v lesní půdě (zejména vlivem vysokého podílu skeletu či bobtnavosti půd). Z tohoto důvodu jsou grafy retenčních křivek názornou ukázkou a nástinem celoevropského monitoringu lesních půd. Přesto je z grafů patrný odlišný trend pro každou lokalitu, resp. půdní typ; to správnost měření jen potvrzuje. Tab. 4, 5, 6 a obr. 14 popisují skeletovitost vybraných lesních půd a retenční křivky jejich vzorků s obsahem skeletu a bez (pouze jemnozeme). V tab. 6 jsou vidět odchylky vlhkostí jemnozeme od vlhkostí původních celých vzorků pro různé typy půd. Největší odchylka se projevila u kambizemě modální z lokality Benešovice, kde se též změnil největší obsah skeletu. Nejnižší odchylka se ukázala u podzolu humusového lokality Lásenice, kde byla skeletovitost nejnižší. Na obr. 14 je rovněž vidět sestupný trend odchylek vlhkosti se stoupajícím sacím tlakem.

Doposud byly popisovány výsledky měření s použitím běžné praxe na našem území a kombinované s mezinárodní ISO normou, kdy se objemová vlhkost vzorků standardně počítá pro jejich původní objem; takto získané výsledky byly také shledány platnými v rámci mezinárodního kruhového testu. Ze všech uvedených měření je však k diskusi vhodný způsob stanovení vlhkosti pro retenční křivku u bobtnavých půd. Norma ISO 11274:1998 a stejně tak KUTÍLEK (1978) uvádí pro správný výpočet vlhkostí bobtnavých půd rovnici pro číslo vlhkosti (rovnice č. 3). V této rovnici je ale místo objemu počítáno s objemovou hmotností vysušené zeminy, která je opět závislá na objemu odběrného válečku a na momentální vlhkosti vzorku v době odběru. Pro porovnání byly stanoveny různé vlhkosti u zvoleného vzorku č. 3


Obr. 13.

Retenční křivky – plocha Lásenice, lesní oblast Českomoravská vrchovina, půdní typ podzol humusový PZh

Fig. 13.

SWRC – Lásenice plot, Českomoravská vrchovina forest area, soil type Histic Podzols (WRB 2006)

Tab. 4

Retenční křivky půdní vlhkosti vybraných lokalit pro hloubku 0,1 m
SWRC for selected locations for the depth of 0.1 m

Kód plochy/Area code	Sací tlak/ Suction pressure [pF]	0	1	2	3,41	4,18	Průměrná smě- rodatná odchylka pro všechny tlaky/Average standard deviation for all pressures [m ³ .m ⁻³]	Poměrný objem skeletu/ Average volume of the skeleton [%]	Směrodatná odchylka/ Standard deviation [%]
	Půdní typ/ Soil type (WRB 2006)	Vlhkost / Moisture [m ³ .m ⁻³]							
MI	Podzol modální/ Haplic Cambisol	0,6896	0,6058	0,4797	0,2840	0,2103	0,0288	17,4423	0,8630
ZE	Kambizem oglejená/Stag- nic Cambisol	0,4258	0,3815	0,2904	0,1868	0,1340	0,0113	21,7295	1,6061
BN	Kambizem modální/ Haplic Cambisol	0,3914	0,2657	0,2094	0,1244	0,0810	0,0104	39,5603	7,3180
VS	Kambizem dystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,4345	0,4070	0,3098	0,1395	0,1148	0,0188	22,3244	4,1173
VO	Podzol humusový/ Histic Podzol	0,4900	0,4605	0,2158	0,1191	0,0877	0,0096	11,7923	2,3011
LU	Podzol modální/ Haplic Podzol	0,4208	0,4129	0,3713	0,2780	0,1854	0,0631	24,9346	5,2551
BU	Kambizem pelická/Pelic Cambisol	0,4207	0,3634	0,2451	0,0986	0,0573	0,0158	18,4333	1,6626
CE	Kambizem oglejená/Stag- nic Cambisol	0,5493	0,5453	0,4860	0,3407	0,2190	0,0130	22,9603	0,8941
LZ	Kryptopodzol modální/ Entit Podzol	0,5029	0,4323	0,3205	0,2060	0,1703	0,0237	24,8179	3,4087
NB	Kambizem bystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,4318	0,4003	0,3076	0,2094	0,1550	0,0115	24,0013	3,8677

Tab. 5.

Retenční křivky jemnozeme vybraných lokalit pro hloubku 0,1 m
SWRC of fine earth for selected locations for depth of 0.1 m

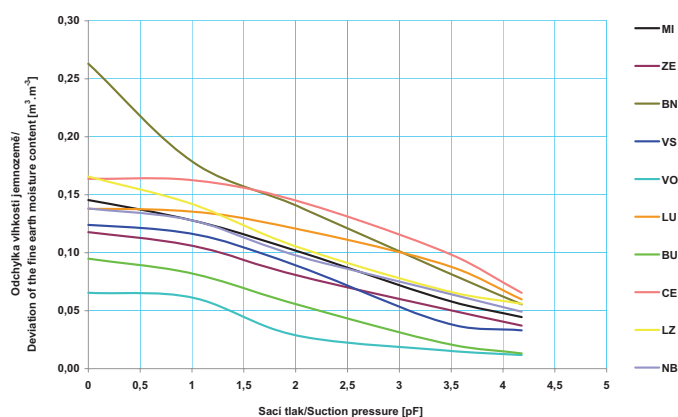
Kód plochy/Area code	Sací tlak/ Suction pressure [pF]	0	1	2	3,14	4,18	Průměrná smě- rodatná odchyl- ka pro všechny tlaky/Average standard devi- ation for all pressures [m ³ .m ⁻³]
	Půdní typ/ Soil type (WRB 2006)	Vlhkost/Moisture [m ³ .m ⁻³]					
MI	Podzol modální/ Haplic Cambisol	0,8350	0,7338	0,5815	0,3443	0,2548	0,0369
ZE	Kambizem oglejená/Stag- nic Cambisol	0,5435	0,4875	0,3711	0,2388	0,1711	0,0141
BN	Kambizem modální/Haplic Cambisol	0,6544	0,4444	0,3501	0,2093	0,1364	0,0384
VS	Kambizem dystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,5585	0,5233	0,3990	0,1798	0,1479	0,0127
VO	Podzol humusový/ Histic Podzol	0,5555	0,5219	0,2446	0,1350	0,0995	0,0054
LU	Podzol modální/ Haplic Podzol	0,5586	0,5485	0,4921	0,3685	0,2452	0,0649
BU	Kambizem pelická/ Pelic Cambisol	0,5156	0,4455	0,3008	0,1210	0,0705	0,0197
CE	Kambizem oglejená/Stag- nic Cambisol	0,7131	0,7079	0,6311	0,4425	0,2844	0,0207
LZ	Kryptopodzol modální/ Entit Podzol	0,6686	0,5743	0,4259	0,2741	0,2262	0,0172
NB	Kambizem bystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,5699	0,5282	0,4053	0,2756	0,2041	0,0210

Tab. 6.

Odchylky vlhkosti jemnozeme od vlhkosti celého vzorku

Deviation of the fine earth moisture content from the moisture content of whole sample

Kód plochy/ Area code	Sací tlak/ Suction pressure [pF]	Odchylka vlhkosti jemnozeme od vlhkosti celého vzorku/ Deviation of the fine earth moisture content from the moisture content of whole sample [m ³ .m ⁻³]					Průměrná odchylka/ Average deviation [m ³ .m ⁻³]	Směrodatná odchylka/ Standard devi- ation [m ³ .m ⁻³]
		0	1	2	2,41	4,18		
	Půdní typ/ Soil type (WRB 2006)							
MI	Podzol modální/ Haplic Cambisol	0,1454	0,1280	0,1018	0,0603	0,0445	0,0960	0,0385
ZE	Kambizem oglejená/ Stagnic Cambisol	0,1177	0,1061	0,0807	0,0520	0,0371	0,0787	0,0307
BN	Kambizem modální/ Haplic Cambisol	0,2630	0,1787	0,1408	0,0849	0,0554	0,1446	0,0731
VS	Kambizem dystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,1240	0,1163	0,0892	0,0403	0,0330	0,0806	0,0377
VO	Podzol humusový/ Histic Podzol	0,0655	0,0614	0,0288	0,0159	0,0118	0,0367	0,0226
LU	Podzol modální/ Haplic Podzol	0,1378	0,1356	0,1208	0,0905	0,0597	0,1089	0,0298
BU	Kambizem pelická/ Pelic Cambisol	0,0949	0,0821	0,0556	0,0224	0,0131	0,0536	0,0320
CE	Kambizem oglejená/ Stagnic Cambisol	0,1638	0,1626	0,1451	0,1018	0,0654	0,1277	0,0384
LZ	Kryptopodzol modální/ Entic Podzol	0,1657	0,1420	0,1054	0,0681	0,0559	0,1074	0,0419
NB	Kambizem bystrická/ Haplic Cambisol Dystric	0,1382	0,1279	0,0977	0,0662	0,0491	0,0958	0,0343


Obr. 14.

 Odchylka vlhkosti jemnozeme od vlhkosti celého vzorku [m³.m⁻³]

Fig. 14

 Deviation of the fine earth moisture content from the moisture content of the whole sample [m³.m⁻³]

MI (kruhového testu) pro různé objemové hmotnosti, vypočtené z objemů nezměněného a změněného dle smrštění (viz tab. 7).

Pokud bychom počítali s původním objemem, byla by vlhkost vzorku při -1 kPa 0,4 m³.m⁻³, pokud bychom vzali objem smrštěný, byla by pak vlhkost při stejném sacím tlaku o 0,12 m³.m⁻³ větší, tj. 0,52 m³.m⁻³. Vyzvstává však otázka dalšího řešení, který z těchto výpočtů je správnější, zvláště vzhledem k variabilitě vlhkostí a objemu vzorku při odběru. Je třeba podotknout, že potřebná vážení se při zpracování vzorků provádí a měří se zpravidla i objemové změny. Zpracování tedy nerozlišuje nadměrně rámec běžné laboratorní praxe při stanovení retenčních křivek.

Ve výše uvedených retenčních křivkách lesních půd zájmových lokalit nebyla zohledněna jejich bobtnavost ani smrštění, pro výpočet jejich vlhkosti byla použita rovnice 2, popř. 3, tento postup odpovídá ISO 11274:1998 a dosavadním standardům měření. Naměřené smrštění vzorků, v tomto příspěvku neuváděné, bylo ovšem zohledněno pro výpočet objemu vzorků půdy přemístěných do malých válečků pro následné měření při vysokých přetlacích v přetlakových nádobách. Rovnice 6 pro výpočet objemu přemístěných vzorků smrštěné půdy je stanovena jako původní.

ZÁVĚR

Hlavním záměrem tohoto příspěvku je podat informaci o existenci a užití mezinárodní normy ISO 11274:1998, která stanovuje postup měření retenčních křivek vlhkosti půd a není na našem území běžně užívána. Dle této normy lze stanovit také retenční křivky jemnozeme v rámci značně skeletovitého vzorku půdy.

Tab. 7.

Vlhkosti pro různé objemové hmotnosti (vzorek č. 3)
Soil moisture for different bulk densities (sample No. 3)

Hmotnost vysušené zeminy/Dry soil weight [g]	139,54
Původní objem/Original volume [cm ³]	99,88
ρD1 objemová hmotnost vysušené zeminy/ Dry soil bulk density [g.cm ⁻³]	1,40
Smrštění/Shrinkage [mm]	9,84
Nový objem po smrštění/ New volume after shrinking [cm ³]	75,72
ρD2 objemová hmotnost vysušené zeminy po smrštění/ Dry soil bulk density after shrinkage [g.cm ⁻³]	1,84
Hmotnost vody při -1 kPa/Weight of water at -1 kPa [g]	39,65
Vlhkost při -1 kPa s užitím ρD1/ Moisture at -1 kPa using ρD1 [m ³ .m ⁻³]	0,40
Vlhkost při -1 kPa s užitím ρD2/ Moisture at -1 kPa using ρD2 [m ³ .m ⁻³]	0,52
Rozdíl jednotlivých vlhkostí/ Moisture Difference [m ³ .m ⁻³]	0,12

Během provedení vyhodnocování dat byl indikován další problém, který doposud běžná praxe ani norma samotná nezohledňuje. Vzhledem k tomu, že objem vzorků půdy je dán velikostí použitého odběrového válečku a způsobem jejich odběru, výsledky retenčních křivek bobtnavých půd mohou být velkou měrou ovlivněny momentální vlhkostí vzorku při jeho odběru. Pokud se objem vzorku po nasycení zvýší, objemová vlhkost je pro původní objem válečku o mnoho větší než pro objem po nasycení. Dle provedení měření se vlhkost může lišit, např. až o 12 % objemových. Toto zjištění je třeba zohlednit zejména při porovnávání stejných lokalit v průběhu let, kdy musí být splněna podmínka, že vlhkost půdy při odběrech by měla být velmi podobná. Tímto ovšem není řešen problém „pravdivosti“ naměřených hodnot např. pro užití v následném modelování pohybu vody v půdě. Jako „pravdivý“ objem běžné zemědělské i lesní půdy se může stanovit objem při plném nasycení vzorku, jako je tomu u organosolů.

V textu je dále uvedena, v rámci řešení nově stanovená, původní rovnice pro přepočet objemu přemístěné smrštěné zeminy do menších válečků pro měření vysokých přetlaků.

Dle výsledků mezinárodního kruhového testu laboratoří bylo potvrzeno vytvoření reprezentativní databáze retenčních křivek vybraných lesních půd na našem území v rámci projektu LIFE+ FutMon.

Poděkování:

Odběry vzorků byly provedeny v rámci projektu LIFE+ FutMon (Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System) a výzkumného záměru MZE0002070203. Vyhodnocení postupu celého měření pak bylo realizováno v rámci výzkumného záměru MZE0002704902 a také doktorského studia oboru Environmentální modelování na Katedře vodního hospodářství a environmentálního modelování České zemědělské univerzity v Praze při zpracování disertační práce na téma možnosti měření retenčních křivek a nenasyčené hydraulické vodivosti u heterogenních půd.

LITERATURA

BOHÁČOVÁ L., LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V. (eds.) 2010. Monitoring zdravotního stavu lesa v České republice. Ročenka programu ICP Forests/FutMon, data 2008 a 2009. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 157 s.

BOHÁČOVÁ L., LOMSKÝ B., ŠRÁMEK V. (eds.) 2011. Rozvoj monitoringu zdravotního stavu lesa v rámci projektu Life+ „FutMon“ v České republice. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 58 s.

COOLS N., DE VOS B. 2010. 1st FSCC soil physical ringtest 2009. [online]. Brusel, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO): 47 s. [cit. 12. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.inbo.be/docupload/4330.pdf>

ČMELÍK M., MACHONSKÝ L., ŠÍMA Z. 2001. Fyzikální tabulky. Liberec, Technická univerzita: 58 s.

FABIÁNEK P. (ed.) 2004. Monitoring stavu lesa v České republice 1984 – 2003. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR; VÚLHM: 431 s.

FAO. 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 128 s.

FUTMON protocol. Determination of the soil water retention characteristics. [on-line]. 12 s. [cit. 12. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.inbo.be/docupload/4000.pdf>

ISO 11274:1998 Soil quality – Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods.

ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – part 2: Basic method for determination of repeatability and reproducibility of a standard measurements method.

JAMEI M., GUIRAS, H., MOKNI N. 2007. A retention curve prediction for unsaturated clay soils. In: Schanz T.: Experimental unsaturated soil mechanics. Springer: 377-386. Springer proceedings in physics, 112.

KUTÍLEK M. 1978. Vodohospodářská pedologie. Vysokoškolská učebnice. Praha, SNTL; Bratislava, ALFA: 171.

KUTÍLEK M., NIELSEN D. R. 1994. Soil hydrology. Catena, Cremlingen-Destedt: 370 s.

MATULA S., SEMOTÁN J., VESELÁ J. 1989. Hydropedologie. Praktikum. Praha, České vysoké učení technické v Praze: 144 s.

NĚMEČEK J. et al. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, ČZU: 79 s.

ŠRÁMEK V., VORTELOVÁ L., LOMSKÝ B. 2008. BIOSOIL – Evropský projekt monitoringu lesních půd – průběh v České republice. [online]. In: Sobocká J., Kulhavý J. (eds.): Půda v moderní informační společnosti. 1. konference České pedologické společnosti a Societas pedologica Slovaca. Sborník příspěvků. Bratislava Výzkumný ústav půdoznalctva a ochrany půdy: 287-297. [cit. 12. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://www.pedologie.cz/akce/dokumenty/Sbornik_Roznov_07.pdf

TARIQ A. U. R., DURNFORD D. S. 1997. Moisture retention of a swelling soil under capillary and overburden pressures. Journal of Hydrology, 203: 119-126.

VALLA M. et al. 2000. Pedologické praktikum. Praha, ČZU, Agronomická fakulta: 148 s.

VLČKOVÁ M., ŠRÁMEK V., KULHAVÝ Z., BENEŠOVÁ V., FADRHOŇSOVÁ V. 2011. Hodnocení retenčních křivek lesních půd v rámci projektu LIFE+ FutMon v ČR. In: Hydrologie malého povodí 2011. 2. díl. Praha, Ústav pro hydrodynamiku AV ČR: 519-528.

DETERMINATION OF RETENTION CURVES SWELLING AND SKELETON FOREST SOILS

SUMMARY

This paper is focused on the determination of moisture retention curves of forest soils within the European LIFE+ FutMon project in the Czech Republic including the results of the ring test of laboratories (FSCC 1st Soil Physical Ring Test 2009, FutMon Protocol). The soil hydrology characteristics were evaluated by harmonized methods in all participating countries (COOLS, DE Vos 2010). The method of measurement is given by ISO 11274:1998 Soil quality – Determination of the water retention characteristics – Laboratory methods and also by current practice (VALLE et al. 2000; KUTÍLEK, NIELSEN 1994).

In the years 2009–2011, the monitoring of forest health was carried out; it was partially subsidized by LIFE project in the frame of the FutMon project (Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System). One of the activities of the project was aimed at improving the evaluation of the water balance of forest stands (BOHÁČOVÁ et al. 2011). Its aim was to complete the range of monitored parameters on intensive monitoring plots to allow testing of different types of hydrological and physiological models. Therefore, measurement of volumetric soil moisture, soil water potential, soil temperature, and determination of further soil hydrologic characteristics in different soil horizons was established at these sites.

In autumn 2009 (October to mid-December) 90 undisturbed soil volume samples were collected by Kopecký's metal ring (cylinder) of volume equal to 100 cubic centimetres in 10 plots of intensive monitoring of forest ecosystems. Description of particular plots is given in Tab. 1, position of particular plot is shown in Fig. 1. Nine samples were collected at each plot. These samples were taken from three pits. The pits were spaced approximately 5 m apart from each other; in each of the pits one cylindrical sample was taken from the depth of 0.1, 0.3, and 0.5 m; in the same depth of each pit, a sample was taken for determining the soil bulk density. Depth for sampling points was taken away from transition of forest floor and mineral soil, i.e. from the interface of LFH and humic horizon Ah.

Measurement of retention curves by Experimental Soil Hydrology Laboratory took place in sand and kaolin box of Eikelkamp-Giesbeek comp. and in a pressurized extractor of Soil Moisture Equipment Corp. Moisture was measured gravimetrically for suction pressures 0, 1, 5, 10, 33, 1500 kPa, humidity at zero suction pressure was determined by a pycnometer. The samples were left at set pressure steps for 7 days at least and then they were weighed; stabilizing of their moisture has been accepted at a maximum weight change of a sample to 0.02% of its weight. To maintain a sufficient hydraulic contact of a sample with material of measuring device, the filter papers from Whatman GF6 glass microfibre were used; at suction pressure of 1500 kPa, the filter papers were not used any more. In the sand and kaolin box for measurement of humidity, samples of volume equal to 100 cubic centimetres were treated; for suction pressure of 1500 kPa, the samples were transferred into cylinders sized of 25 cubic centimetres. Throughout measurement, it was calculated with the original volume of 100 cubic centimetres of cylinders; after transfer of soil into small cylinders sized of 25 cubic centimetres it was necessary to take into consideration shrinkage of a sample and to convert it according to the volume of small cylinders. Shrinkage of 100 cubic centimetre samples, until they are placed in 25 cubic centimetre cylinders, is shown in Tab. 2 for a case of sample treated during the circular test.

In the graphs of retention curves (Fig. 4-13) three measurements are described for three sampling depths of 0.1, 0.3 and 0.5 m, where the aim was not to describe the properties of forest soils accurately, but to verify the method of determining the mentioned soil hydrology characteristic in such adverse conditions which may just come along in the forest soil (mainly due to high stoniness and soil swelling capacity). The graphs show a different trend for each site or soil type. It only confirms the accuracy of measurement. Tab. 4, 5, 6 and Fig. 14 describe the skeleton (stoniness) of selected forest soils and further the retention curves of samples containing the skeleton (stoniness) and samples without skeleton (stoniness), i.e. fine earth only. In Tab. 6, moisture deviations of fine earth from original whole samples are visible for different soil types. The highest deviation is shown at modal Cambisols of Benešovice plot, i.e. on the site where the largest content of the skeleton (stoniness) was also found. The lowest deviation is shown at humic podzols of Lásenice plot where the skeleton (stoniness) was smallest. In Fig. 14, a downward trend of moisture deviations in relation to increasing suction pressure is also visible.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Martina Vlčková, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.
Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 - Zbraslav, Česká republika
tel.: 257 027 231; e-mail: vlckova.martina@vumop.cz

VLIV SPECIFICKÉHO TŘÍDĚNÍ SEMENÁČKŮ SMRKU NA RŮST A GENETICKOU DIVERZITU VÝSADEB V EXTRÉMNÍCH HORSKÝCH PODMÍNKÁCH

THE INFLUENCE OF SPECIFIC SORTING OF SPRUCE SEEDLINGS ON GROWTH AND GENETIC DIVERSITY OF PLANTINGS UNDER EXTREME MOUNTAIN CONDITIONS

ONDŘEJ IVANEK¹⁾ - JAN LEUGNER²⁾ - ANTONÍN JURÁSEK²⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

²⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno

ABSTRACT

The growth and genetic features of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) plants which showed various intensity of juvenile growth were assessed in a research plot in the Krkonoše Mts. Use of one-dimensional horizontal electrophoresis on the starch gel, G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, MDH-B, MDH-C, IDH-B, AAT-A, AAT-B and AAT-C isozyme loci was studied. Numbers of alleles per locus, observed heterozygosity were evaluated and Shannon and Rao indices of genetic diversity were calculated. The highest genetic diversity was found for AAT-C locus, the lowest one for the PGM-A, MDH-B, AAT-A and AAT-B loci for all of the spruce variants. With the aid of Monte Carlo test significant differences were found at Norway spruce variants with different growth and growth rate for the G-6-PDH and SDH-A loci. Spruces characterized by slow growth in nursery, which would have been rejected in common nursery sorting, had the best height and diameter growth after 17 years on extreme mountain site. They showed also a very good ability to cope with extreme mountain conditions as there were proved also the good slenderness ratio and greater genetic diversity of these plants in comparison with formerly fast-growing spruces in nursery and with common plantation.

Klíčová slova: genetická struktura, isoenzymová analýza, *Picea abies* (L.) KARSTEN, růstové charakteristiky

Key words: genetic structure, isozyme analyse, *Picea abies* (L.) KARSTEN, growth characteristics

ÚVOD

Semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) KARST.) pocházející z osiva z vyšších horských poloh vykazují v prvních letech růstu větší výškovou variabilitu v porovnání s populacemi původem z nižších poloh. V minulých letech jsme ověřovali předpoklad, že právě jedinci s pomalejším růstem v juvenilním stadiu vykazují po výsadbě na extrémní horská stanoviště výbornou adaptabilitu a zřejmě budou tvořit klimaxovou část obnovovaných porostů (JURÁSEK et al. 2009). Jedná se pravděpodobně o jedince, kteří jsou schopni přežít extrémní klimatické výkyvy, ke kterým může docházet i jednou za několik desítek let (LANG 1989). Tento názor podporuje i skutečnost, že výška nadzemních částí smrkových semenáčků klesá se stoupající nadmořskou výškou původu (MODRZYNSKI 1995; KOTRLA 1998).

Rozdíly v intenzitě a dynamice růstu se projevují i při pěstování semenáčků v konstantních podmínkách (HOLZER 1985; HOLZER et al. 1987). Růstové rozdíly mezi populacemi smrku pocházejícími z různých nadmořské výšky a pěstovanými ve stejném prostředí jsou nejvýraznější v prvních letech života semenáčků (HOLZER 1985; QAMARUDDIN et al. 1995). Nižší intenzita růstu horských populací smrku je dávana do souvislosti s jejich zvýšenou adaptací k nepříznivým horským podmínkám (OLEKSYN et al. 1998).

Po řadu let byli při běžném způsobu třídění pomalu rostoucí jedinci ve školcích vyřazováni (vzhledem k svému malému vzrůstu) do výmětu a v obnově lesa byli uplatňováni pouze jedinci s intenzivnějším růstem. Vzhledem k výrazným škodám objevujícím se v posledních letech v mladých porostech v horských polohách nabývá na aktuálnosti otázka, zdali budou rozsáhlé plochy v horských imisních oblastech, obnovované v 80. a 90. letech minulého století, schopné odolávat extrémním horským podmínkám. V současné době existuje celá řada provozních výsadeb horského smrku, kde chybí, vzhledem k běžným postupům třídění ve školcích, část růstového spektra pěstovaných odřelů sazenic.

Na výzkumné ploše Pláň, založené před 17 lety specificky tříděným sadebním materiálem se zvláštním zřetelem na pomalu rostoucí jedince, jsou sledovány fyziologické, genetické a morfologické charakteristiky, včetně podrobného hodnocení zdravotního stavu. Cílem je posouzení významu spektra jedinců smrku ztepilého s různou intenzitou juvenilního růstu pro stabilitu a úspěšný vývoj porostů zakládáných v horských podmínkách a posouzení rizika destrukce porostů při nevhodném třídění semenáčků ve školce. Výsledky mohou sloužit k vytipování jedinců v mladých porostech smrku ztepilého, majících předpoklady pro vytvoření stabilní kostry se zvýšenou odolností k extrémním horským podmínkám.

Jednou z metod, kterou se dokumentuje genetická variabilita populací lesních dřevin na molekulární úrovni, je isoenzymová analýza. Genetická struktura populace je tak popisována pomocí zvolené sady markerů, které jsou představovány vybranými enzymatickými systémy. Genetická variabilita populace dané dřeviny je výslednicí genotypové skladby porostu v době jeho přirozené obnovy či umělého založení, dále selekčního působení stanovištních faktorů na přežívání jedinců (z přirozených např. klima, geologické, pedochemické poměry, z antropogenních např. imisní zátěž), které ovlivňují selekci různých genotypů v rámci druhu. Dále je dána výslednou druhovou skladbou a výchovnými, případně obnovními zásahy v porostu.

Porovnáním genetické struktury horských lesů vzniklých přirozenou a umělou obnovou pomocí izoenzymových analýz zjistil například GÖMÖRY (1992) u uměle založených porostů z autochtonního materiálu významné zúžení genetické struktury. Zásadní otázkou při pěstování sadebního materiálu pro horské oblasti je použití takových technologií, aby bylo zúžení genetického spektra minimalizováno.

Příspěvek představuje vyhodnocení genetických charakteristik 3 velikostních variant smrků ve srovnání s fyziologickými a morfologickými parametry a ve vztahu k jejich adaptabilitě na extrémní horské podmínky.

Tab. 1.
Sledované enzymatické systémy a lokusy
Assessed enzymes systems and loci

Enzym/Locus	Zkratka/Code
Glukózo-6-fosfátdehydrogenáza	G-6-PDH
Glutamátdehydrogenáza	GDH
Šikimátdehydrogenáza - A	SDH-A
Fosfoglukomutáza - A	PGM-A
Malátdehydrogenáza - B, C	MDH-B MDH-C
Isocitrátdehydrogenáza - B	IDH-B
Aspartátaminotransferáza - A, B, C	AAT-A AAT-B AAT-C

Tab. 2.
Vybrané genetické charakteristiky variant „malé“, „velké“ a „kontrola“ z výzkumné plochy Pláň
Genetic features of treatments „small“, „large“, and „control“ – Pláň research plot

Enzym/Locus	Numer of allele/locus			Heterozygotnost		
	Malé/Small	Velké/Large	Kontrola/Control	Malé/Small	Velké/Large	Kontrola/Control
Počet vzorků ¹	95	99	83	95	99	83
G6PDH	2	2	2	0,0842	0,1034	0,0263
GDH	2	2	2	0,0435	0,0244	0,0253
SDH_A	4	4	4	0,0632	0,0408	0,1098
PGM_A	1	2	2	0	0,0102	0,0127
MDH_B	1	2	1	0	0,0101	0
MDH_C	2	1	2	0,0421	0	0,0122
IDH_B	2	2	1	0,0105	0,0101	0
AAT_A	2	2	2	0,0105	0,0101	0,0123
AAT_B	1	1	1	0	0	0
AAT_C	2	2	3	0,4409	0,5495	0,5556
Celkový počet alel ²	19	20	20			
Počet tříd diverzity ³	17	13	14			
H	2,8208	2,4009	2,4796			
R	0,0648	0,0517	0,0558			

Captions: ¹number of samples; ²total number of alleles; ³total number of diversity classes

MATERIÁL A METODIKA

Výzkumná plocha (VP) „Pláň“ byla založena v roce 1994 na severním svahu Stohu v Krkonoších (HS 73, SLT 8K, nadmořská výška 1 100 m, rozloha holiny ca 2 ha). Jedním z cílů bylo sledování vlivu specifického třídění ve školce na růst a stabilitu výsadby horských populací smrku ztepilého. Pro výsadbu byly použity sazenice vypěstované ze specificky tříděných semenáčků krkonošského původu. V roce 1992, před školkováním, byly dvouleté semenáčky pocházející z 8. lesního vegetačního stupně (LVS) (B/SM/0001/22/8/TU) rozděleny do 3 velikostních kategorií: menší než 8 cm (varianta „malé“), 8 až 15 cm („střední“) a 15 až 22 cm („velké“). Na horskou holinu byly vysazeny po dopěstování jako 4leté sazenice (2+2). Jako kontrolní varianty byly do experimentu zahrnuty také dvě provozní výsadby. První z nich, která je stejného věku, přímo navazuje na experimentální plochy (označena „kontrola A“). Druhá výsadba je vzdálena cca 500 m od VP a nachází se v nadmořské výšce 1 150 m (označena kontrola „B“). Tyto provozní plochy byly založeny sadebním materiálem (původ dle dokumentace je krkonošský (PLO 22 z 8. LVS), který byl tříděn podle obvyklých kritérií (pomalu rostoucí semenáčky byly vyřazovány).

Isoenzymové analýzy

U vzorků odebraných v roce 2009 a 2010 byly vyhodnoceny isoenzymové analýzy pro 277 stromů odpovídajících celkovému počtu jedinců na hodnocených dílčích plochách ve variantách „malé“ (95 vzorků), „velké“ (99 vzorků) a „kontrola“ (83 vzorků). Odběr a měření byly v obou letech opakovány. Z odebraných větví byly získány dormantní pupeny, které byly homogenizovány a následně analyzovány s využitím jednorozměrné horizontální elektroforézy na škrobovém gelu v tris-citrátovém pufracím systému za pomoci aparatury Multiphor II fy Pharmacia Biotech. Všechny gely byly skenovány v programu ImageMaster. Získané zymogramy byly vyhodnoceny na bázi elektroforetické mobility pro alelické páry 10 polymorfních lokusů (tab. 1). Data byla vizuálně vyhodnocena a archivována pro další zpracování s využitím specializovaných programů IsoEnz a SeqAn (www.infodatasy.cz/software).

Terénní šertření

Na výzkumné ploše Pláň a v kontrolních porostech se uskutečnilo měření růstových charakteristik (výškový a tloušťkový růst $-d_{1,3}$).

Detailní terénní hodnocení zdravotního stavu smrků (defoliace, barevné změny jehličí, tvarové deformace a poškození nadzemních částí), kdy bylo hodnoceno celkem 368 stromů, bylo prováděno v letech 2008 až 2010. Hodnoceny byly stejné stromy použité pro isoenzymové analýzy a také stromy varianty „střední“.

Vyhodnocení dat

Výstupní data isoenzymových analýz (programu ImageMaster) byla exportována a dále zpracovávána s využitím programů IsoEnz (MATĚJKA 2009a) a SeqAn (MATĚJKA 2009b). U sledovaných lokusů byly vyhodnoceny počty alel na lokus, alelické frekvence, hodnoty pozorované heterozygotnosti, skutečný zjištěný počet genotypových tříd (tj. počet zjištěných kombinací přítomných alelických párů pro všechny enzymy a jejich lokusy), Shannonův index H' (SHANNON, WEAVER 1949) a Rao index R (RAO 1982) modifikované pro hodnocení genetické diverzity (MATĚJKA 2009a). Pro vyhodnocení genetické diverzity je zvláště vhodný Rao koeficient, který uvažuje podobnost mezi jednotlivými genotypy.

V rámci programu IsoEnz byla nově testována statistická významnost rozdílů uvedených genetických charakteristik pomocí metody Monte Carlo, na 5% hladině významnosti.

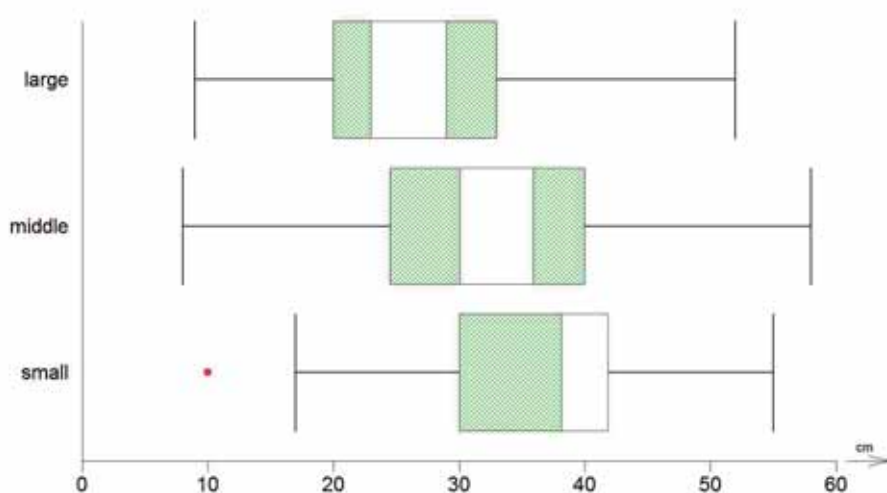
Pro zjištění významnosti vlivu původu jednotlivých variant na růstové parametry (výčetní tloušťka, výška a štíhlostní koeficient) byla provedena analýza variance (ANOVA) a následně párové porovnávání jednotlivých variant (Scheffého metodou). Pro grafické vyjádření byly použity grafy – box plots.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky isoenzymových analýz jsou uvedeny v tab 2. Z genetických charakteristik je zřejmé, že polymorfismus sledovaných lokusů, jako jeden ze základních orientačních ukazatelů genetické skladby, je u všech variant podobný. Odpovídá počtu 1 – 4 alel / lokus; celkový počet zjištěných alel se u sledovaných variant liší jen velmi málo. U všech variant lze konstatovat i nejvyšší diverzitu u lokusu AAT-C a nejnižší u lokusů PGM-A, MDH-B, AAT-A a AAT-B. U varianty „velké“ a „kontrola“ se nízkým stupněm diverzity vyznačuje též lokus MDH-C. U všech variant byla zjištěna přítomnost vzácné alely na lokusu AAT-A (tab. 2). Tato alela byla (v rámci početného souboru porostů a populací smrku ztepilého, sledovaného Laboratoří isoenzymových analýz VÚLHM) zjištěna dále jen u populace smrku ztepilého v oblasti Sněžky poblíž horní hranice lesa (IVANEK et al. 2009).

Zjištěné hodnoty heterozygotnosti, indexů diverzity H , R a počet tříd diverzity se mezi variantami liší. Pomocí testu Monte Carlo bylo zjištěno, že v případě lokusů G-6-PDH a SDH se jedná o statisticky významný rozdíl mezi variantami „velké“ a „malé“. Oba indexy diverzity, Shannonův (H) a Rao (R) indikují celkově nejvyšší genetickou diverzitu u varianty „malé“ a nejnižší u varianty „velké“. V případě rozdílu diverzity, charakterizovaného pomocí indexu R , se jedná o statisticky významný rozdíl. Indexy diverzity varianty „kontrola“ se pohybují mezi hodnotami charakteristickými pro obě krajní varianty, přičemž se více blíží hodnotám charakteristickým pro variantu „velké“. Rovněž počet tříd diverzity je nejvyšší u varianty „malé“ ve srovnání s variantami „velké“ a „kontrola“.

Uvedené výsledky ukazují, že semenáčky s pomalým růstem ve školce se vyznačují zvýšenou genetickou diverzitou jak vůči jedincům s rychlým počátečním růstem, tak i vůči kontrolní variantě. Vysoká genetická diverzita je zpravidla považována za typickou pro autochtonní porosty.

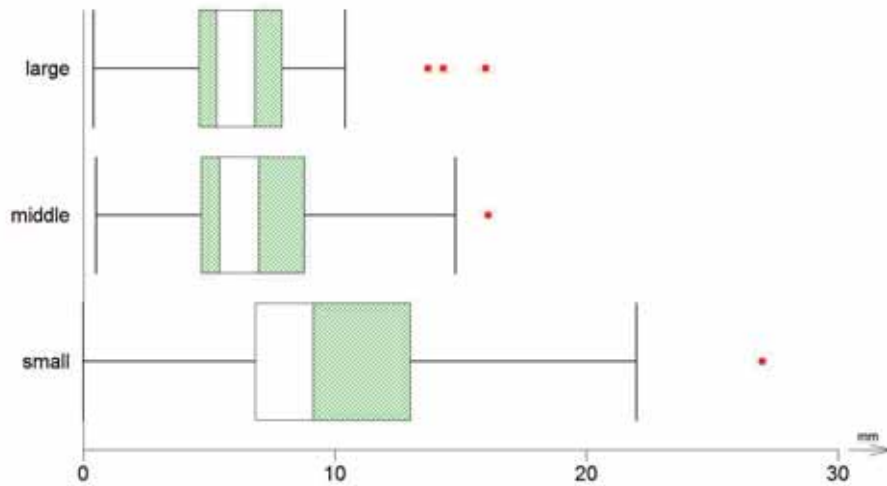


Obr. 1.

Výškový přírůst jednotlivých variant v roce 2010 na TVP Pláň (bílý obdélník znázorňuje interval spolehlivosti mediánu, zelený obdélník 25 % – 75 % kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hrady“ dat, červený bod může představovat „odlehlou hodnotu“)

Fig. 1.

Height increment of various treatments of spruce on the Pláň research plot in 2010 (white rectangle represents the confidence interval for median, green rectangle is a 25% – 75% quantile, black stripes are non outlier range, red point may represent „outlier“)

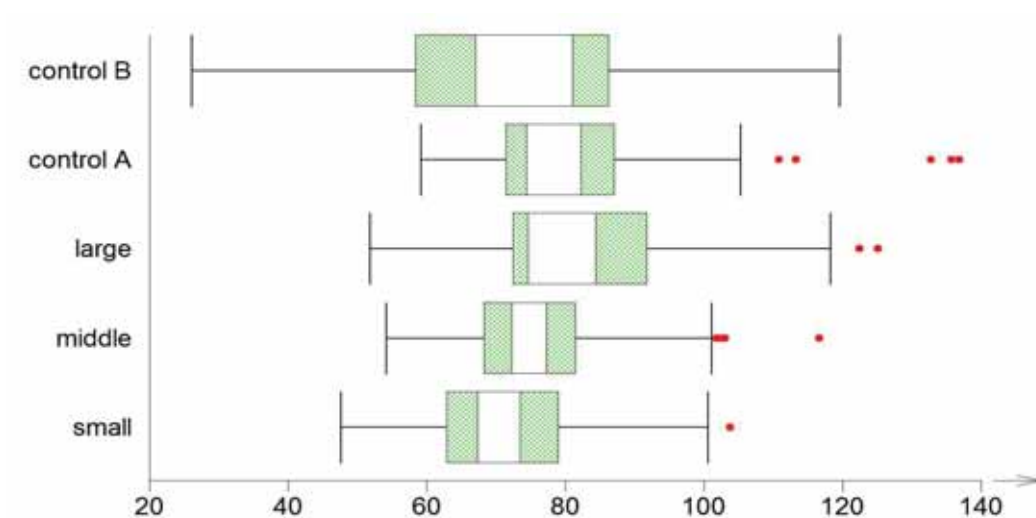


Obr. 2.

Tloušťkový přírůst jednotlivých variant v roce 2010 na TVP Pláň (bílý obdélník znázorňuje interval spolehlivosti mediánu, zelený obdélník 25 % – 75 % kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hranby“ dat, červený bod může představovat „odlehlou hodnotu“)

Fig. 2.

Increment of DBH of various treatments of spruce on the research plot Pláň in 2010 (white rectangle represents the confidence interval for median, green rectangle is a 25% – 75% quantile, black stripes are non outlier range, red point may represent „outlier“)



Obr. 3.

Hodnoty štíhlostního koeficientu u jednotlivých variant na TVP Pláň 17 let po výsadbě (bílý obdélník znázorňuje interval spolehlivosti mediánu, zelený obdélník 25 % – 75 % kvantil, černé proužky jsou „vnitřní hranby“ dat, červený bod může představovat „odlehlou hodnotu“)

Fig. 3.

Slenderness ratio of various treatments of spruce on the Pláň research plot 17 years after outplanting (white rectangle represents the confidence interval for median, green rectangle is a 25% – 75% quantile, black stripes are non outlier range, red point may represent „outlier“)

Na experimentálních výsadbách bylo prováděno měření výškového a tloušťkového růstu smrků vypěstovaných ze semenáčků vyznačujících se různou intenzitou růstu ve školce a současně i ve čtyřech kontrolních provozně založených porostech.

Dlouhodobé sledování růstu výsadby ukázalo, že kultury založené semenáčky rostoucími ve školce pomalu a při běžném způsobu třídění vyřazovanými jako výmět („malé“) jsou v horských podmínkách vitální a velmi dobře odrůstají. Po překonání šoku z přesazení byl jejich relativní výškový i tloušťkový růst intenzivnější než u větších sazenic. Naopak sazenice z kategorie „velké“, vypěstované z předrůstavých semenáčků, po výsadbě do horských podmínek ve výškovém i tloušťkovém růstu výrazně zaostávaly. Šest let po výsadbě se počáteční statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi zcela setřely a po dalších 4 letech již byly sazenice vypěstované z pomalu rostoucích semenáčků statisticky průkazně vyšší a silnější než sazenice vypěstované z největších semenáčků (JURÁSEK et al. 2009).

Na obr. 1 a 2 jsou uvedeny výsledky hodnocení výškového a tloušťkového přírůstu v posledním roce. Statisticky průkazně nejvyšší dynamiku výškového i tloušťkového růstu dosahuje varianta „malé“, která je tvořena jedinci s pomalým růstem v juvenilní fázi ve školce. Rozdíly mezi jednotlivými variantami se tak stále zvětšují.

U výškového přírůstu byly statisticky významné rozdíly v aktuální dynamice růstu zaznamenány mezi variantami „malé“ x „velké“ a také „střední“ x „velké“.

Statisticky významné rozdíly v dynamice tloušťkového růstu byly zaznamenány mezi variantami „malé“ x „střední“ a „malé“ x „velké“.

Základním ukazatelem statické odolnosti stromů je hodnota štíhlostního koeficientu h/d . Na obr. 3 jsou znázorněny hodnoty štíhlostního koeficientu v roce 2010.

Také z hodnot štíhlostního koeficientu v roce 2010 je patrné, že z hlediska stability mají nejpříznivější parametry jedinci varianty „malé“ a naopak nejméně příznivé stromy z varianty „velké“ (statisticky významné rozdíly byly zjištěny mezi variantami „malé“ a „velké“, a také mezi „malé“ a „kontrolou A“). V rámci tohoto měření se tedy významně prohlubuje průkaznost výsledků z předchozího sledování výsadby od jejich založení v roce 1994. Svědčí to o velmi dobré adaptabilitě části populace horského smrku rostoucí při pěstování ve školce pomaleji, což koresponduje i s poznatky jiných autorů (HOLZER 1985; OLEKSYN et al. 1998).

Výsledky hodnocení fyziologických charakteristik a zdravotního stavu výsadby na výzkumné ploše Pláň byly zpracovány a publikovány (JURÁSEK et al. 2011). Po výsadbě do extrémních horských podmínek byl u sadebního materiálu vypěstovaného z „malých“ (pomalu rostoucích) semenáčků pozorován výrazně lepší zdravotní stav (kvalitní olistění a minimální výskyt poškození kmínků a větví) a intenzivnější růst než u původně rychle rostoucích sazenic. Odolnost ke ztrátám vody a k poškození při vystavení mrazovým teplotám byla nejvyšší u smrků varianty „malé“ a snižovala se přes variantu „střední“ k nejnižší u smrků varianty „velké“. Z uvedených výsledků vyplývá velmi dobrá adaptace smrků s pomalým juvenilním růstem k extrémním horským podmínkám. Lepší odolnost k nepříznivým vlivům u populací smrku pocházejících z vyšších nadmořských výšek nebo ze severnějších oblastí v porovnání se semenáčky z nižších poloh nebo jižnějšího původu popisuje i řada dalších autorů, vyšší odolnost k mrazu například SIMPSON (1994), HAWKINS, SHEWAN (2000) a WESTIN et al. (2000), odolnost k suchu MODRZYŃSKI a ERIKSSON (2002).

Rychlý růst a větší velikost sazenic se může jevit jako výhoda z hlediska vyšší konkurenceschopnosti a zvýšení krátkodobých šancí na ujetí. Rychlý růst a velká velikost však znamená sníženou investici do obrany, nižší hustotu dřeva a mechanickou pevnost, zvýšený hydraulický od-

por, stejně jako problémy s regulací růstu v období stresu, což všechno dohromady může vést ke snížení životnosti (BIGLER, VEBLEN 2009).

Při pěstování sadebního materiálu pro vyšší horské polohy je tedy nutné používat odlišná kritéria pro třídění semenáčků a sazenic, protože vyřazování menších, pomalu rostoucích jedinců může být příčinou zúžení genetického spektra a odstranění právě těch rostlin, které jsou nejlépe přizpůsobeny růstu v extrémních horských podmínkách (HOLZER et al. 1987; LANG 1989). Svědčí o tom i vyšší genetická diverzita dílčí populace smrků vyznačujících se pomalým juvenilním růstem. Z uvedených poznatků vyplývá, že dobré předpoklady pro vznik vitálních a stabilních porostů s vysokou genetickou diverzitou zaručuje použití celého růstového spektra sadebního materiálu a zejména sazenic dopěstovaných z původně pomalu rostoucích semenáčků.

ZÁVĚR

Vyhodnocení isoenzymových analýz ukázalo, že genetická skladba a polymorfismus sledovaných lokusů je u všech variant podobný. U každé z nich byla navíc zjištěna vzácná alela u jednoho z hodnocených lokusů, charakteristická pro populaci smrku ztepilého při horní hranici lesa. To svědčí o tom, že experimentální výsadby pocházejí z kvalitního osiva z 8. LVS

U variant pokusů (výsadby) pocházejících ze semenáčků smrku s počátečním pomalým růstem byla zjištěna zvýšená genetická diverzita ve srovnání s jedinci s rychlým počátečním růstem i s kontrolní variantou.

Výsledky hodnocení zdravotního stavu, morfologických a fyziologických parametrů výsadby horského smrku s různou počáteční intenzitou růstu potvrzují původní hypotézu, že jedinci s počátečním pomalým růstem tvoří stabilní složku populačního spektra jedinců horského smrku. Výsledky hodnocení genetických charakteristik a následně i morfologických a fyziologických parametrů růstu výsadby horského smrku ukázaly dobré předpoklady pro vznik vitálních a stabilních porostů při použití celého růstového spektra sadebního materiálu a zejména sazenic dopěstovaných z původně pomalu rostoucích semenáčků.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci projektu NAZV QH92062.

LITERATURA

- BIGLER C., VEBLEN T. T. 2009. Increased early growth rates decrease longevities of conifers in subalpine forests. *Oikos*, 118: 1130-1138.
- GÖMÖRY D. 1992. Effect of stand origin on the genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) populations. *Forest Ecology and Management*, 54: 215-223.
- HAWKINS C. D. B., SHEWAN K. B. 2000. Frost hardiness, height, and dormancy of 15 short-day, nursery-treated interior spruce seed lots. *Canadian Journal of Forest Research*, 30: 1096-1105.
- HOLZER K. 1985. Die Bedeutung der Genetik für den Hochlagenwaldbau. In: Turner H., Tranquillini W. (eds.): Establishment and tending of subalpine forest. Research and management. Proceedings of the 3rd International Workshop. IUFRO project Group P 1.07-00 Ecology of subalpine zones. September 3-5, 1984, Riederalp, Switzerland. Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen: 225-232. Berichte, Nr. 270.
- HOLZER K., SCHULTZE U, PELIKANOS V., MÜLLER F. 1987. Stand und Problematik der Fichten - Stecklingsvermehrung. *Österreichische Forstzeitung*, 98 (5): 12-13.
- IVANEK O., MATĚJKA K., NOVOTNÝ P. 2009. Genetická struktura dvou částí porostu smrku ztepilého při horní hranici lesa na území KR-NAP. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 300-306.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2009. Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in mountain conditions. *Journal of Forest Science*, 55: 112-118.
- JURÁSEK A., LEUGNER J., MARTINCOVÁ J. 2011. Evaluation of physiological and health state of Norway spruce plants with different growth rate at juvenile stage after outplanting at mountain locations. *Journal of Forest Science*, 57: 170-177.
- KOTRLA P. 1998. Uchování a reprodukce genofondu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. *Disertační práce*. Brno, MZLU: 139 s.
- LANG H.-P. 1989. Risks arising from the reduction of the genetic variability of some Alpine Norway spruce provenances by size grading. *Forestry*, 62 (Supplement): 49-52.
- MATĚJKA K. 2009a. Program IsoEnz. Databáze isoenzymových analýz. (Isoenzyme analysis database). [on-line]. [cit. 12. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://www.infodatasy.cz/software/hlp_isoenz/isoenz.htm.
- MATĚJKA K. 2009b. Návod k programu SeqAn. Sequential data distribution analyse. [on-line]. [cit. 12. 11. 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://www.infodatasy.cz/software/hlp_seqan/seqan.htm.
- MODRZYNSKI J. 1995. Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) progenies indicates small role of introduced populations in the Karkonosze Mountains. *Silvae Genetica*, 44 (2-3): 70-75.
- MODRZYNSKI J., ERIKSSON G. 2002. Response of *Picea abies* populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian Mountains to simulated drought stress. *Forest Ecology and Management*, 165: 105-116.
- OLEKSYN J., MODRZYNSKI J., TJOELKER M. G., ZYTKOWIAK R., REICH P. B., KAROLEWSKI P. 1998. Growth physiology of *Picea abies* populations from elevational transects: common garden evidence for altitudinal ecotypes and cold adaptation. *Functional Ecology*, 12: 573-590.
- QAMARUDDIN M., EKBERG I., DORMLING I., CLAPHAM D., ERIKSSON G. 1995. Early effects of long nights on budset, bud dormancy and abscisic acid content in two populations of *Picea abies*. *Forest Genetics*, 2: 207-216.
- RAO C. R. 1982. Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach. *Theoretical Population Biology*, 21: 24-43.
- SHANNON C. E., WEAVER W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois Press: 117 s.
- SIMPSON D. G. 1994. Seasonal and geographic origin effects on cold hardiness of white spruce buds, foliage, and stems. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 1066-1070.
- WESTIN J., SUNBLAD L. G., STRAND M., HÄLLGREN J. E. 2000. Phenotypic differences between natural and selected populations of *Picea abies*. I. Frost hardiness. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15: 489-499.

THE INFLUENCE OF SPECIFIC SORTING OF SPRUCE SEEDLINGS ON GROWTH AND GENETIC DIVERSITY OF PLANTINGS UNDER EXTREME MOUNTAIN CONDITIONS

SUMMARY

Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) seedlings grown from seed originating from high mountain locations (8th forest altitudinal zone) show higher growth variability compared to seedlings originated from lower altitude. On the north slope of the Stoh mountain in the Krkonoše Mts. (acidic site with spruce, altitude 1100 m, area ca 2 ha) the Pláň research plot was established using spruce plants specifically sorted. In 1992, before transplanting, two-year-old seedlings were sorted into 3 height grades: large (15–22 cm), middle (8–15 cm) and small (less than 8 cm). The specificity of the above-described sorting is based on the fact that seedlings smaller than 8 cm in height are usually rejected in common commercial nurseries. In our experiment these small seedlings were purposefully included in further nursery operations as a particular size group. The four-year-old transplants produced from the seedling of the particular size grades (large, middle, and small) served as a planting stock for establishment of three particular plantation treatments (termed “large”, “middle”, and “small”) on an extreme mountain forest site. The fourth supplementary treatment (called “control”, consisted of forest plantations established with the use of conventional planting stock (conventional sorting in the nursery).

Height and stem diameter growth as well as health status of spruces were regularly assessed in the treatments. Isozyme analyses of genetic diversity were realized in 2009 and 2010. Use of one-dimensional horizontal electrophoresis on the starch gel, G-6-PDH, GDH, SDH-A, PGM-A, MDH-B, MDH-C, IDH-B, AAT-A, AAT-B and AAT-C isozyme loci was studied. Numbers of alleles per locus, observed heterozygosity were evaluated and Shannon and Rao indices of genetic diversity were calculated.

The highest genetic diversity was found for AAT-C locus, the lowest one for the PGM-A, MDH-B, AAT-A and AAT-B loci for all of the spruce treatments. The spruces with the slowest growth in nursery showed greater genetic diversity (Shannon – S and Rao – R indexes) compared to the spruces from the “large” and “control” treatments. With the aid of Monte Carlo test, we found significant differences at Norway spruce variants with different growth and growth rate for the G-6-PDH and SDH-A loci (Tab. 2).

The long-term performance of plantations showed that the plants of formerly slowly-growing seedlings (“small”), which would have been rejected as culls by a current conventional sorting method, were vigorous under mountain conditions and their growth was good. Approximately in the 6th year after outplanting, the spruces from the “small” treatment caught up with the large ones (“large” treatment) in terms of height and currently they even seem to overgrow the “large” treatment. Results from the last year show the significantly highest dynamic of height and diameter growth of the “small” treatment (Fig. 1, 2). Differences among treatments increase. Slenderness ratio (Fig. 3) indicates the best stability properties of the “small” treatment and the worst stability of the “large” one.

To establish both vigorous and stable spruce stands with high genetic diversity we propose to revise common sorting approach in nurseries. Even though slowly-growing seedlings are often rejected, we have proven their ability to keep up and overgrow the formerly higher planting stock.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jan Leugner, Ph.D, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 391; e-mail: leugner@vulhmop.cz

VYHODNOCENÍ RŮSTU PROVENIENCÍ CIZOKRAJNÝCH DRUHŮ JEDLÍ VE VĚKU 36 - 41 LET

GROWTH EVALUATION OF PROVENANCES OF EXOTIC FIR SPECIES AT THE AGE OF 36 - 41 YEARS

JIŘÍ ČÁP - PETR NOVOTNÝ - FRANTIŠEK BERAN - JOSEF FRÝDL - JAROSLAV DOSTÁL - JAN JIREC

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

In connection with deterioration of silver fir health status and the decrease of this species composition, considerable possibilities for its substitution by some exotic *Abies* species, in the past have been considered. This provenance research project aimed at testing the performance of exotic *Abies* species started as part of Forestry and Game Management Research Institute Jíloviště-Strnady research activities. Presented here are results of height and DBH growth evaluation at the age of 36 – 41 years and these are summarised, in this paper. Above average growth was recorded in the case of *Abies grandis* provenances. As for other findings, there were recorded both positive and negative data for *A. concolor* and *A. procera* provenances. Promising results have been indicated in case of some *A. borisii-regis* provenances. Considered as inappropriate for the Czech Republic forest management, were provenances of *A. balsamea*, *A. pinsapo*, *A. cilicica*, *A. magnifica*, *A. bornmulleriana* and *A. lasiocarpa* and these appear to be unsuitable.

Klíčová slova: *Abies alba*, *A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. grandis*, *A. balsamea*, *A. pinsapo*, *A. concolor*, *A. nordmanniana*, *A. lasiocarpa*, *A. fraseri*, *A. magnifica*, *A. bornmulleriana*, provenienční výzkum, introdukce

Key words: *Abies alba*, *A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. grandis*, *A. balsamea*, *A. pinsapo*, *A. concolor*, *A. nordmanniana*, *A. lasiocarpa*, *A. fraseri*, *A. magnifica*, *A. bornmulleriana*, provenance research, introduction

ÚVOD

V roce 1970 byl v dnešním Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady zahájen provenienční výzkum jedle bělokoré a dalších druhů rodu *Abies* realizací projektu, zaměřeného na výzkum jejich proměnlivosti a šlechtění pro potřeby lesního hospodářství ČR.

Úkolem tohoto projektu bylo získat informace o geneticky podmíněných znacích dílčích populací (proveniencí) jedle bělokoré, jež jsou důležité z hospodářského hlediska, a prohloubit poznatky o proměnlivosti, odolnosti a ekologických nárocích proveniencí této dřeviny sledováním růstu v rozdílných přírodních podmínkách. Dalším záměrem bylo na základě dosažených výsledků navrhnout vhodné populace k praktickému využití a zjistit, které z ostatních druhů rodu *Abies* by mohly v našich ekologických podmínkách domácí jedli přírodně nahradit (ŠINDELÁŘ 1975).

Cílem předkládaného příspěvku je vyhodnocení biometrických měření realizovaných ve věku 36 – 41 let na výzkumných provenienčních plochách uvedené série, na nichž jsou kromě jedle bělokoré zastoupeny i cizokrajné druhy rodu *Abies*, a na základě získaných výsledků posouzení možností případného využití těchto dřevin v lesním hospodářství ČR.

MATERIÁL A METODIKA

V rámci mezinárodní spolupráce s vědeckými institucemi z různých zemí získal tehdejší VÚLHM Jíloviště-Strnady začátkem 70. let minulého století celkem 245 vzorků semen jedle bělokoré a dalších taxonů rodu *Abies* prakticky z celého světa. Informace charakterizující místo původu proveniencí (např. zeměpisná délka a šířka, nadmořská výška, průměrná roční teplota, roční úhrn srážek, délka vegetační doby apod.) jsou k dispozici kompletně pouze u materiálu pocházejícího z tehdejší ČSSR; u vzorků získaných z ciziny některé z těchto údajů chybí. Celkem bylo získáno osivo 7 cizokrajných druhů a spontánních kříženců z Evropy, 9 taxonů z USA a Kanady a 6 druhů z východní Asie. Z obdrženého osiva založil v letech 1973 – 1977 kolektiv pod vedením J. Šindeláře sérii původně 20 provenienčních ploch s jedlí bělokorou a dalšími 15 taxony rodu *Abies*. Ne všechny získané vzorky osiva bylo vzhledem k jejich malé velikosti možno použít k výsadbě na srovnávací plochy, proto bylo rozhodnuto věnovat tento materiál jiným institucím (např. arboretu v Kostelci nad Černými lesy). Výsadby byly založeny v 10 přírodních lesních oblastech v nadmořských výškách 330 – 900 m n. m.

Předmětem tohoto sdělení jsou výzkumné plochy z let 1975 – 1976 č. 58 – Lesy Jíloviště, Cukrák; č. 62 – Nýrsko, Dešenice; č. 64, č. 65, č. 66 – Lesy města Písku, Údraž 1, 2, 3 a č. 68 – Pelhřimov, Černovi-

ce. Charakteristika přírodních poměrů lokalit výzkumných ploch je patrná z tab. 1, přičemž některé podmínky na lokalitě č. 58 lze již pro domácí jedlí bělokorou považovat za takřka limitní (zejména nízký úhrn ročních srážek). Charakteristika vysazených proveniencí cizokrajních taxonů jedlí je uvedena v tab. 2, charakteristika testovaných taxonů pak např. v práci ŠINDELÁŘE et al. (2006).

Výzkumné plochy jsou rozčleněny do parcel o rozměrech 10 × 10 m, spon výsadby 2 × 1 m, počet jedinců na parcele činí 50. Proveniencie byly vysazeny ve 3, příp. 4 (plocha č. 62) blocích (opakování), některé však z důvodu nízkého množství disponibilního osiva pouze v jediném bloku. Potomstva tak byla původně reprezentována 150 (200) jedinci, jiná pouze 50.

Hodnoty výšek a výčetních tloušťek jednotlivých stromů byly měřeny v zimním období 2006 – 2007 (na ploše č. 58 v zimě 2011/2012). Na každé ploše byly u všech stromů změřeny hodnoty výčetní tloušťky. Pokud jde o výšky, na plochách, kde měření zajišťoval F. Beran (plochy č. 64, č. 65, č. 66), byly pro každou provenienci měřeny vždy tři charakteristické reprezentativní stromy na parcele. Na zbývajících třech plochách byly i výšky měřeny u všech rostoucích jedinců.

Statistická analýza dat byla uskutečněna v prostředí programů QC.Expert 3.1 a NCS 2007. Pro zhodnocení rozdílů mezi jednotlivými proveniencemi byla použita metoda analýzy variance (v případě zamítnutí normality dat Kruskal-Wallisův test) a následně Tuckey-Kramerův test mnohonásobného porovnání (tab. 3 – 8). Pro malé výběry dat (n = 4 – 20) byl aplikován Hornův postup. V případě, že byla v době hodnocení proveniencie reprezentována již pouze 1 až 3 jedinci, nebylo s výsledky dále pracováno (v příspěvku jsou uvedeny pouze pro úplnost).

VÝSLEDKY

Na ploše č. 58 – Lesy Jíloviště, Cukrák bylo hodnoceno celkem 341 stromů. Největší počet jedinců ze zástupců cizokrajních jedlí byl zjištěn u proveniencí *A. borisii-regis* 111 – Mnt. Pindos, Řecko (46 stromů), *A. balsamea* 124 – Val D'Or, Kanada (42 stromů) a *A. grandis* 120 – Washington, USA (40 stromů). Z hlediska výškového a tloušťkového růstu byly nejlépe hodnoceny proveniencie *A. grandis* 425 – Idaho, USA s výškou 24,6 m a $d_{1,3}$ 25,7 cm, 120 – Washington, USA (21,2 m, resp. 26,3 cm) a *A. concolor* 409 – Kalifornie, USA (19,6 m, 41,3 cm). Nejhůře rostly proveniencie *A. pinsapo* 135 – Malaga, Španělsko s výškou 9,3 m a $d_{1,3}$ 13,7 cm, *A. nordmanniana* 169 – Sebinkarahisar, Turecko (10,3 m a 13,7 cm) a *A. balsamea* 141 – N. Hampshire, USA (11,8 m, 13,5 cm). Česká proveniencie *A. alba* 87 – VLS Hořovice, Jince dosáhla střední výšky 18,3 m a $d_{1,3}$ 21,9 cm. Střední výška celé plochy měla hodnotu 15,7 m, střední výška cizokrajních jedlí dosahovala 16,2 m a střední výška zastoupených proveniencí *A. alba* 14,7 m. V případě $d_{1,3}$ činila střední hodnota pro plochu 18,8 cm, u cizokrajních jedlí 21,0 cm a u *A. alba* 14,4 cm. Počty jedinců a hodnoty kvantitativních charakteristik jednotlivých proveniencí cizokrajních jedlí na všech sledovaných výzkumných plochách jsou uvedeny v tab. 2.

Výzkumná plocha č. 62 – Nýrsko, Dešenice byla v částech, kde rostly převážně cizokrajní jedle, během několika posledních let do značné míry poškozena sněhovou i větrnou kalamitou. Došlo tak ke zničení tří proveniencí *A. balsamea* a jedné proveniencie *A. cilicica*. Zbývající čtyři proveniencie *A. cephalonica* 109 – Peloponesos, Řecko, *A. grandis* 120 – Washington, USA, *A. balsamea* 123 – Carin, Kanada a *A. balsamea* 140 – N. Hampshire, USA byly spolu s 37 proveniencemi *A. alba* i přes nižší počet přežívajících jedinců vyhodnoceny. Ve výškovém růstu byla nejlépe hodnocena proveniencie *A. grandis* (18,0 m), jejíž

Tab. 1.
Základní údaje o založených výzkumných plochách s cizokrajními druhy rodu *Abies*
Basic characteristics on research plots with exotic *Abies* species

Plocha/Plot No.	Lokalita/ Location	Porost/ Forest stand	Výměra/Area [ha]	PLO/Natural forest zone	SLT/ Ecosite /*	Nadmořská výška [m n. m.]/ Altitude [m a.s.l.]	Průměrné roční srážky/ Average annual precipitations [mm]	Průměrná roční teplota/ Average annual temperature [°C]
58	Lesy Jíloviště, Cukrák	31 L2y	0,65	10	1H	330	480	8,3
62	Nýrsko, Dešenice	305 B3, 306 B3	2,74	12	5S1, 5V1	670	750	7
64	Lesy města Písku, Údraž 1	9 B3	0,4	10	3H	390	610	7,2
65	Lesy města Písku, Údraž 2	46 C3	0,4	10	3I	470	610	7
66	Lesy města Písku, Údraž 3	27 A3	0,42	10	3S	430	610	7
68	Pelhřimov, Černovice	356 D3	0,12	16	5S1	690	675	6,5

/* Vysvětlivky zkratk/Explanation of abbreviations (MIKESKA, KUSBACH 1999):
1H = *Carpineto-Quercetum illimerosum trophicum* (Loamy Hornbeam-Oak);
5S1 = *Abieto-Fagetum mesotrophicum* (Fresh, nutrient-medium Fir-Beech);
5V1 = *Abieto-Fagetum humidum (fraxinosum)* (Moist to wet Fir-Beech);
3H = *Querceto-Fagetum illimerosum trophicum* (Loamy Oak-Beech);
3I = *Querceto-Fagetum illimerosum acidophilum* (Compacted-acid Oak-Beech);
3S = *Querceto-Fagetum mesotrophicum* (Fresh, nutrient-medium Oak-Beech)

Tab. 2.
 Charakteristika proveniencí cizokrajních jedlí na výzkumných plochách
 Characteristics of exotic *Abies* species provenances in research plots

Číslo proven./ Provenance No.	Země původu/ Country of origin	Taxon/Taxon	Název provenience/ Name of provenance	Nadmořská výška [m n. m.]/ Altitude [m a.s.l.]	Medián výšek/ Median of heights [m]	Medián $d_{1,3}$ / Median of DBH [cm]	Počet stromů/ Number of trees
Plocha č. 58		Plot No. 58					
129**	CAN	<i>A. lasiocarpa</i>	Alberta	1 524	8,6	11,5	2
135	E	<i>A. pinsapo</i>	Malaga	-	9,3	13,7	5
169	TR	<i>A. nordmanniana</i>	Sebinkarahishar	1 600	10,3	13,7	5
111	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mont. Pindos	1 300	13,8	15,2	46
154	USA	<i>A. fraserii</i>	North Carolina	1 372	13,1	13,9	10
136	GR	<i>A. cephalonica</i>	Peloponnesus	1 010	15,6	19,4	36
141	USA	<i>A. balsamea</i>	N. Hampshire	533	11,8	13,5	27
180**	TR	<i>A. nordmanniana</i>	Sebinkarahishar	1 600	8,0	9,5	1
122	CAN	<i>A. balsamea</i>	Frontenac	427	15,0	18,2	26
424**	USA	<i>A. concolor</i> var. <i>lowiana</i>	California	2 070	20,2	34,4	2
428**	USA	<i>A. magnifica</i> var. <i>shastensis</i>	Oregon	1 615	12,0	17,5	3
160	USA	<i>A. concolor</i>	Colorado	1 500	16,9	20,6	7
124	CAN	<i>A. balsamea</i>	Val D'Or	320	15,0	15,0	42
409	USA	<i>A. concolor</i>	California	1 670	19,6	41,3	4
418	USA	<i>A. balsamea</i>	Maine	91	14,6	17,3	11
120	USA	<i>A. grandis</i>	Washington	335	21,2	26,3	40
425	USA	<i>A. grandis</i>	Idaho	975	24,6	25,7	25
406**	USA	<i>A. concolor</i>	California	1 828	21,8	39,5	2
155	TR	<i>A. bornmulleriana</i>	Bolu	1 225	+	+	+
89	RL	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1 100	+	+	+
170	TR	<i>A. cilicica</i>	Maras	1 400	+	+	+
181	TR	<i>A. cilicica</i>	Maras - Hartlap	1 410	+	+	+
407	USA	<i>A. concolor</i>	California	1 674	+	+	+
410	USA	<i>A. magnifica</i>	California	1 674	+	+	+
411	USA	<i>A. magnifica</i>	California	1 800	+	+	+
427	USA	<i>A. magnifica</i>	California	2 345	+	+	+
87	CZ	<i>A. alba</i>	VLS Hořovice, Jince	520-540	18,3	21,9	47
Plocha č. 62		Plot No. 62					
123	CAN	<i>A. balsamea</i>	Carin	365	12,7	19,3	4
109	GR	<i>A. cephalonica</i>	Central Peloponessos	1 250	13,6	18,0	7
120	USA	<i>A. grandis</i>	Washington	335	18,0	17,5	7
89	RL	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1 100	+	+	+
98	USA	<i>A. balsamea</i>	Itasca - Minnesota	-	+	+	+
100	USA	<i>A. balsamea</i>	Forest Wisconsin	-	+	+	+
124	CAN	<i>A. balsamea</i>	Val D'Or	320	+	+	+
140	USA	<i>A. balsamea</i>	N. Hampshire	-	14,5	17,0	14
33	CZ	<i>A. alba</i>	VLS Horní Planá, Drhovice	400	13,8	15,5	23
32	CZ	<i>A. alba</i>	Nýrsko, Dešenice	500	14,0	17,5	24
183	CZ	<i>A. alba</i>	Český Rudolec, Janov	650-720	15,7	14,5	30
185	CZ	<i>A. alba</i>	Bruntál, Slunečná	640	16,8	20,0	25
69	CZ	<i>A. alba</i>	Ždírec nad Doubravou, Ransko	570-640	16,4	18,8	34
Plocha č. 64		Plot No. 64					
121**	SYR	<i>A. cilicica</i>	Djebel el Chouk	1 300	4,4*	3,9	2
135	E	<i>A. pinsapo</i>	Malaga	-	6,8*	11,5	6
136	GR	<i>A. cephalonica</i>	Peloponessos	1 010	8,7*	12,1	79
137	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mnt. Pindos	1 200	8,7*	12,3	64
109	GR	<i>A. cephalonica</i>	Central Peloponessos	1 250	9,6*	12,4	55
89	RL	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1 100	+	+	+
81	CZ	<i>A. alba</i>	Vyšší Brod, Vítkův Kámen	800-900	7,0*	7,9	31

pokračování tab. 2, continuation of tab. 2

74	CZ	<i>A. alba</i>	Milevsko, Klučenice	380	9,1*	11,4	45
Plocha č. 65		Plot No. 65					
89	RL	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1 100	7,1*	10,6	4
123	CAN	<i>A. balsamea</i>	Carin	365	9,7*	13,8	21
109	GR	<i>A. cephalonica</i>	Central Peloponessos	1 250	10,0*	14,7	41
122	CAN	<i>A. balsamea</i>	Frontenac	427	10,4*	15,1	22
137	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mont. Pindos	1 200	10,9*	16,6	44
124	CAN	<i>A. balsamea</i>	Val D´Or	320	11,1*	13,5	21
409	USA	<i>A. concolor</i>	California	1 670	14,5*	26,6	4
120	USA	<i>A. grandis</i>	Washington	335	15,8*	22,7	15
81	CZ	<i>A. alba</i>	Vyšší Brod, Vítkův Kámen	800-900	8,5*	9,7	21
74	CZ	<i>A. alba</i>	Milevsko, Klučenice	380	10,9*	15,5	24
Plocha č. 66		Plot No. 66					
110	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Tymphristos Mnt.	1 200	6,1*	10,6	12
108**	GR	<i>A. cephalonica</i>	Mont. Parmon	1 150	7,1*	12,2	2
113	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mont. Smolicas	1 300	7,6*	14,4	14
112	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mont. Olympos	950	8,1*	12,4	12
115	GR	<i>A. borisii-regis</i>	Mont. Rodopi	1 450	8,5*	16,1	11
81	CZ	<i>A. alba</i>	Vyšší Brod, Vítkův Kámen	800-900	8,0*	12,1	27
74	CZ	<i>A. alba</i>	Milevsko, Klučenice	380	9,3*	14,5	65
Plocha č. 68		Plot No. 68					
124	CAN	<i>A. balsamea</i>	Val D´Or	320	15,1	16,0	31
120	USA	<i>A. grandis</i>	Washington	335	22,1	22,8	74
89	RL	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1 100	+	+	+

* Průměrná výška reprezentativních jedinců parcel/ Average height of representative trees of blocks

** Počet dat není ze statistického hlediska dostačující, proto s nimi není v příspěvku uvažováno/ Number of values is not representative from the statistical point of view, so they are not taken into account in the paper

Tab. 3.

Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro výšky na ploše č. 58 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for heights on the plot No. 58 (NCSS 2007)

$\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 522 MSE = 13,08464 Critical Value = 5,2568

Group	Count	Mean	Different From Groups
218	3	8,466666	165, S14, 87, 409, 120, 406, 425
129	2	8,6	120, 425
97	22	9,027273	111, 122, 124, 136, 418, 143, 134, 165, 160, S14, 87, 409, 424, 120, 406, 425
169	5	11,58	120, 425
135	5	11,92	120, 425
141	27	11,93333	143, 165, S14, 87, 409, 120, 406, 425
117	16	12,55625	165, S14, 87, 120, 425
111	46	12,55652	97, 143, 165, S14, 87, 409, 120, 425
428	3	12,7	120, 425
154	10	12,75	S14, 87, 120, 425
226	3	12,93333	120, 425
122	26	14,32692	97, 87, 120, 425
180	1	15	
124	42	15,04524	97, 120, 425
136	36	15,06111	97, 120, 425
418	11	15,36364	97, 120, 425
143	48	15,56042	97, 141, 111, 120, 425
134	12	15,93333	97, 120, 425
165	51	16,58824	218, 97, 141, 117, 111, 120, 425
160	7	17,05714	97, 425
S14	53	17,44717	218, 97, 141, 117, 111, 154, 120, 425
87	47	17,7234	218, 97, 141, 117, 111, 154, 122, 120, 425
409	4	20,025	218, 97, 141, 111
424	2	20,2	97
120	40	20,9825	218, 129, 97, 169, 135, 141, 117, 111, 428, 154, 226, 122, 124, 136, 418, 143, 134, 165, S14, 87
406	2	21,8	218, 97, 141
425	25	24,228	218, 129, 97, 169, 135, 141, 117, 111, 428, 154, 226, 122, 124, 136, 418, 143, 134, 165, 160, S14, 87

Tab. 4.

 Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro $d_{1,3}$ na ploše č. 58 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for dbh on the plot No. 58 (NCSS 2007)

 $\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 522 MSE = 44,02145 Critical Value = 5,2568

Group	Count	Mean	Different From Groups
97	22	8,65	124, 111, 143, 165, 122, 418, 134, S14, 160, 87, 136, 425, 120, 424, 406, 409
218	3	10,3	425, 120, 424, 406, 409
129	2	11,45	406, 409
117	16	12,31875	87, 136, 425, 120, 424, 406, 409
226	3	13,53333	406, 409
169	5	14,5	120, 406, 409
154	10	14,69	425, 120, 424, 406, 409
124	42	15,27857	97, 425, 120, 424, 406, 409
141	27	15,35185	425, 120, 424, 406, 409
111	46	15,44783	97, 425, 120, 424, 406, 409
143	48	16,08333	97, 425, 120, 424, 406, 409
180	1	16,3	
165	51	17,26667	97, 425, 120, 406, 409
122	26	17,30769	97, 425, 120, 406, 409
418	11	17,82727	97, 120, 406, 409
134	12	17,9	97, 120, 406, 409
S14	53	18,46038	97, 425, 120, 406, 409
135	5	19,04	409
428	3	19,33333	409
160	7	19,42857	97, 406, 409
87	47	19,74043	97, 117, 120, 406, 409
136	36	20,56389	97, 117, 120, 406, 409
425	25	25,532	97, 218, 117, 154, 124, 141, 111, 143, 165, 122, S14, 409
120	40	27,0875	97, 218, 117, 169, 154, 124, 141, 111, 143, 165, 122, 418, 134, S14, 87, 136, 409
424	2	34,4	97, 218, 117, 154, 124, 141, 111, 143
406	2	39,45	97, 218, 129, 117, 226, 169, 154, 124, 141, 111, 143, 165, 122, 418, 134, S14, 160, 87, 136
409	4	40,125	97, 218, 129, 117, 226, 169, 154, 124, 141, 111, 143, 165, 122, 418, 134, S14, 135, 428, 160, 87, 136, 425, 120

Tab. 5.

Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro výšky na ploše č. 62 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for heights on the plot No. 62 (NCSS 2007)

 $\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 159 MSE = 8,490612 Critical Value = 4,4477

Group	Count	Mean	Different From Groups
123	4	12,225	120
33	23	14,03043	69, 120
140	14	14,07143	120
109	7	14,1	
32	24	14,19583	120
183	30	14,65	120
185	25	15,908	
69	34	16,55882	33
120	7	18,95714	123, 33, 140, 32, 183

Tab. 6.

 Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro $d_{1,3}$ na ploše č. 62 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for dbh on the plot No. 62 (NCSS 2007)

 $\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 159 MSE = 33,98634 Critical Value = 4,4477

Group	Count	Mean	Different From Groups
183	30	15,28333	120
33	23	16,45652	120
140	14	16,71428	120
32	24	17,33333	120
123	4	18,875	
69	34	19,13235	
109	7	19,21428	
185	25	19,62	
120	7	26,71428	183, 33, 140, 32

Tab. 7.

Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro $d_{1,3}$ na ploše č. 64 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for dbh on the plot No. 64 (NCSS 2007)

$\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 275 MSE = 1907,484 Critical Value = 4,2007

Group	Count	Mean	Different From Groups
121	2	39	
81	31	81,80645	74, 136, 137, 109
135	6	109,6667	
74	45	117,4222	81
136	79	125,3797	81
137	64	130,0156	81
109	55	130,4182	81

Tab. 8.

Výsledek Tuckey-Kramerova testu pro $d_{1,3}$ na ploše č. 65 (NCSS 2007)

Result of Tuckey-Kramer multiple-comparison test for dbh on the plot No. 65 (NCSS 2007)

$\alpha = 0,050$ Error Term = S(A) DF = 207 MSE = 3288,961 Critical Value = 4,5235

Group	Count	Mean	Different From Groups
81	21	105,6667	74, 137, 120, 409
89	4	108,75	120, 409
109	41	145,5122	120, 409
123	21	147,4286	120, 409
124	21	150,9048	120, 409
122	22	152,3636	120
74	24	165,0417	81, 120
137	44	167,25	81, 120
120	15	247,6667	81, 89, 109, 123, 124, 122, 74, 137
409	4	251,75	81, 89, 109, 123, 124

$d_{1,3}$ činila 17,5 cm. U proveniencí *A. cephalonica* (13,6 m) a *A. balsamea* (12,7 m a 14,5 m) byly výšky v porovnání s výškou všech proveniencí na ploše (15,1 m) podprůměrné. Ve srovnání s mediánem výčetní tloušťky celé výsadby (17,3 cm) dosahovala *A. cephalonica* (18,0 cm) mírně nadprůměrné a *A. balsamea* (19,3 cm a 17,0 cm) mírně podprůměrné hodnoty. Výškový růst nejlepší české provenience jedle bělokoré 185 – Bruntál, Slunečná činil 16,8 m, největší $d_{1,3}$ (19,6 cm) dosáhla rovněž provenience 185 (20,0 cm). Výškově nejhůře rostoucí českou proveniencí byla 33 – VLS Horní Planá, Drhovice (13,8 m), nejmenší $d_{1,3}$ se vyznačovala provenience 183 – Český Rudolec, Janov (14,5 cm). Při odděleném zhodnocení výškového a tloušťkového růstu zástupců cizokrajných jedlí a *A. alba* činí hodnoty u cizokrajných jedlí 14,2 m a 17,5 cm, resp. 15,3 m a 17,0 cm u proveniencí *A. alba*. Na ploše je vysazena i místní provenience jedle bělokoré 32 – Nýrsko, Dešenice, která však roste podprůměrně (14,0 m, 17,5 cm) i ve srovnání s ostatními potomstvy *A. alba*.

Výzkumné plochy č. 64, 65 a 66 jsou dnes spravovány Lesy města Písku (LMP). Na všech třech plochách byly použity jako porovnávací standardy české provenience jedle bělokoré 74 – Milevsko, Klučenice a 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen.

Na ploše č. 64 – LMP, Údraž 1 „U Nového“ bylo vysazeno 7 proveniencí *A. alba* a 6 proveniencí cizokrajných jedlí. Celkem bylo hodnoceno již jen 12 proveniencí, neboť potomstvo *A. cilicica* 89 – Kammouha, Libanon na ploše prakticky vyhynulo. Z cizokrajných jedlí se nejlépe osvědčila provenience *A. cephalonica* 109 – Peloponesos, Řecko s výškou 9,6 m a $d_{1,3}$ 12,4 cm, ve výčetní tloušťce pak i další řecká provenience *A. borisii-regis* 137 – Mont. Pindos (12,3 cm). Medián výšky a výčetní tloušťky všech proveniencí na ploše (8,3 m, resp. 11,7 m) bylo možno porovnat s českými standardy 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen (7,0 m, 7,9 cm) a 74 – Milevsko, Klučenice (9,1 m a 11,4 cm). Celko-

vý medián výšek cizokrajných jedlí činil 7,6 m, medián $d_{1,3}$ 12,2 cm. *A. alba* měl hodnoty 8,7 m a 10,7 cm.

Na výzkumné ploše č. 65 – LMP, Údraž 2 „U sosny“ bylo vysazeno pět proveniencí *A. alba* (dvě z ČR) a 8 proveniencí cizokrajných jedlí. Hodnoceno bylo 328 stromů. Největších výšek dosáhla provenience *A. grandis* 120 – Washington, USA (15,8 m), která s $d_{1,3}$ 22,7 cm ca o 4 mm těsně zaostávala za druhou nejlépe rostoucí proveniencí *A. concolor* 409 – Kalifornie, USA (výška 14,5 m). Nejhůře rostla provenience *A. cilicica* 89 – Kammouha, Libanon, která dosahovala hodnot 7,1 m a 10,6 cm. Mediány výšek a mediány $d_{1,3}$ celé plochy dosahovaly 10,6 m, resp. 15,0 cm, u cizokrajných jedlí 11,2 m a 15,62 cm, u *A. alba* pak 9,7 m a 12,8 cm. U českých standardů 81 – Vyšší Brod, Vítkův Kámen a 74 – Milevsko, Klučenice měly mediány výšky a $d_{1,3}$ hodnoty 8,5 m a 9,7 cm, resp. 10,9 m a 15,5 cm.

Na výzkumné ploše č. 66 – LMP, Údraž 3 „Karvašiny“ byla vysazena jedna provenience *A. cephalonica*, 4 provenience *A. borisii-regis* a 9 proveniencí *A. alba* (z toho dvě z ČR). Z cizokrajných druhů rostly nejlépe provenience *A. borisii-regis* 115 – Mnt. Rodopi (8,5 m, 16,1 cm) a 112 – Mnt. Olympos (8,1 m, 12,4 cm). Nejhůře rostlo potomstvo 110 – Tymphristos Mnt. (6,1 m, 10,6 cm), které nedosahovalo ani mediánů cizokrajných jedlí (7,5 m, 12,4 cm), ani mediánů všech proveniencí (8,2 m, 12,9 cm). Mediány českých proveniencí *A. alba* byly 8,7 m a 13,5 cm.

Na výzkumné ploše č. 68 – Pelhřimov, Černovice byly hodnoceny pouze dvě cizokrajné provenience – *A. grandis* 120 – Washington, USA a *A. balsamea* 124 – Val D'Or, Kanada; třetí provenience *A. cilicica* 89 – Kammouha, Libanon prakticky vymizela. Celkem bylo hodnoceno 74 stromů provenience *A. grandis* (22,1 m, 22,8 cm) a 31 jedinců provenience *A. balsamea* (15,1 m, 16,0 cm).

DISKUSE A ZÁVĚR

Domácí odborná literatura obsahuje údaje o růstu cizokrajných jedlí v ČR jen vzácně, navíc se často jedná pouze o zjištění získaná sledováním nevelkého počtu jedinců v parcích a arboretech (např. HOFMAN 1963; BAŽANT, ŠKODA 2004; ČERNÁ, HAMERNÍK 2004), případně o informace o stanovištních podmínkách pro jejich pěstování (PODRÁZSKÝ, REMEŠ 2005a, b, 2006a, b; DIMITROVSKÝ et al. 2006). Poznatky ze založených experimentálních výsadby tak představují unikátní soubor informací. Pokud jde o cizokrajné druhy jedlí, je Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., kromě vlastních aktivit zapojen i do mezinárodního provenienčního výzkumu organizovaného IUFRO (Mezinárodní svaz lesnických výzkumných organizací) zaměřeného na *A. grandis* a *A. procera*. Dosud získané výsledky hodnocení výsadby s cizokrajnými druhy jedlí v různém věku byly postupně publikovány (např. ŠINDELÁŘ 1986; VANČURA 1990; ŠINDELÁŘ, BERAN 2004, 2008a, b; BERAN 2006; ŠINDELÁŘ et al. 2006; ČÁP, NOVOTNÝ 2006 aj.).

Výzkumná plocha č. 58 byla dosud hodnocena ve věku 9, 18, 23, 30 a 36 let (ČÁP, NOVOTNÝ 2006; ČÁP et al. 2008; ŠINDELÁŘ et al. 2006; ŠINDELÁŘ, BERAN 2008b). Nutno konstatovat, že zde některé z vysazených proveniencí v průběhu času prakticky vymizely. Od měření ve 30 letech byl do věku 41 let zjištěn průměrný tloušťkový přírůstek u *A. grandis* 0,7 cm. Největší přírůstek byl zjištěn u *A. concolor* (8,4 cm), což je však většinou způsobeno soliterním růstem zbývajících exemplářů.

Na výzkumné ploše č. 62 byly cizokrajné jedle ve věku 36 let měřeny vůbec poprvé, srovnání s předchozím vývojem zde tedy není možné.

Obsáhlejší hodnocení ploch č. 64, č. 65 a č. 66 založených v Lesích města Písku publikovali ŠINDELÁŘ a BERAN (2004, 2008a). V rámci nového hodnocení ve 36 letech dosahovala na písečných plochách $d_{1,3}$ druhu *A. cephalonica* od 12,2 do 14,7 cm, což je v porovnání např. s plochou č. 62 (18,0 cm) výrazně méně. *A. grandis* roste na Písecku pouze na ploše č. 65, kde dosáhla parametrů 15,8 m a 22,7 cm, což je v porovnání s výsadbou č. 62 (18,0 m, 17,5 cm) opět méně, avšak pouze z hlediska výšky.

Na ploše č. 68 došlo v předchozím vývoji do 38 let k vyhynutí proveniencí *A. cilicica* 89 – Kammouha, Libanon. Tato proveniencie vyhnula rovněž na plochách č. 58, č. 62 a č. 64; na ploše č. 65 z ní přežívají pouze 4 jedinci. *A. grandis* zde dosáhla výšky 22,1 m při $d_{1,3}$ 22,8 cm.

Pro srovnání je možno uvést údaje BERANA (2006), který ve své práci udává ve věku kolem 28 let výčetní tloušťku jedle obrovské na sérii mezinárodních provenienčních ploch IUFRO v průměru od 13,2 do 21,0 cm.

Výsledky z výzkumných ploch jsou do značné míry analogické pro většinu vysazených proveniencí, pokud jde o jejich přežívání i celkový růst. Na základě získaných údajů je možno konstatovat, že *A. grandis* je pro lesní hospodářství ČR perspektivním druhem, což platí i o některých dalších evropských zemích. S ohledem na její rychlý růst a předstih nejen před jedlí bělokorou, ale i před smrkem ztepilým, je možné pěstovat ji i ve snížené době obměty. Jednoznačně nelze na základě růstu některých proveniencí odmítnout ani další druhy, jako *A. cephalonica* a *A. borisii-regis*.

A. balsamea (jedle balzámová) se v mládí vyznačuje rychlým růstem, je však podle všeobecných zkušeností relativně krátkověká, čímž je její využití ve středoevropských podmínkách značně omezené (parky, arboreta aj.). V případě výsadby v lese, zvláště v jelenářských oblastech, je u tohoto druhu nutno počítat ve zvýšené míře s ochranou proti škodám zvěří, a to i v pozdějším věku. Také na výzkumné ploše č. 65 v Lesích města Písku došlo k selektivnímu poškození kmenů tohoto druhu vytloukáním jelení zvěří, proto byla celá výsadba v roce 2007 i přes pokročilý věk znovu oplocena.

A. concolor (jedle ojíňená) dosahuje sice ve srovnání s celou výsadbou i jedlí bělokorou nadprůměrných růstových parametrů, je o ní však známo, že ve 3. až 4. věkové třídě u ní dochází k velké mortalitě v důsledku kořenové hniloby působené václavkou obecnou (*Armillaria mellea*), což však platí i o jedli obrovské. Všechny vysazené proveniencie jsou v současném věku již zastoupeny velmi nízkým počtem exemplářů. Výhodou tohoto druhu je, podobně jako u jedle obrovské, pozdější rašení, což je možné v některých lokálních podmínkách využít.

A. cilicica (jedle cilicijská) a *A. pinsapo* (jedle španělská) jsou druhy s velkou mortalitou a pomalým růstem. Pomalu většinou roste i *A. cephalonica* (jedle řecká), která má velmi dobrou míru přežívání; jak však bylo uvedeno výše, neplatí toto tvrzení pro všechny testované proveniencie. Využití druhů *A. cilicica* a *A. pinsapo* je spíše estetickou záležitostí, vhodnou např. pro městské lesoparky. Výsadby *A. pinsapo* jsou i v zahraničí sporadické a hodnocení jejich životaschopnosti, růstu a produkce se s výsledky získanými v ČR většinou shoduje (ŠINDELÁŘ, BERAN 2008b).

V sortimentu jedlí jsou také proveniencie *A. nordmanniana* (jedle kavkazská) z nichž 169 – Sebinkarahisar, Turecko roste podprůměrně.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného záměru MZE0002070203. Autoři děkují J. Fennessymu, M.Sc. (COFORD, Irsko) za jazykovou revizi anglicky psaných částí textu.

LITERATURA

- BAŽANT V., ŠKODA A. 2004. Výsledky introdukce vybraných severoamerických dřevin v arboretu Kostelec. In: Neuhöferová P. (ed.): Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy 10. – 11. 11. 2004. Praha, ČZU: 63-68.
- BERAN F. 2006. Některé poznatky z hodnocení mezinárodního provenienčního pokusu s jedlí obrovskou – *Abies grandis* (Douglas) Lindl. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník recenzovaných referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. - 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 17-27.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P. 2006. Přehled dosavadních výsledků hodnocení výzkumných provenienčních ploch s jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.) série 1973 – 1977. In: Novotný P. (ed.): Šlechtění lesních dřevin v České republice a Polsku. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí. Strnady 8. 9. 2005. Jiloviště-Strnady, VÚLHM: 69-83.
- ČÁP J., BERAN F., NOVOTNÝ P. 2008. Vyhodnocení série výzkumných provenienčních ploch s cizokrajnými druhy rodu *Abies* ve věku 35 – 37 let z hlediska jejich možného využívání v lesním hospodářství ČR. In: Pěstování nepůvodních dřevin. Sborník referátů. Kroměříž 26. 6. 2008. Praha, ČLS: 29-35.
- ČERNÁ J., HAMERNÍK J. 2004. Výsledky introdukce dřevin na Školním lesním podniku v Kostelci nad Černými lesy. In: Neuhöferová P. (ed.): Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy 10. – 11. 11. 2004. Praha, ČZU: 53-62.
- DIMITROVSKÝ K., JEHLIČKA J., JETMAR M., KUBÁT J. 2006. Geologickopedologické předpoklady výspokových substrátů pro pěstování douglasky tisolisté a jedle obrovské. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska tisolistá a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník recenzovaných referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. - 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 29-41.

- HOFMAN J. 1963. Pěstování jedle obrovské. Praha, SZN: 116 s.
- MIKESKA M., KUSBACH A. 1999. Latinské a anglické ekvivalenty souborů lesních typů typologické klasifikace ÚHÚL – poslední verze z 8. 11. 1999. Brandýs nad Labem: 6 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005a. Podpora výsadeb jedle obrovské (*Abies grandis*) vhodným přihnojením. In: Neuhöferová P. (ed.): Jedle bělokorá – 2005. Sborník referátů. Srní 31. 10. – 1. 11. 2005. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 151-153.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2005b. Vliv jedle obrovské (*Abies grandis*) na humusové formy. In: Neuhöferová P. (ed.): Jedle bělokorá – 2005. Sborník referátů. Srní 31. 10. – 1. 11. 2005. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 155-158.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2006a. Půdotvorná role význačných introdukovaných jehličnatých dřevin – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska tisolistá a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník recenzovaných referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. - 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 43-49.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2006b. Růst kultury jedle obrovské s aplikací hnojení. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska tisolistá a jedle obrovská – opomíjení giganti. Sborník recenzovaných referátů. Kostelec nad Černými lesy 12. - 13. 10. 2006. Praha, ČZU: 85-88.
- ŠINDELÁŘ J. 1975. Projekt a základní protokol série provenienčních výzkumných ploch s jedlí bílou *Abies alba* Mill. a některými ostatními druhy rodu *Abies*. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 65 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1986. Cizokrajné druhy rodu *Abies* na výzkumné ploše 58 v oblasti Správy pokusných lesních objektů VÚLHM, Jíloviště-Strnady. Lesnictví, 32: 377-398.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2004. Srovnání druhů rodu *Abies* v lesích města Písku. Lesnická práce, 83: 19-21.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2006. K možnostem lesnického využití některých cizokrajných druhů rodu *Abies* v ČR na základě hodnocení jejich růstu na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve věku 30 let. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 235-242.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2008a. Comparison of some exotic species of *Abies* genus with chosen silver fir provenances on the plots of town Písek. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 99-113.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2008b. Exotic species of fir (*Abies spec. div.*) at the age of 30 years in the nature forest region no. 10 – Středočeská pahorkatina (Central Bohemian Upland). Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 115-130.
- VANČURA K. 1990. Provenienční pokus s jedlí obrovskou série IUFRO ve věku 13 let. Práce VÚLHM, 75: 47-66.

GROWTH EVALUATION OF PROVENANCES OF EXOTIC FIR SPECIES AT THE AGE OF 36 - 41 YEARS

SUMMARY

In 1970, the provenance research project aimed at testing the performance of silver fir and some exotic *Abies* species for the Czech Republic forest management needs has started as part of the Forestry and Game Management Research Institute Jíloviště-Strnady research activities.

As well as silver fir, also represented were some exotic *Abies* species provenances in these research plots (Tab. 1). This paper presents the evaluation and results of biometrical measurements from the provenance research plots of the 1970 series, and considers the possibilities of these exotic *Abies* species for use in the Czech Republic forest management programme.

For vitality and growth characteristics, the results from these research plots are analogous for the major part of evaluated provenances (Tab. 2–8). Based on derived data, it is possible to state that *A. grandis* has good prospects as a species for the Czech Republic forest management, as well as for some other European countries. Regarding its fast growth and leading characteristics it compared not only with silver fir, but also with Norway spruce and it is also possible to plant this species for a shorter rotation period. The results also indicate the possibilities of other exotic *Abies* species and some of these look very promising, e.g. *A. nordmanniana*, and possibly *A. cephalonica* and *A. borisii-regis*.

As for other exotic species, *A. balsamea* was characterized by fast growth in the juvenile stage and also by relatively shorter age. The results suggest that the use of this species is considerably limited, under Central European conditions (just in parks, arboretums, etc.). When this species is planted in forest, especially in areas with high deer populations, then it is necessary to ensure protection at all stage of planting. These selective damages caused by game have been recorded also in case of research plot No. 65 in Municipality Forests Písek, from this reason all plantations have been fenced.

A. concolor has reached, when compared with all other plantings and silver fir, above average growth parameters, but this species is known to be subject to high mortality during the period of 40 – 80 years of its age. This mortality used to be caused by honey fungus (*Armillaria mellea*), in case of this species, but this characteristic has been recorded in case of grand fir (*Abies grandis* /Dougl./ Lindl.), too. *A. considerable* advantage of *A. concolor*, and also in case of grand fir, is late flushing which allows possible use, under some local site conditions.

Both these two exotic *Abies* species *A. cilicica* and *A. pinsapo*, were characterized by high mortality and slow growth as well as *A. cephalonica*, in spite of this species good vitality, grows much slower. But in case of provenances being tested, this statement is not valid for some of them, as it has been proven in this research. Practical use of both *A. cilicica* and *A. pinsapo* species is mainly of aesthetical character, e.g. for parks in towns, etc. Planting of *A. pinsapo* species was considered to be sporadic and results from evaluation of this species mortality, growth and volume production is mostly comparable with results obtained in the Czech Republic (ŠINDELÁŘ, BERAN 2008b).

In tested provenances assortment, there are also provenances of *A. nordmanniana*, from Sebinkarahishar, Turkey – provenance No. 169 which indicated below average height and DBH growth if compared with mentioned research plots average results.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jiří Čáp, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 257 892 262; e-mail: cap@vulhm.cz

KLIMATICKÉ PODMÍNKY NA VÝZKUMNÉ PLOŠE JIZERKA. II - TEPLOTA, VÍTR A SLUNEČNÍ SVIT

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT. II - TEMPERATURE, WIND AND RADIATION

VRATISLAV BALCAR¹⁾ - ONDŘEJ ŠPULÁK¹⁾ - DUŠAN KACÁLEK¹⁾ - IVAN KUNEŠ²⁾¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady²⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

The Jizerka experimental plot was established to investigate prosperity of ca 30 tree species under conditions of formerly air-polluted mountainous site, the Jizera Mts., northern Bohemia. Tree species perform dependence on their vigor, inherited abilities and response to environmental conditions. Among all properties of the site, climate is a principal factor influencing both growth rate and survival of the tree species. Therefore, meteorological conditions have been investigated since 1993 within the experiment which was established in 1990. Since 1996, climatic characteristics have been investigated using automatic loggers. Mean annual temperature was 5.0 °C between 1997 and 2010. The temperature was higher compared to expected range of values in literature. As for wind conditions we found that increasing height of trees slowed down wind speed. Annual value of global radiation was 3894 MJ.m⁻² and both duration and intensity of solar radiation were comparable with values recorded by stations being operated by the Czech Hydrometeorological Institute. The results of the temperature, wind and radiation monitoring presented here are connected with the precipitation and soil humidity monitoring published as the first part of climatic conditions in the Jizerka experimental plot (BALCAR et al. 2012).

Klíčová slova: Jizerské hory, klima - teplota, vítr, sluneční svit, srážky, vlhkost, prosperita lesních dřevin

Key words: Jizera Mts, climate, tree species prosperity

ÚVOD

Charakter místního podnebí a průběh meteorologických prvků výrazně ovlivňuje stanovištní podmínky lesa. Dlouhodobý monitoring meteorologických prvků v lesnictví umožňuje hodnotit kolísání klimatu a výskyt stresových událostí v rámci let. Tyto informace pak mohou sloužit k úpravě volby dřevin i obnovních postupů v závislosti na charakteru stanoviště.

Předkládaná práce uvádí a hodnotí výsledky měření dynamiky teploty vzduchu a půdy, směru a rychlosti větru a intenzity slunečního záření na výzkumné ploše Jizerka v období 1994 až 2010 a navazuje tak na publikované výsledky monitoringu srážek a půdní vlhkosti na této lokalitě (BALCAR et al. 2012). Prezentovány jsou také souhrnné výsledky a poznatky zahrnující vztahy a souvislosti mezi zjištěnými parametry všech sledovaných meteorologických prvků na lokalitě (tj. vč. srážek a půdní vlhkosti).

METODIKA

Výzkumná plocha

Výzkumná plocha Jizerka (VP Jizerka) byla založena na Středním Jizerském hřebenu v roce 1990, a to na kalamitní holině vzniklé celoplošným vytěžením smrkové kmenoviny těžce poškozené imisní zátěží v období zhruba 1975 – 1989. Cílem výzkumných šetření je zde sledování a vyhodnocování vývoje výsadeb širokého sortimentu lesních dřevin (ca 30 taxonů), vlivu melioračních a fytomelioračních opatření, včetně reakcí dřevin na specifické stresy, které se na vybrané (pro danou oblast modelové) lokalitě vyskytují. S využitím takto získaných exaktních poznatků se počítá při návrzích obnovních cílů a postupů při obnově lesa ve vyšších horských polohách oblastí postižených imisními stresy. Součástí výzkumných aktivit je i kontinuální sledování dynamiky růstových podmínek – meteorologických, imisních a půdních. Více podrobností o výzkumné ploše je uvedeno v první části hodnocení meteorologických prvků na VP Jizerka (BALCAR et al. 2012) a dalších studiích (BALCAR 1998; SLODIČÁK et al. 2005).

Monitoring teploty vzduchu a půdy, vzdušného proudění a sluneční radiace

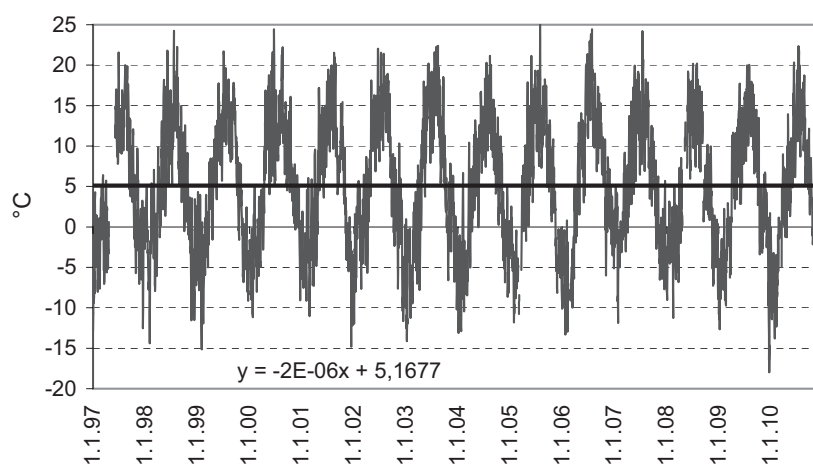
Teplota vzduchu (+200 cm a +30 cm nad úrovní terénu) a půdy (-20 cm), směr a rychlost vzdušného proudění a intenzita slunečního záření je na lokalitě výzkumné plochy měřena automatickou stanicí (v období 1996 – 2007 model Noel 2000, od roku 2007 nástupný model LEC 3000). V letech 2003 a 2004 bylo měření teplot vzduchu rozšířeno instalací záznamníků Logger S0141 (fa Comet System). Tři záznamníky (v horní, střední a dolní části výzkumné plochy, nadmořské výšky ca 980, 970 a 960 m) měří teploty vzduchu na volné ploše ve výškách 200 a 30 cm.

Pro účely této práce byly do zpracování zahrnuty výsledky měření uvedených meteorologických prvků v období 1997 až 2010. S ohledem na

charakter stanoviště bylo jako vegetační označeno období od 1. května do 31. října. Rychlost větru byla hodnocena podle Beaufortovy stupnice, jak ji uvádí SOBÍŠEK et al. (1993), anglické názvy stupňů jsou podle autora McHENRY et al. (1993). Výpočty byly provedeny v programech MS Excel 2003, Instat+ 3.36 a UniStat 5.6.

VÝSLEDKY

Teplota vzduchu měřená automatickou stanicí (dále Noel) ve výšce 200 cm nad úrovní terénu vykazovala dlouhodobý roční průměr (leden 1997 až prosinec 2010) +5,0 °C, nejchladnějším byl rok 2010 s průměrnou teplotou +3,4 °C. V hodinových termínech se teploty pohybovaly v rozmezí -21,6 °C (leden 2006) až +31,6 °C (červenec



Obr. 1.

Průměrné denní teploty (°C) vzduchu 200 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel; silná čára uprostřed představuje lineární trend proložený křivkou denních hodnot teploty vzduchu

Fig. 1.

Mean daily air temperatures (°C) at 200 cm above the ground based on the data measured by Noel station; bold line in the middle approximates the curve of daily air temperature

Tab. 1.

Průměrné měsíční teploty (°C) vzduchu 200 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel

Mean monthly air temperatures (°C) at 200 cm above the ground based on the data measured by Noel station

Rok/Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	-4,0	-2,0	0,1			13,0	13,0	16,0	10,0	2,3	0,0	-2,0	
1998	-2,0	0,0	-2,0	5,7	9,8	13,0	13,0	13,0	9,3	4,0	-3,0	-4,0	4,7
1999	-3,0	-5,0	0,8	4,8	9,8	11,0	15,0	14,0	14,0	4,7	-1,0	-4,0	5,1
2000	-5,0	-2,0	-0,7	7,5	12,0	13,7	11,3	15,4	10,0	8,4	3,0	-1,0	6,1
2001	-3,6	-2,4	-0,7	3,2	11,1	10,6	15,0	15,6	8,0	9,3	-1,1	-5,2	5,0
2002	-2,3	0,2	1,1	4,1	12,8	13,4	14,9	16,4	9,1	3,1	1,5	-5,2	5,8
2003	-5,4	-5,2	0,4	3,2	11,4	15,3	14,6	16,5	10,6	1,1	2,9	-2,7	5,2
2004	-6,7	-3,3	-0,8	5,1	7,1	11,3	13,3	14,8	9,7	6,3	0,0	-2,7	4,5
2005	-3,7	-5,7	-2,7	5,5	9,6	12,2	14,7	12,7	12,0	7,3	-0,7	-3,9	4,8
2006	-5,2	-6,3	-3,6	4,5	9,2	14,1	19,6	12,0	13,4	8,0	2,7	0,0	5,7
2007	-1,2	-1,3	2,2	7,7	11,3	14,1	13,6	13,8	7,5	3,8	-2,2	-2,7	5,6
2008	-2,5	-1,3	-1,5	3,6	10,2	13,3	13,6	13,1	7,9	5,0	1,1	-2,9	5,0
2009	-6,2	-4,8	-1,0	8,9	9,2	10,2	13,9	14,6	11,1	2,7	2,1	-4,8	4,7
2010	-8,4	-5,3	-1,1	4,2	6,7	12,4	16,2	13,0	7,5	3,0	0,7	-8,6	3,4
Průměr	-4,2	-3,2	-0,7	5,2	10,0	12,7	14,4	14,4	10,0	4,9	0,4	-3,6	5,0

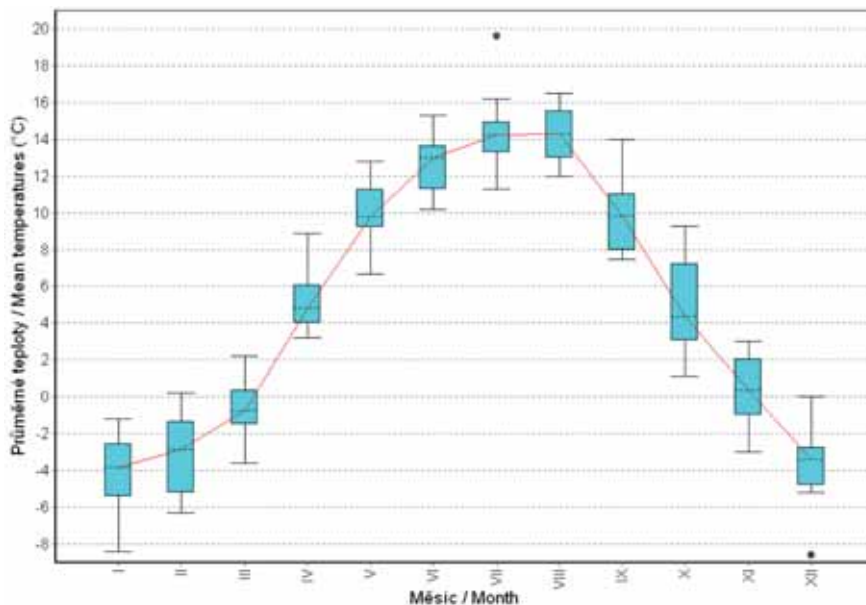
Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)

2005). Průměrné denní teploty kolísaly mezi -18,0 °C (prosinec 2009) a +25,2 °C (červenec 2005, obr. 1). Z průběhu lineární spojnice trendu průběhu denních průměrů teplot nebyla v období 1997 – 2010 potvrzena žádná dlouhodobá změna (oteplování nebo ochlazování).

V souladu s očekáváním byly nejnižší měsíční průměry teplot naměřeny v lednu a prosinci (dlouhodobé průměry -4,2 a -3,6 °C, rozmezí

-8,6 až 0,0 °C), nejvyšší v červenci a srpnu (průměry 14,4 °C, rozmezí +11,3 až +19,6 °C, tab. 1, obr. 2).

Teploty vzduchu ve výšce 200 cm nad povrchem terénu sledované ve třech částech výzkumné plochy (horní, střední a dolní) loggery S0141 měly obdobný průběh jako hodnoty naměřené stanicí Noel (obr. 3). Dlouhodobý roční průměr v období říjen 2004 – září 2010 loggeru



Obr. 2.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot vzduchu 200 cm nad zemí na VP Jizerka v období 1997 až 2010

Vysvětlivky: lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 2.

Jizerka experiment – box plots of mean monthly air temperatures at 200 cm above the ground over the 1997 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme values; points – outliers

Tab. 2.

Průměrné měsíční teploty (°C) vzduchu 30 cm nad terénem vypočtené z dat měřených stanicí Noel

Mean monthly air temperatures (°C) at 30 cm above the ground based on the data measured by Noel station

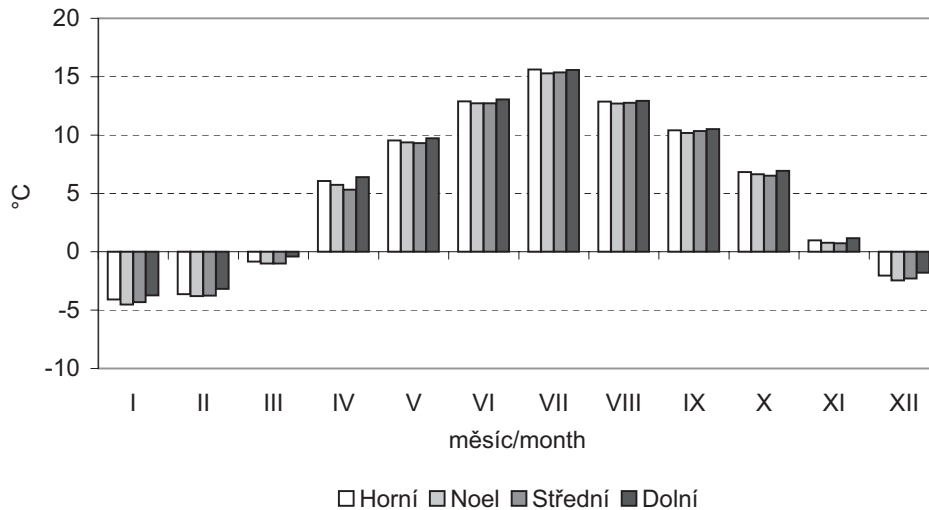
Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	-3,7	-1,4	-0,7			13,3	13,4	16,0	10,3	2,3	-0,3	-2,4	
1998	-2,4	-0,5	-1,9	5,7	9,9	13,5	13,0	13,4	9,4	3,8	-2,5	-2,6	4,9
1999	-1,5	-1,4	-0,4	2,8	10,1	12,0	15,9	13,6	13,7	5,0	-1,1	-2,1	5,5
2000	-1,0	0,1	0,2	0,2	11,8	14,3	11,7	15,5	10,3	8,4	2,8	-1,0	6,1
2001	-2,8	-1,2	-0,7	3,4	11,5	10,9	15,3	15,5	7,9	9,0	-1,1	-2,2	5,4
2002	-0,9	-0,4	0,1	5,1	13,1	14,1	15,5	16,3	9,0	3,0	1,3	-5,3	5,9
2003	-4,5	-1,9	0,7	3,6	12,1	15,8	14,9	16,1	10,6	1,1	2,7	-2,9	5,7
2004	-2,9	-2,1	-0,1	5,6	7,7	12,3	14,3	15,5	10,1	6,7	0,6	-1,9	5,5
2005	0,1	0,2	0,4	4,2	10,1	12,8	15,3	13,3	12,2	7,4	1,2	-0,2	6,4
2006	-0,4	-0,4	0,1	3,5	9,7	14,4	19,4	12,4	13,4	8,0	2,7	0,2	6,9
2007	-0,1	0,2	1,0	7,8	11,5	14,1	13,8	13,6	7,5	3,8	-0,2	-1,6	6,0
2008	-0,9	-0,8	-0,5	3,1	10,4	13,5	14,0	13,3	7,3	4,8	1,8	-0,5	5,5
2009	-1,0	-0,6	-0,3	4,3	9,4	10,7	14,0	14,7	10,8	2,1	2,1	-4,7	5,1
2010	-7,9	-2,0	0,8	4,2	7,2	12,7	16,1	13,2	7,4	2,6	0,8	-3,8	4,3
Průměr	-2,1	-0,9	-0,1	4,1	10,3	13,2	14,8	14,5	10,0	4,9	0,8	-2,2	5,6

Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)

umístěného ve střední části výzkumné plochy ve stejné nadmořské výšce jako stanice (970 m), byl se stanicí shodný (5,1 °C), průměrné teploty zaznamenané loggery v horní a dolní části plochy byly poněkud vyšší (horní 5,4 °C, dolní 5,6 °C).

Přízemní teplota vzduchu měřená 30 cm nad terémem stanicí Noel kolísala mezi -21,0 °C (leden 2010, v zimním období se však čidlo často nacházelo pod úrovní sněhové vrstvy) a +36,8 °C (srpen 1998).

Průměrné denní teploty se pohybovaly v rozmezí od -17,7 °C (prosinec 2009) do +25,9 °C (červenec 2005). Celkový roční průměr v období od ledna 1997 do prosince 2010 činil 5,6 °C (tab. 2, obr. 4). Trend rozdílů mezi měsíčními průměry přízemních teplot byl podobný jako u teplot vzduchu měřených ve standardní meteorologické výšce 200 cm. Pouze nejnižší průměrné teploty byly většinou naměřeny již v prosinci (u teplot 200 cm nad terémem v lednu), zřejmě vzhledem k menším vrstvám sněhu tlumícím mrazové extrémy.

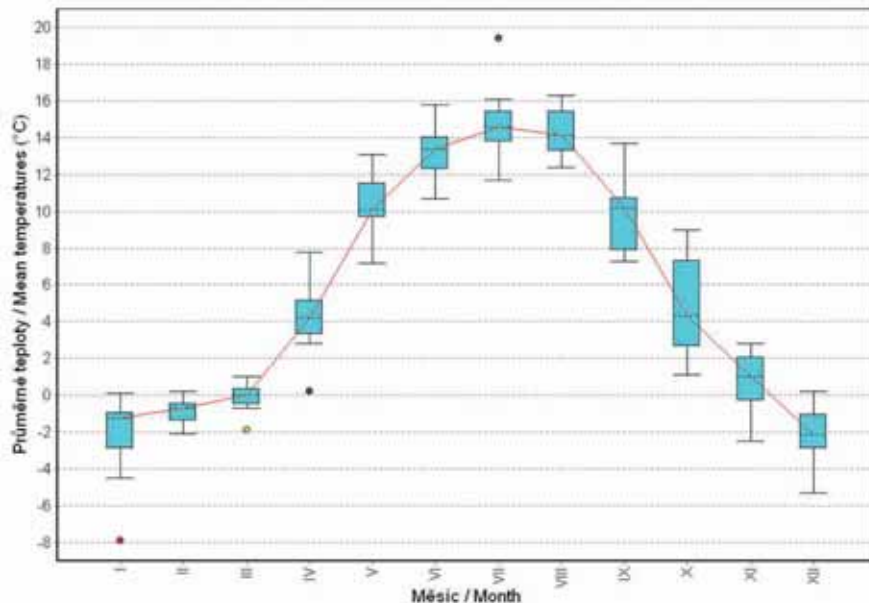


Obr. 3.

Porovnání průměrných měsíčních teplot vzduchu 200 cm nad terémem na čtyřech místech VP Jizerka – stanice Noel (970 m n. m.) a 3 loggery S0141 (Horní – 980, Střední – 970, Dolní – 960 m n. m.)

Fig. 3.

Comparison of mean air temperatures at 200 cm above the ground in four locations within the Jizerka experimental plot. Noel station (970 m a. s. l.) and three S0141 loggers (980, 970 and 960 m a. s. l.)



Obr. 4.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot vzduchu 30 cm nad zemí na VP Jizerka v období 1997 až 2010

Vysvětlivky: Lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 4.

Jizerka experiment – box plots of mean monthly air temperatures at 30 cm above the ground over the 1997 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme values; points – outliers

Teplota půdy měřená v hloubce 20 cm pod úrovní terénu se pohybovala v rozmezí hodnot $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (únor 2010) a $+16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (srpen 1997). K dlouhodobému poklesu teploty půdy pod bod mrazu (až na hodnotu $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) došlo pouze od konce prosince 2009 do počátku dubna 2010 v souvislosti s nízkými teplotami vzduchu (viz předchozí tabulky) a poměrně nízkou vrstvou sněhu (10 až 35 cm). Nejnížší denní průměry teploty půdy byly naměřeny v lednu a únoru 2010 ($-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), nejvyšší v srpnu 2000 ($+15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Celková průměrná teplota půdy

20 cm pod úrovní terénu činila $+6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a byla tak o stupeň vyšší než teplota vzduchu v meteorologické výšce 200 cm nad terénem (tab. 3, obr. 5).

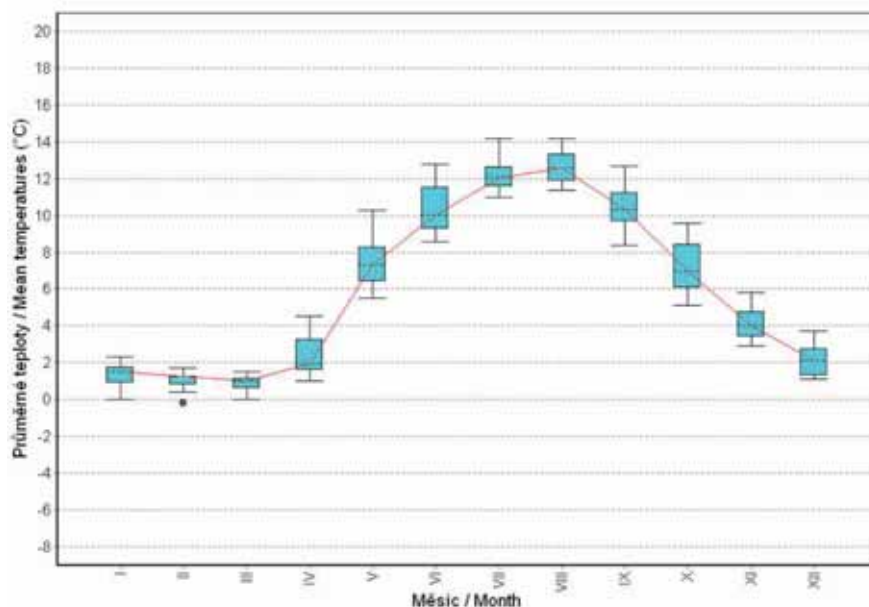
Vývoj porostu ve vrcholové poloze kalamitní holiny VP Jizerka se projevil na rozložení rychlosti a směru větru a jeho variabilitě. Přestože byl monitoring větru v průběhu let několikrát přerušen, jak technickými problémy, tak častěji v průběhu zim tvorbou námrazy v čase

Tab. 3.

Průměrné měsíční teploty ($^{\circ}\text{C}$) půdy 20 cm pod úrovní terénu vypočtené z dat měřených stanicí Noel
Mean monthly soil temperatures ($^{\circ}\text{C}$) 20 cm bellow ground based on the data measured by Noel station

Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Průměr
1997	0,9	1,2	1,2	1,6		11,6	12,8	14,2	11,5	6,8	3,4	2,0	
1998	1,3	1,4	1,2	4,5	8,5	12,1	12,7	13,4	10,3	7,2	2,9	1,8	6,4
1999	1,4	1,1	0,8	2,1	8,2	11,6	14,2	13,4	12,7	8,5	5,0	3,0	6,8
2000	2,3	1,7	1,5	3,3	10,3	12,8	12,0	13,8	11,5	9,6	5,8	3,7	7,4
2001	2,0	1,6	1,3	2,6	8,2	9,3	12,2	13,4	9,7	9,2	4,1	2,4	6,3
2002	1,7	1,0	0,9	2,6	9,0	11,2	12,5	13,4	10,9	6,4	3,9	1,3	6,2
2003	0,3	0,4	0,6	1,8	7,3	10,3	11,1	12,4	10,3	6,1	3,9	2,8	5,6
2004	1,8	1,3	1,1	3,3	6,5	9,7	11,6	12,7	10,3	7,4	4,5	2,2	6,0
2005	1,6	1,3	0,9	1,6	6,4	9,7	11,9	11,9	11,3	8,1	5,1	2,7	6,0
2006	1,8	1,3	1,1	1,3	6,4	9,3	12,7	11,9	11,1	8,9	4,8	3,5	6,2
2007	1,8	1,3	1,1	3,6	7,4	11,4	12,1	12,5	8,9	6,0	2,9	1,1	5,8
2008	0,6	0,7	0,5	1,0	7,3	9,8	11,0	11,4	8,9	6,2	4,2	1,9	5,3
2009	1,0	0,8	0,5	1,8	6,5	8,6	11,6	11,9	10,4	5,7	3,4	1,3	5,3
2010	0,0	-0,2	0,0	1,4	5,5	8,9	11,3	11,7	8,4	5,1	3,8	1,3	4,8
Průměr	1,3	1,1	0,9	2,3	7,5	10,5	12,1	12,7	10,4	7,2	4,1	2,2	6,0

Captions: months (I. – XII.); mean value (průměr)



Obr. 5.

Krabicový graf rozložení průměrných měsíčních teplot půdy v hloubce 20 cm pod povrchem na VP Jizerka v období 1997 až 2010

Vysvětlivky: lomená čára spojuje mediány; hranice krabic = horní a dolní kvartil, oddělující čtvrtinu nejnižších a nejvyšších hodnot; chybové úsečky označují rozpětí neextrémních hodnot, tj. bez odlehlých hodnot a extrémů; body = odlehlé hodnoty

Fig. 5.

Jizerka experiment – box plots of mean soil temperatures at 20 cm below ground over 1997 – 2010 period

Captions: red line – medians; box limits – lower/upper quartiles; error bars – range of non-extreme value; points – outliers

Tab. 4.

Četnost směrů a rychlostí větru podle stupnice Beauforta v jednotlivých periodách; údaje jsou vyjádřeny v procentech z celkového počtu hodinových záznamů

Vysvětlivky: smp – čidlo směru větru mimo provoz; rmp – čidlo rychlosti větru mimo provoz; Beaufortova stupnice viz SOBÍŠEK et al. (1993)

Frequency of both wind direction and wind speed according to Beaufort scale over particular periods

Captions: values are expressed as percents from totally recorded hours of wind occurrence; smp – sensor of wind direction was out of order; rmp – sensor of wind speed was out of order; Celkem – Total; for Beaufort scale see MCHENRY R. et al. (1993)

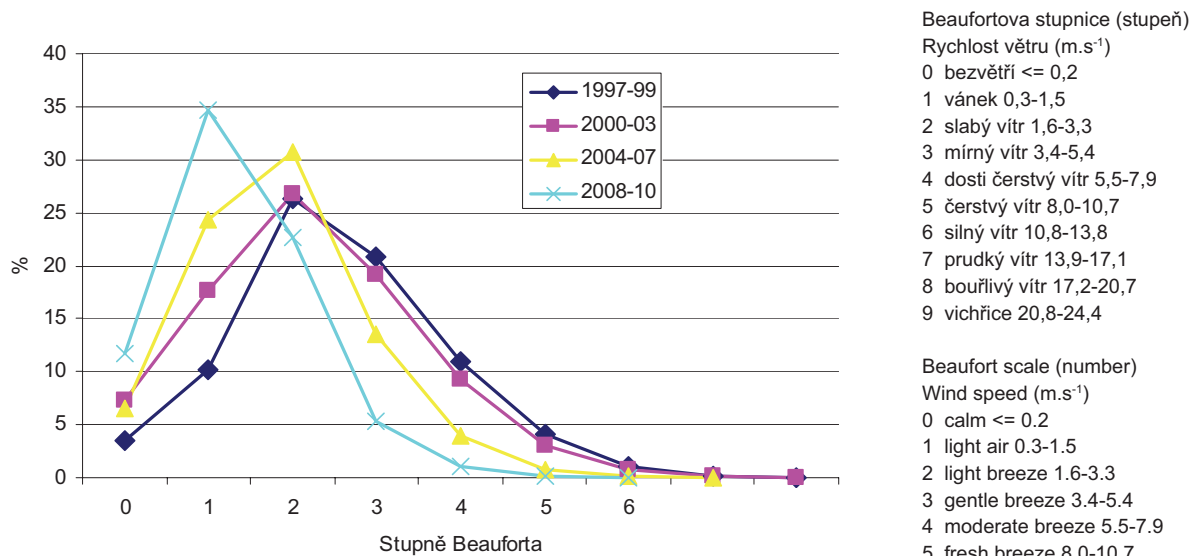
Směr větru/ Wind direction	Beaufortova stupnice/Beaufort scale										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	rmp	Celkem
1997-99											
S (N)		2,54	4,56	1,92	0,77	0,27	0,05	0,05			10,16
SV (NE)		0,98	3,11	2,02	0,89	0,32	0,06				7,38
V (E)		0,75	1,55	1,10	0,43	0,21	0,03	0,03			4,10
JV (SE)		1,40	3,34	3,04	1,55	0,68	0,20	0,03			10,25
J (S)		1,03	4,01	4,61	3,24	1,33	0,37	0,05	0,01		14,65
JZ (SW)		1,13	3,23	3,35	2,10	0,78	0,18	0,02			10,79
Z (W)		1,20	3,37	2,36	1,11	0,38	0,12				8,54
SZ (NW)		1,07	2,90	2,08	0,79	0,17	0,04				7,04
bezvětrí (calm)	3,51										3,51
smp	0,02	0,05	0,26	0,32	0,06					22,87	23,57
Celkem	3,53	10,14	26,32	20,80	10,95	4,15	1,06	0,17	0,01	22,87	100,00
2000-03											
S (N)		4,79	4,38	2,42	0,90	0,33	0,06				12,89
SV (NE)		2,77	3,49	1,90	0,70	0,21	0,05				9,13
V (E)		1,37	1,98	1,25	0,51	0,18	0,03	0,01			5,34
JV (SE)		1,51	2,02	1,61	0,84	0,27	0,09	0,01	0,01		6,35
J (S)		2,56	4,99	4,37	2,60	1,00	0,26	0,05			15,83
JZ (SW)		1,69	3,98	3,64	1,99	0,52	0,11	0,01			11,94
Z (W)		1,39	2,93	2,08	0,94	0,28	0,07	0,01			7,70
SZ (NW)		1,45	2,54	1,46	0,55	0,15	0,02				6,18
bezvětrí (calm)	7,20										7,20
smp	0,03	0,13	0,53	0,50	0,22	0,09	0,01	0,01		15,92	17,45
Celkem	7,23	17,67	26,84	19,22	9,25	3,03	0,71	0,12	0,01	15,92	100,00
2004-07											
S (N)		5,46	4,06	1,04	0,20	0,04	0,01				10,81
SV (NE)		2,85	2,95	1,04	0,24	0,05	0,01				7,14
V (E)		1,76	1,83	0,74	0,14	0,03	0,01				4,52
JV (SE)		2,22	2,36	0,92	0,29	0,08	0,01				5,89
J (S)		3,41	5,45	2,79	0,93	0,17	0,04				12,80
JZ (SW)		3,46	6,64	3,88	1,30	0,23	0,03	0,01			15,55
Z (W)		2,85	4,04	1,89	0,60	0,09	0,02				9,50
SZ (NW)		2,03	2,82	0,96	0,21	0,03					6,05
bezvětrí (calm)	6,46										6,46
smp	0,09	0,26	0,48	0,27	0,06	0,01				20,11	21,28
Celkem	6,55	24,30	30,65	13,54	3,97	0,74	0,13	0,02		20,11	100,00
2008-10											
S (N)		8,10	3,46	0,56	0,08	0,01					12,20
SV (NE)		3,68	2,42	0,57	0,06						6,74
V (E)		2,08	1,68	0,28	0,05						4,09
JV (SE)		3,35	1,84	0,46	0,08	0,01					5,75
J (S)		4,33	2,62	0,82	0,21	0,01					7,99
JZ (SW)		6,76	5,80	1,44	0,37	0,05	0,01				14,43
Z (W)		3,38	2,87	0,82	0,13	0,01					7,22
SZ (NW)		2,73	1,73	0,29	0,04	0,01					4,81
bezvětrí (calm)	11,71										11,71
smp	0,04	0,25	0,29	0,09	0,02					24,37	25,07
Celkem	11,74	34,66	22,71	5,33	1,05	0,10	0,02	0,00	0,00	24,37	100,00

vlhkých mrazových epizod, podává objektivní poznatky o dynamice směru a rychlosti větru, jak byla postupně ovlivňována 13letým odrostáním testovaných výsadeb lesních dřevin.

V prvním období sledování (1997 – 1999) se na otevřené ploše – téměř bezlesí – vyskytoval v porovnání s ostatními obdobími nejvyšší podíl vyšších stupňů větru, od 3. stupně (mírný vítr) výše (tab. 4, obr. 6 a 7). Podíl bezvětří dosahoval pouze 3,5 % hodinových záznamů. Nejčetněji vál jižní vítr (14,7 %), následovaný jihozápadním, jihovýchodním a severním větrem, minimální byl podíl východních větrů (4,1 %). Nejčastěji z jižních směrů vály také větry silnější, od stupně 5.

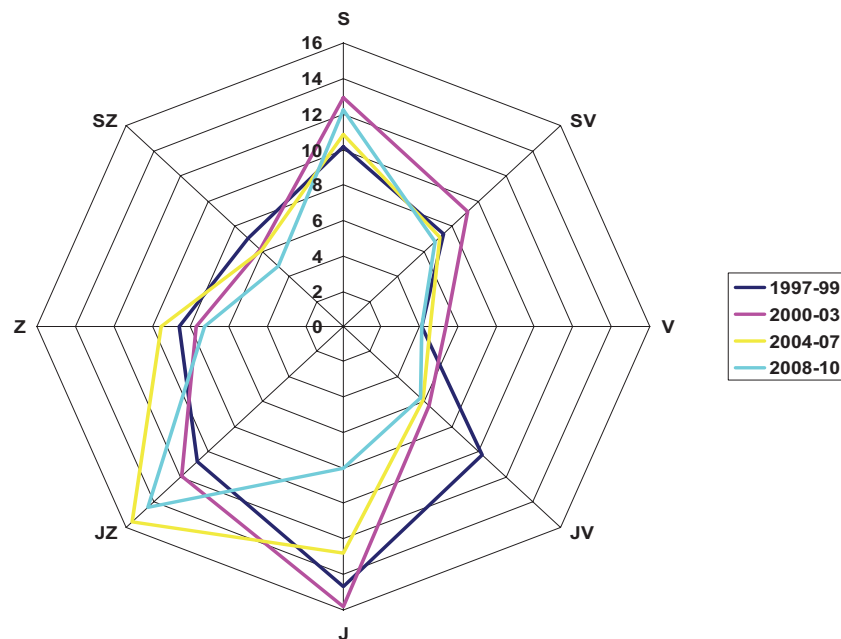
(čerstvý vítr) výše (obr. 7). Průměrná rychlost větru za celé období v termínech měření byla 3,70 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost 20,3 m/s v prosinci 1999.

V následující periodě (2000 – 2003) byl již znatelný posun rozložení rychlostí k nižším stupňům, přičemž výrazné navýšení podílu znamenalo 1. stupeň (vánek). Změna porostního prostředí odrůstající lesní kultury se projevila také na zvýšení poměru bezvětří na 7,2 %. Nejčetnější byl opět jižní vítr (15,8 %), četnost nad 10 % výskytu měl také severní a jihozápadní směr. Ubylo větrů z jihovýchodu, částečně na úkor směru jihozápadního. Stejně jako v předchozím období bylo



Obr. 6. Relativní četnost zastoupení rychlostí větru podle stupňů Beauforta v jednotlivých periodách
Poznámka: Beaufortova stupnice viz SOBÍŠEK et al. (1993)

Fig. 6. Relative frequency of wind speed degrees according to Beaufort scale



Obr. 7. Rozložení směrů větru (%) na ploše Jizerka v jednotlivých periodách (viz legenda)

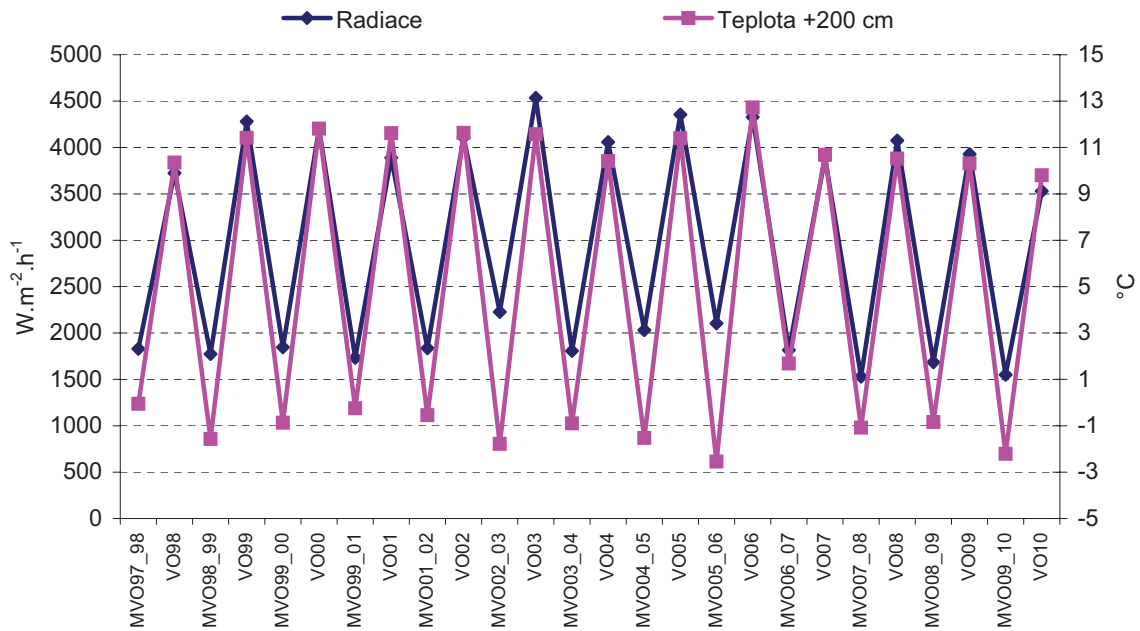
Fig. 7. Jizerka experiment wind rose (%) over four periods (see legend); captions: S – North, V – East, J – South, Z – West

zastoupení silnějších větrů koncentrováno do jižních směrů a nejméně válo od východu (5,3 %). Průměrná rychlost větru v tomto období byla 3,07 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost v tomto období byla 19,3 m/s v únoru 2000.

V období mezi lety 2004 – 2007 se v souvislosti s odrůstáním okolních výsadeb projevily další, ještě výraznější pokles rychlosti větru. Vzhledem ke konkrétnímu průběhu počasí byl však paradoxně provázený mírným poklesem podílu bezvětří. I v tomto období byl nejčastěji zastoupeným stupněm rychlosti 2. stupeň – větřík. Stupeň 8. (bouřlivý vítr) se již nevyskytoval, podíl 7. stupně byl minimální. Nejvyšší

ší četnosti dosahoval jihozápadní směr (15,6 %), následovaný jižním a severním, nejméně byl zastoupen východní vítr (4,5 %). Nejčastěji z jihu vály opět větry s vyšší rychlostí. Průměrná rychlost větru poklesla na 1,9 m/s, nejvyšší změřená okamžitá rychlost v tomto období byla 16,4 m/s v únoru 2004.

Omezení rychlosti větru odrůstajícím okolním porostem v závěrečné periodě sledování (2008 – 2010) bylo ještě výraznější. Podíl bezvětří již přesáhl 11 % pozorování, nejčastěji vyskytujícím stupněm se stal 1. stupeň (vánek, 34,6 %). Větrné události o rychlosti vichru (7. a 8. stupeň) se na lokalitě již nevyskytovaly. V porovnání s ostatní-



Obr. 8.

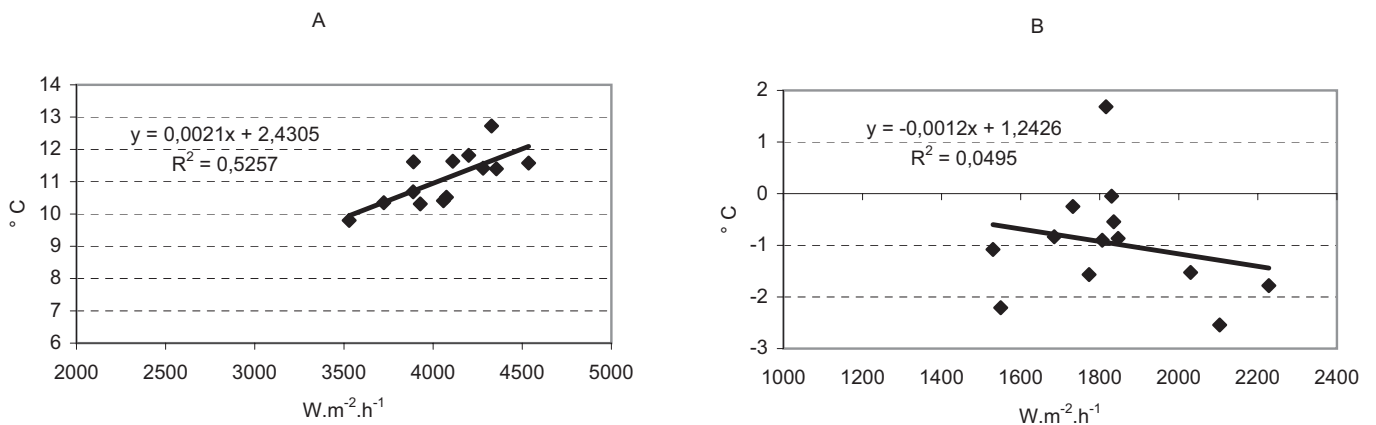
Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích s průměrnými teplotami vzduchu 200 cm nad terénem

Vysvětlivky: MVO97-98 = mimovegetační období 1997 – 1998; VO98 = vegetační období 1998

Fig. 8.

Comparison of mean daily sums of radiation (W.m².h⁻¹) with mean air temperatures (°C) at 200 cm above the ground over 13 years

Captions: MVO97-98 – winter dormancy season 1997 – 1998; VO98 – growing season 1998



Obr. 9.

Regresní vztah mezi teplotami vzduchu a radiací ve vegetačním (A) a mimovegetačním (B) období

Fig. 9.

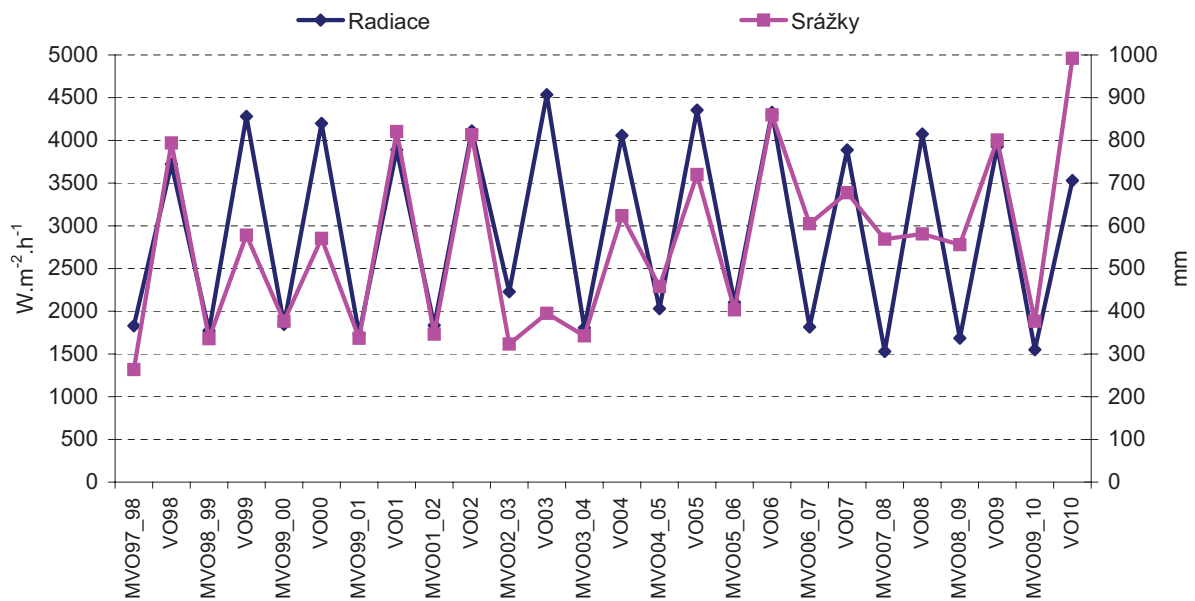
Regression between air temperatures and radiation in both growing (A) and dormant (B) seasons

mi směry větru byl ještě více zvýrazněn podíl jihozápadního (14,4 %) a severního (12,2 %) směru, zatímco zastoupení nejméně četného východního větru zůstalo prakticky neměnné (4,1 %). Průměrná rychlost větru za toto období dosáhla pouze 1,5 m/s, nejvyšší okamžitá rychlost v tomto období byla 17,3 m/s v březnu 2010.

Vítr o síle 6. stupně Beauforta a výše se v průběhu sledovaného období vyskytoval nejčastěji v měsících únoru (až březnu) a říjnu. K delším bezvětřným úsekům (více jak 4 hod.) docházelo nejčastěji v brzkých ranních hodinách, průměrná délka bezvětří se mezi periodami, se za-

pojováním okolního porostu, zvyšovala.

Denní úhrn slunečního svitu vypočtený z intenzity svitu v hodinových termínech měření dosáhl maxima 9 178 $W \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ v červnu 2005 (27. 6.). Nejnižší průměrné denní úhrny slunečního svitu vykazoval prítom prosinec 2010 – 372 $W \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$ (v zimním období jsou však hodnoty částečně podhodnoceny sněhem zachytávaným na čidle), nejvyšší červenec 2006 – 6 598 $W \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$. Z hlediska množství slunečního svitu ve vegetačním období (květen až říjen) byly nejvyšší průměrné denní úhrny naměřeny v roce 2003 – 4 541 $W \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$, nejméně slunečního



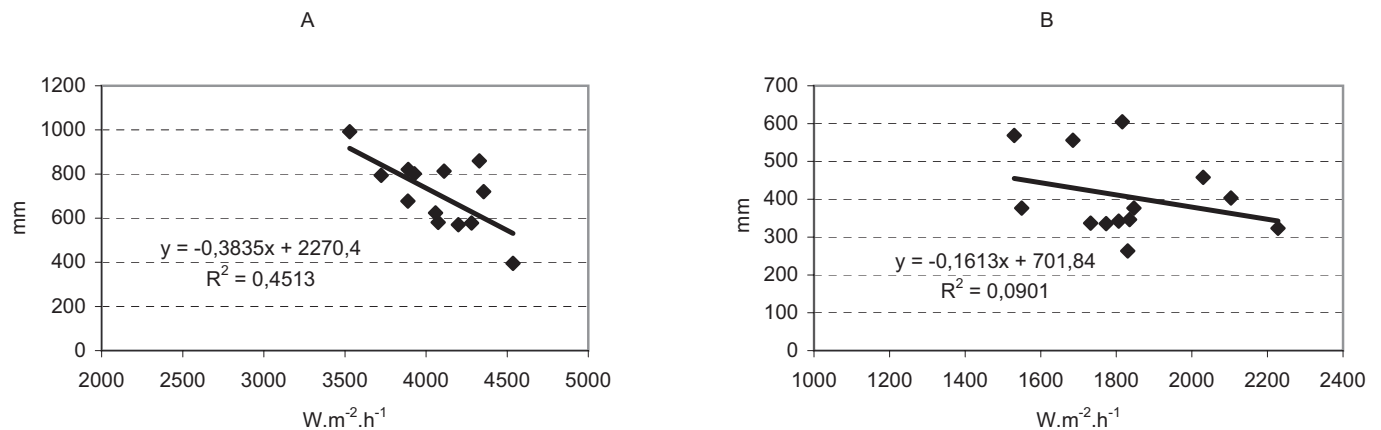
Obr. 10.

Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích se srážkovými úhrny
Vysvětlivky: MVO97-98 – mimovegetační období 1997 až 1998; VO98 – vegetační období 1998

Fig. 10.

Comparison of mean daily sums of radiation ($W \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$) with sums of precipitation (mm) over 13 years

Captions: MVO97-98 – winter dormancy season 1997 – 1998; VO98 – growing season 1998



Obr. 11.

Regresní vztah mezi srážkovými úhrny a radiací ve vegetačním (A) a mimovegetačním (B) období

Fig. 11.

Regression between precipitation and radiation in both growing (A) and dormant (B) seasons

svitu bylo naměřeno v roce 2010 – $3\,513\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, tj. v roce, který byl rovněž výrazně chladnější a vlhčí než ostatní sledované roky (obr. 8). Nejnížší průměrné denní úhrny v mimovegetačním období (listopad až duben) byly zaznamenány v období 2007 až 2008 – $1\,512\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$.

Z porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích s průměrnými teplotami vzduchu je patrný (očekávaný) přímo úměrný regresní vztah mezi radiací a teplotami vzduchu ve vegetačním období (korelace statisticky průkazná, obr. 9 A), mezi hodnotami v mimovegetačním období tento vztah prokázán nebyl (obr. 9 B).

Porovnání průměrných denních úhrnů radiace ve vegetačních a mimovegetačních obdobích se srážkovými úhrny je uvedeno na obr. 10. Z výsledků je patrný nepřímo úměrný regresní vztah mezi radiací a srážkovými úhrny ve vegetačním období (korelace statisticky průkazná, obr. 11 A); v mimovegetačním období tento vztah průkazný nebyl (obr. 11 B).

Průměrné měsíční úhrny globálního záření v období leden 1997 až prosinec 2010 se pohybovaly v rozmezí $71\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (prosinec) až $573\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (červenec), průměrný roční úhrn v uvedeném období činil $3\,894\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (tab. 5, poznámka: přepočet z jednotek intenzity na sumu energie: $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1} = 3,6\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{den}^{-1}$).

DISKUSE

Teplota vzduchu měřená 200 cm nad úrovní terénu byla v hřebenové

poloze výrazně vyšší než na lokalitě údolní (hřeben, stanice VÚLHM pro období I. 1997 – X. 2008 průměr $4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ vs. údolí, stanice ČHMÚ $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, ČHMÚ 1997 – 2009). Tento trend je zřejmý i z průměrných teplot všech měsíců (obr. 12). V údolí se jedná o klimaticky inverzní polohu ovlivňovanou mj. stékáním studeného vzduchu z úbočí Středního Jizerského a Vlašského hřebenu.

Průměrná teplota vzduchu na Středním Jizerském hřebenu byla tak o ca $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší, než se v rámci zařazení do smrkového lesního vegetačního stupně předpokládalo. Teplotu $2,5 - 4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ zde uvádí PLÍVA (1980 a 1987), pod $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ uvádí ÚHŮL (1999) a VACEK et al. (2003). Zvýšení teploty vzduchu oproti očekávání je v souladu s klimatickým trendem posledních dvou desetiletí, který uvádí Kulasová a Bubeníčková in KARPAŠ et al. (2009) na meteorologických stanicích v oblasti Jizerských hor, pro stanice Desná-Souš a Bedřichov i SLODIČÁK et al. (2005). Rozdíly v dynamice teplot na výzkumné ploše VÚLHM Jizerka (naše data) na horském hřebenu a stanici ČHMÚ Jizerka v údolí zmiňuje již Kulasová a Bubeníčková (in KARPAŠ et al. 2009) na příkladu teplotního kolísání denních průměrů od 20. 12. 1996 do 13. 1. 1997. Drsnost lokality v údolí se projevila rozmezím teplot od $-29,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, zatímco na klimaticky mírnější lokalitě na hřebenu byly naměřeny teploty od $-16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. I na lokalitě výzkumné plochy se však poměrně často na dřevinách projevovaly stresy pozdními přízemními mrazy, patrně chlorotizací až nekrotizací čerstvě vyrašených výhonů, zvláště jedle bělokoré (BALCAR, KACÁLEK 2008), buku lesního a javoru klenu (BALCAR 1998; BALCAR, ŠPULÁK 2006).

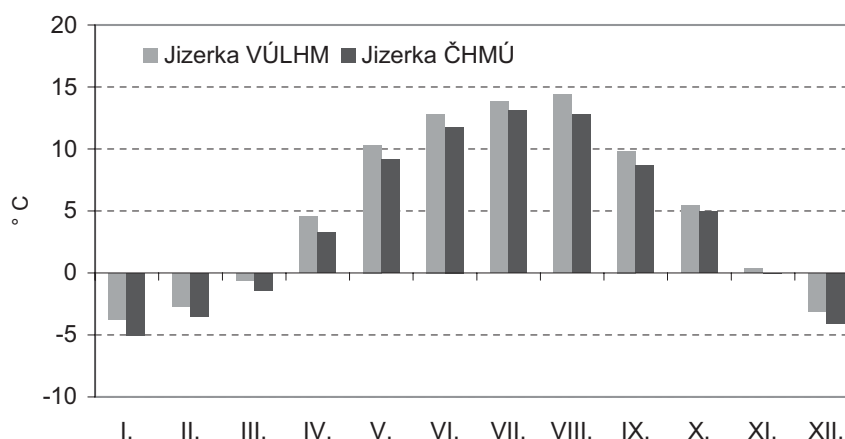
Zpomalení rychlosti větru v průběhu daného období (1997 – 2010)

Tab. 5.

Průměrné měsíční úhrny globálního záření
Mean monthly sums of global radiation

Rok/Měs.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
$\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$	95	154	314	460	564	573	536	497	338	194	97	71	3894

Captions: I. – XII. (Months), Rok (Year)



Obr. 12.

Průměrné měsíční teploty vzduchu 200 cm nad terénem na stanicích Jizerka VÚLHM a Jizerka ČHMÚ v období I.1997 – XI.2008

Fig. 12.

Mean monthly air temperatures at 200 cm above the ground in Jizerka experiment (Jizerka VÚLHM) and in Jizerka station operated by Czech Hydrometeorological Institute (Jizerka ČHMÚ) over the January 1997 – November 2008 period

Captions: I. – XII. (January – December)

lze přičítat odrůstání testovaných lesních dřevin na výzkumné ploše. V okolí zhruba 10 metrů široké volné plochy, na které je umístěna měřicí stanice, jsou výsadby smrku ztepilého, introdukovaných smrků a douglasky. Výškový růst výsadeb na výzkumné ploše lze znázornit příkladem odrůstání výsadby smrku ztepilého z roku 1991, která je rovněž v blízkosti stanice Noel. Průměrné výšky výsadeb v časových úsecích hodnocení rychlosti a směru větru jsou uvedeny na obr. 13 (dosud nepublikovaná data VÚLHM VS Opočno). Z grafu vyplývá nepřímá úměra mezi výškou porostu a průměrnou rychlostí větru za daná období.

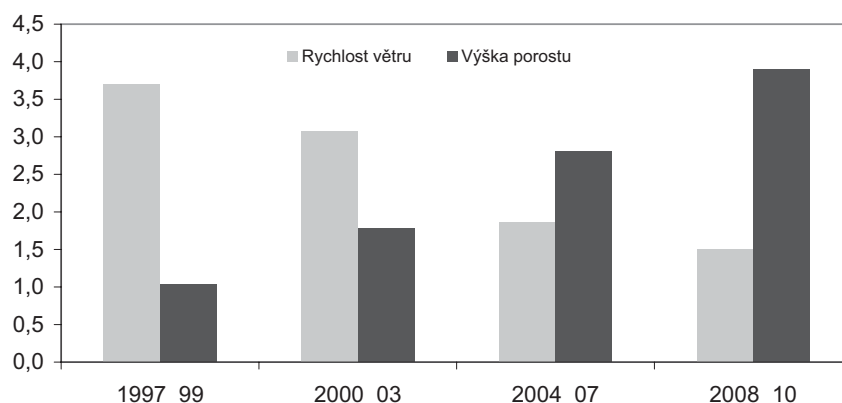
Průměrné měsíční úhrny globálního záření v období leden 1997 až prosinec 2010 byly poněkud vyšší, než se v dané oblasti předpokládalo na základě dlouhodobého měření (1961 – 2000) (TOLASZ et al. 2007). Celoroční úhrn globálního záření a úhrny v uváděných měsících byly na výzkumné ploše Jizerka o 1 – 11 % vyšší než údaje publikované (tab. 6). Tyto rozdíly jsou však v souladu s nárůstem hodnot slunečního záření v posledních dvou desetiletích, které TOLASZ et al. 2007 rovněž uvádí.

ZÁVĚR

Z výsledků měření teploty vzduchu a půdy, rychlosti a směru větru a intenzity slunečního svitu na Středním Jizerském hřebenu v období

1994 – 2010 a porovnání všech sledovaných meteorologických charakteristik na lokalitě vyplývají následující poznatky:

1. Průměrná teplota vzduchu byla na Středním Jizerském hřebenu zhruba o 1 °C vyšší, než se podle zařazení do smrkového lesního vegetačního stupně dosud předpokládalo. Ve výšce 200 cm nad terénem byla průměrná teplota v období 1997 – 2010 5,0 °C, přízemní teplota 30 cm nad terénem 5,6 °C (čidlo v zimě však bylo často kryto sněhem) a teplota půdy ve hloubce 20 cm 6,0 °C.
2. Směr převládajících větrů se v průběhu sledovaného období (1997 – 2010) podstatně nezměnil. Převládalo jižní až jihozápadní vzdušné proudění, poměrně časté bylo i proudění severní. V důsledku odrůstání kultur testovaných lesních dřevin se ve sledovaném období postupně snižovala rychlost větru. Průměrná rychlost větru v období 1997 – 1999 činila 3,7 m.s⁻¹, mezi roky 2000 – 2003 činila 3,1 m.s⁻¹, mezi roky 2004 – 2007 poklesla na 1,9 m.s⁻¹ a v období 2008 – 2010 až na 1,5 m.s⁻¹.
3. Roční úhrn celkového globálního záření dosáhl 3 894 MJ.m⁻² a výsledky měření doby a intenzity slunečního svitu na stanici VÚLHM Jizerka rámcově odpovídaly hodnotám zjištěným na stanicích ČHMÚ v Jizerských horách.
4. V případě souběhu nízkých srážkových úhrnů a vysokých teplot v průběhu vegetační doby lze i na horských hřebenech očekávat poškození mladých lesních porostů suchem (např. srpen 2003 –



Obr. 13

Průměrná rychlost větru (m.s⁻¹) a průměrná výška smrkové výsadby (m) v letech 1997 až 2010

Fig. 13.

Mean wind speed (Rychlost větru) and mean height of spruce plantation (Výška porostu) over the 1997 – 2010 period

Tab. 6.

Porovnání průměrných měsíčních a ročních úhrnů globálního záření (MJ.m⁻²) na stanici Jizerka VÚLHM s údaji ČHMÚ pro danou oblast
Comparison of monthly and annual sums of global radiation (MJ.m⁻²) in Jizerka experiment with values being expected for the site according to the Czech Hydrometeorological Institute

Období/Period	Jizerka VÚLHM	TOLASZ et al. (2007)		Rozdíl/Difference
		Mez dolní/Lower limit	Mez horní/Upper limit	
Březen/March	314	280	300	+4 %
Červen/June	573	520	540	+6 %
Září/September	338	290	300	+11 %
Prosinec/December	71	60	70	+1 %
rok/year	3894	3500	3600	+8 %

Výpočet % z dat: Rozdíl = ((Jizerka – Mez horní)/Jizerka).100

% calculation: Difference = ((Jizerka – Upper limit)/Jizerka).100

srážkový úhrn 30 mm, průměrná teplota 16,5 °C, pokles objemové vlhkosti půdy na ca 22 %).

5. V souladu s očekáváním byl ve vegetačním období prokázán pozitivní regresní vztah mezi intenzitou slunečního záření a vzdušnou teplotou a negativní vztah mezi intenzitou slunečního záření a srážkovými úhrny. V době mimovegetační tyto vztahy prokázány nebyly.

Monitoring klimatických podmínek na výzkumné ploše VÚLHM ve vyšší poloze Středního Jizerského hřebenu podává zevrubnou informaci o dynamice klimatu na lokalitě dříve postižené imisemi a následným úhynem lesa, kde je prvořadým úkolem obnova stabilního a funkčního lesního ekosystému. Výsledky zhruba 14letého měření upřesňují předpoklady o růstových podmínkách vyšších horských poloh a dokládají i vznik stresových situací, které mohou vysazované lesní dřeviny poškozovat. Ověřené poznatky mohou pomoci při rozhodování o výběru dřevin do obnovních cílů v obdobných stanovištních podmínkách. Z výskytu extrémních hodnot sledovaných klimatických prvků je zřejmé, že se mohou vyskytovat i mimo dosavadní doby jejich naměření, a proto se počítá s pokračováním a případným doplněním klimatických šetření i v dalších letech.

Poděkování:

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků – výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“ a NAZV QH92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do porostů v Jizerských horách“. Náš dík patří i Lesům ČR, lesní správě Frýdlant v Čechách za spolupráci při zakládání a provozu výzkumné plochy Jizerka.

LITERATURA

- BALCAR V. 1998. Vývoj výsadeb lesních dřevin ve smrkovém vegetačním stupni v Jizerských horách. In: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollataja w Krakowie. Nr 332. Sesja Naukowa. Zeszyt 56. Struktura i dynamika górskich borów swierkowych. Sympozjum ... Kraków – Zakopane, 25-27 wrzesnia 1997. Krakow, Wyd. AR: 259-271.
- BALCAR V., ŠPULÁK O. 2006. Poškození dřevin pozdním mrazem a krycí efekt lesních porostů při obnově lesa v Jizerských horách. In: A. Jurásek et al. (ed.): Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Opočno 5. – 6. 9. 2006. Jíloviště-Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 399-407.
- BALCAR V., KACÁLEK D. 2008. Growth and health state of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the ridge area of the Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 54: 509-518.
- BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D., KUNEŠ I. 2012. Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka – I. Srážky a půdní vlhkost. Zprávy lesnického výzkumu, 57: 74-81.
- ČHMÚ. 1997. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1997. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 67 s.
- ČHMÚ. 1998. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1998. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 76 s.
- ČHMÚ. 1999. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 1999. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 68 s.
- ČHMÚ. 2000. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2000. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- ČHMÚ. 2001. Kulasová A., Pobříšlová J. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2001. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2003. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2002. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 77 s.
- ČHMÚ. 2004. Kulasová A. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2003. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2005. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2004. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 73 s.
- ČHMÚ. 2006. Hancvencel R. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2005. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 78 s.
- ČHMÚ. 2007. Pobříšlová J. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2006. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 65 s.
- ČHMÚ. 2008. Pobříšlová J. et al. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2007. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 61 s.
- ČHMÚ. 2009. Pobříšlová J., Ducháček L. (eds.): Experimentální povodí Jizerské hory, hydrologická ročenka 2008. Jablonec n. Nisou, ČHMÚ, Úsek hydrologie: 72 s.
- KARPAŠ R. et al. 2009. Jizerské hory. 1. O mapách, kamení a vodě. Liberec, Nakladatelství RK: 576 s.
- MCHENRY R. et al. (eds.). 1993. The new encyclopaedia Britannica. Volume 2. Chicago, Encyclopaedia Britannica: 982 s.
- ÚHŮL. 1990. Charakteristika stavu a vývoje lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu řízeného ministerstvem lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu České republiky. Brandýs n. Labem, ÚHŮL: 161 s.
- PLÍVA K. 1980. Diferencované způsoby hospodaření v lesích ČSR. Praha, SZN: 216 s.
- PLÍVA K. 1987. Typologický klasifikační systém ÚHŮL. [on-line]. Brandýs n. Labem, ÚHŮL: 52 s. [cit. 7. 7. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.uhul.cz/lestypol/download.php>
- ŠLODIČÁK M. et al. 2005. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy České republiky; Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 232 s.
- SOBÍŠEK et al. 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Academia; MŽP ČR: 594 s.
- TOLASZ R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Univerzita Palackého: 255 s.
- ÚHŮL. 1999. Oblastní plán rozvoje lesů. 21 - Jizerské hory a Ještěd. Brandýs n. Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Jablonec n. Nisou: 242 s.
- VACEK S. et al. 2003. Horské lesy České republiky - Mountain forests of the Czech Republic. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky: 313 s.

CLIMATIC CONDITIONS IN THE JIZERKA EXPERIMENTAL PLOT. II - TEMPERATURE, WIND AND RADIATION

SUMMARY

Among all site conditions, climate is a factor which directly influences performance of tree species in mountains. Scientists have always used meteorological data to find relationship to growth, vigor and health of experimental plantations. There are, however, not only single agents such as air temperature, amount of precipitation, soil moisture and solar radiation which influence trees. It is often a coincidence of two or more factors which multiply stresses affecting the forest. Monitoring of climate for experimental purposes was both demanding and time-consuming activity in the past. However, there have been developed many automatic gauges which are used so as to get more precise information on climate these days. The article deals with meteorological conditions in experimental plot (Jizerka experiment) situated in the summit part of formerly air-polluted mountains. The conditions have been monitored there since 1994. Besides automatic loggers, precipitation is also monitored using classical rain gauge weekly by an observer. This monitoring goes on because we cannot rely on values provided by automatic logger during winter period; the snow accumulating on rain gauge evaporates and sometimes melts as temperature goes above zero. Therefore, obtained values do not reflect a real course of the precipitation amount. The observer is also supposed to record a height of snow cover in three locations weekly. Automatic loggers (Noel station, S0141 – Comet System) provide information on hourly temperature at 200 and 30 cm above the ground. Noel station also records hourly solar radiation, wind speed and direction, soil temperature at 20 cm below ground and daily amount of precipitation. For the purpose of our study, we used precipitation data from the period of 1994 – 2010; the other data came from the period between 1997 and 2010.

Mean annual air temperature at 200 cm above the ground (Noel station) in 1997 – 2010 was 5.0 °C. 2010 was the coldest year (3.4 °C). Mean daily temperatures ranged between -18.0 °C (December 2009) and +25.2 °C (July 2005). We used a linear trend to approximate the daily course of air temperature; there was no obvious trend of temperature change over the period of investigation (Fig. 3). Data provided by the other loggers (Comet System) confirmed the values and course of temperature measured by Noel station (Fig. 3). Soil temperature at 20 cm below the ground ranged between -0.7 °C (February 2010) and +16.4 °C (August 1997). The soil frost event in 2010 is the only case when the temperature dropped below zero. We attribute this situation to low air temperature (see Tab. 1 and 2) and to relatively low layer of snow (10 – 35 cm). Total mean soil temperature (+6 °C) was 1 °C higher compared to air temperature at 200 cm above the ground.

Increased height of trees in vicinity of the climatic station (Noel) influenced wind speed. During the early years of investigation (1999 – 1998), there were more frequent events having wind speed over 3 according the Beaufort scale (Tab. 4, Fig. 6) compared to the other periods (2000 – 2003; 2004 – 2007; 2008 – 2010, Fig. 13).

Comparison of mean daily solar radiation in both growing and dormant season shows a strong positive relationship between radiation and air temperatures during the growing season (Fig. 9A). This trend was not proved for the dormant season. We found also a strong negative relationship between radiation and precipitation amount during the growing season (Fig. 11A).

It can be concluded that:

1. Mean air temperature was higher (by 1 °C) compared to expected values for spruce vegetation-climatic zone.
2. In growing season, coincidence of low precipitation and high air temperature can affect young tree plantations by drought.
3. Direction of prevailing wind did not change between 1997 and 2010. The most frequent were southerly, south-westerly and northerly winds. Increased height of trees influenced wind speed. The wind speed slowed down from 3.7 m.s⁻¹ (1997 – 1999) to 1.5 m.s⁻¹ (2008 – 2010) as the height of spruce stand changed from 1 m (1997 – 1999) to 3.9 m (2008 – 2010).
4. According to our expectation we found positive relationship between solar radiation and air temperature while relationship between solar radiation and precipitation was found to be negative in the growing season. These relationships did not apply to dormant season.
5. Amount of annual global radiation totaled 3 894 MJ.m⁻². Both duration and intensity of solar radiation in the Jizerka experimental plot were comparable with values from the other station being operated by the Czech Hydrometeorological Institute.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Vratislav Balcar, CSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: 494 668 392; e-mail: balcarv@vulhmop.cz

RŮST EVROPSKÝCH PROVENIENCÍ JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA* MILL.) NA LOKALITĚ V ZÁPADNÍCH ČECHÁCH DO VĚKU 38 (37) LET

GROWTH OF EUROPEAN PROVENANCES OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) ESTABLISHED IN WESTERN BOHEMIA FOR 38 (37) YEARS

KAREL KÝVAL¹⁾ - PETR NOVOTNÝ²⁾ - JAROSLAV KOBLIHA³⁾ - JOSEF FRÝDL²⁾ - JAROSLAV DOSTÁL²⁾ - JIŘÍ ČÁP²⁾

¹⁾ *Městský úřad Votice*

²⁾ *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady*

³⁾ *Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha*

ABSTRACT

This evaluation presents research results from a provenance trial established at Trhanov, Pivoň (Czech Republic) and measured at the age of 38 (37) years. Totally, 49 provenances of silver fir were planted. 33 provenances are of the Czech origin, three provenances are from Germany, Slovakia, Bosnia and Herzegovina, Romania and Poland are each represented by two provenances, while Hungary, Austria, Bulgaria, France and Italy are each represented by one provenance. The best results (both in quantitative and qualitative characteristics) were found for provenances CZ 107 – Kácov, Zbraslavice, CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská, CZ 45 – Vsetín, Kychová, CZ 37 – Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov and CZ 88 – Hořovice, Mirošov. The worse results were found for provenances PL 212 – Poland, Nieskurzów, CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec, F 162 – France, Les Fanges IV and BIH 222 – Bosnia and Herzegovina, Kozara, Mrakovica. In the discussion, current results are compared with previous measurements of the same plot and with findings obtained from other research plots.

Klíčová slova: jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.), provenienční výzkum, geografická proměnlivost

Key words: silver fir (*Abies alba* Mill.), provenance research, geographic variability

ÚVOD

Areál přirozeného výskytu jedle bělokoré zahrnuje střední a jižní Evropu. Z hlediska proměnlivosti této dřeviny se SVOBODA (1953) domnívá, že jsou u ní klimaty typy méně vyhraněny, přesto jich rozlišil celkem 17. WOLF (2003) uvádí, že byly prokázány významné rozdíly v mortalitě, růstu, ekofyziologických a biochemických znacích mezi různými oblastmi areálu rozšíření jedle. Důvodem může být např. izolovanost populací či abnormální velikost pylových zrn ve srovnání s jinými jehličnany. V rámci populací této dřeviny míra variability klesá se vzrůstající vzdáleností od glaciálních refugií.

Přehled provenienčního výzkumu jedle a jeho výsledků k počátku 80. let minulého století zpracoval MEJNARTOWICZ (1983), který uvádí, že ačkoli nejsou provenienční pokusy s jedlí početné, dokládají mezi-populační rozdíly v odolnosti k mrazu, suchu a výrazné diference v rezistenci k mšicím. Přes významnou vnitropopulační variabilitu vykázaly provenience určité rozdíly i ve výškovém a tloušťkovém růstu. Dobrým růstem se mají obecně vyznačovat zvláště italská provenience z Kalábrie a rumunská provenience Lapus.

Lze zmínit i některé další práce, kdy se např. POPNIKOLA (1974) zabýval variabilitou anatomicko-morfologické struktury jehlic jedle v pří-

rodních populacích Makedonie. Výsledky prokázaly menší či větší rozdíly mezi různými klimatickými regiony.

CIAMPI a DI TOMMASO (1973) informují o výsledcích školkařského pokusu s pěti italskými proveniencemi, který byl založen v roce 1970. Hodnoceny byly růst, doba rašení, začátek a ukončování vegetačního období a sezónní rytmy růstu. Výzkum byl zaměřen i na další znaky (např. počet děložních jehlic, tloušťka kořenového krčku, délka větví, počet větví aj.). Časné rašení bylo zjištěno u alpské provenience (Paularo). Nejvyšší výšky dosáhla nejj jižnější provenience (Serra S. Bruno). Další výsledky tohoto pokusu týkající se větvení 8letých semenáčků (způsob větvení, výška kmínku, délka větví, tloušťka kořenového krčku) uvádějí DI TOMMASO a CALAMASSI (1980). Alpská provenience (Paularo) se odlišovala od apeninských (Abetone, Pescopennatro, Gariglione, Serra San Bruno).

Proměnlivost morfometrických znaků u 17 proveniencí semenáčků jedle bělokoré ze střední a jižní Itálie (vnitro- i meziprovenienční proměnlivost) sledoval DUCCI (1991). Potvrdil výsledky předchozích studií, které považovaly Kalábrii za centrum vysoké genetické variability. Zjištěná vnitroprovenienční proměnlivost byla tak vysoká, že byla vyslovena úvaha o možnosti vylišení některých populací za samostatné biotypy.

V České republice (ČR) byla první provenienční výsadba s jedlí bělokorou, na níž jsou zkoumána potomstva jednotlivých stromů z osmi domácích porostů, založena v těsné blízkosti Prahy na lokalitě Cukrák v roce 1961 (VINŠ 1966). Poznatky z tohoto pokusu ve stáří 4, resp. 5 let naznačily lepší růst moravských populací ve srovnání s českými, jakož i proveniencí z nížin v porovnání s horskými (VINŠ 1966). Při druhém hodnocení téže plochy ve věku 44, resp. 45 let (ŠINDELÁŘ et al. 2005a) přirůstaly ve srovnání s ostatními pomaleji proveniencí z vyšších poloh. Potvrdil se rovněž předpoklad VINŠE (1966) o relativně vysokém růstu a produkci proveniencí z moravských Karpat. Dobrý růst a produkce proveniencí jedle, které pocházejí z ekologicky odlišných podmínek od lokality výsadby, dokládají relativně značnou adaptační schopnost tohoto druhu.

V letech 1973 – 1977 byla v dnešní ČR založena série 20 provenienčních ploch s potomstvy dílčích populací jedle bělokoré z téměř celého jejího areálu a s některými dalšími taxony jedle (ŠINDELÁŘ 1975; HYNEK 1985). Ještě před výsadbou byly proveniencí srovnávány z hlediska morfologické proměnlivosti semen (HYNEK 1981). Jednotlivé výsadby byly vzhledem k technické a kapacitní náročnosti prací hodnoceny s výjimkou nejmladších stadií samostatně, případně pouze po menších skupinách, takže jsou pro ně k dispozici výsledky v různém věku. Hodnocením výsadeb se zabýval nejprve V. Hynek (např. HYNEK 1983, 1985, 1988, 1989a, b, c, 1991), později J. Šindelář (např. ŠINDE-

LÁŘ 1986; ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2005; ŠINDELÁŘ et al. 2005b, 2006; ŠINDELÁŘ, BERAN 2008a, b); přehled uskutečněných měření podali ČÁP a NOVOTNÝ (2006). V posledních letech pak proběhla další hodnocení (např. ČÁP et al. 2008, 2009, 2011).

PAULE et al. (1985) uvádějí hodnocení dvou provenienčních ploch založených v roce 1964 na lokalitě Zvolen s celkem 27 proveniencemi ze Slovenska, ČR a Polska. K dispozici jsou výsledky přežívání a výškového růstu ve věku 10 a 15 let.

V evidenci VÚLHM je kromě již zmíněných výzkumných ploch ještě série sedmi ploch z let 1998 – 2001 na lokalitách Hluboká, dále Kono-piště (v současnosti již hodnocení nezpůsobila), Vimperk, Nižbor a Nové Město na Moravě, na nichž jsou testovány 4 polské proveniencí v porovnání se standardy z ČR. Výsledky pokusu dosud nebyly publikovány.

Cílem tohoto příspěvku je vyhodnocení růstu dílčích populací jedle bělokoré na výzkumné provenienční ploše č. 59 – Trhanov, Pivoň ze série 1973–77, tj. rozšíření poznatků o růstové proměnlivosti druhu. Předmětem práce je i posouzení proměnlivosti proveniencí z hlediska geografického původu jejich mateřských populací.

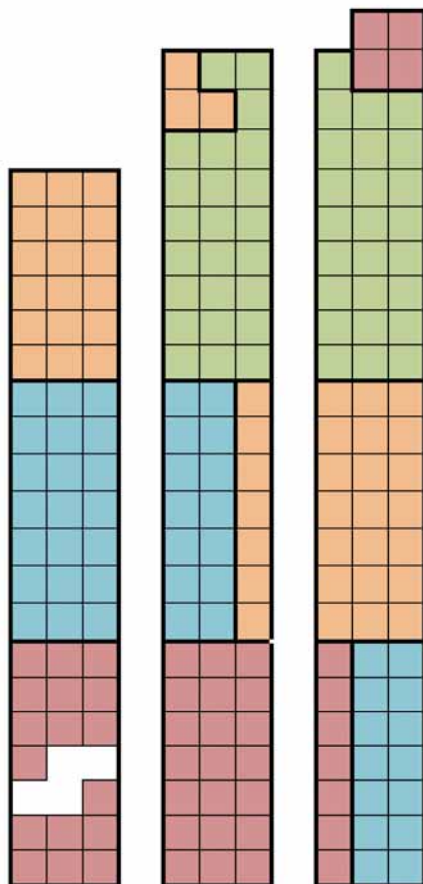
MATERIÁL A METODIKA

Výzkumná plocha č. 59 – Trhanov, Pivoň leží na území přírodní lesní oblasti (PLO) 11 – Český les v katastrálním území obce Pivoň. Porost je spravován LČR, s. p., LS Domažlice. Výsadba (1,96 ha, 670 m n. m.) je tvořena třemi oddělenými pruhy o šířce 30 m, nachází se na svahu s jv. expozicí a sklonem 10 %. Průměrná roční teplota je 6,5 °C, průměrný roční úhrn srážek činí 740 mm. Podle upravené klasifikace z Atlasu podnebí ČSR 1958 je plocha situována v mírně teplé oblasti, mírně vlhké podoblasti, okrsku B5 – mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný (TOLASZ et al. 2007). Podloží je tvořeno písčitohlinitými eluviálními a deluviálními uloženinami s vyšším obsahem skeletu, vyvinutými na moldanubických biotitických a sillimaniticko-biotitických pararulách, místy migmatitizovaných (VEJNAR, ZOUBEK 1963). Půdním typem je glej. Z typologického hlediska převažuje lesní typ 5V2 – vlhká jedlová bučina kapradinová.

Na výzkumné ploše bylo vysazeno celkem 49 proveniencí jedle bělokoré, z nichž je 33 z ČR, 3 ze SRN, po 2 ze Slovenska, Bosny a Hercegoviny, Rumunska a Polska a po 1 z Maďarska, Rakouska, Bulharska, Francie a Itálie (tab. 1). Na ploše není vysazena žádná proveniencí, kterou by bylo možno označit alespoň v širším smyslu za místní. Rozmístění proveniencí bylo uskutečněno podle schématu dvojité mříže. Každá proveniencí je zastoupena ve 4 blocích (obr. 1) na parcelách o rozměrech 10 × 10 m s výsadbou ve sponu 2 × 1 m. Na každou parcelu bylo použito 50 jedinců, na proveniencí tak připadalo 200 kusů (celkem 9 800 sazenic). Sazenice 2+2 (proveniencí 1-15 až 162) a 1+2 (proveniencí 185 až SK 9) byly vypěstovány na bývalém lesním závo-dě Zbraslav ve školce Baně. Jejich výsadba na provenienční plochu se uskutečnila na jaře 1975 (ŠINDELÁŘ 1975). Část proveniencí měla tedy v době hodnocení věk 38 let a část 37 let (tab. 3). V tomto věku již na rozdíl od hodnocení v nejmladších stadiích nemá roční rozdíl mezi proveniencemi zásadní význam, je s ním však nutno uvažovat v souvislosti s formulovanými závěry.

Na ploše byla v minulosti realizována prořezávka schematickým výběrem ve dvou zásazích o celkové intenzitě ca 50 %. Zásahem byl odstraněn každý druhý jedinec, rozestup byl zredukován na ca 2 × 2 m (KARBAN 2000).

U všech jedinců byla po ukončení výškového růstu v roce 2008 změřena jejich celková výška ultrazvukovým výškoměrem Vertex III (přesnost 0,1 m) a výčetní tloušťka lesnickou průměrkou (přesnost 0,5 cm); z kvalitativních znaků byla sledována tvárnost kmene. Jako ukazatel



Obr. 1. Schéma experimentálního designu výzkumné plochy (4 bloky odlišeny barevně)

Fig. 1. Scheme of research plot experimental design (4 blocks are distinguished by different colours)

Tab. 1

Charakteristika vysazených proveniencí
Description of planted provenances

Kód provenience/ Provenance Code	Stát/Country	Název provenience/ Name of Provenance	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
CZ 1-15	ČR	Kamenice nad Lipou, Losy	3.13.0	6b	II	16	600	49° 21'	15° 14'
CZ 34	ČR	Horní Planá, Želnavá	3.05.4	6b	IIb	13	820	48° 47'	13° 55'
CZ 37	ČR	Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov	3.05.1	6c	II	26	520	50° 17'	16° 18'
CZ 39	ČR	Červené Poříčí, Dolce	3.06.0	6b	II	6	500	49° 32'	13° 27'
CZ 42	ČR	Lukov, Lukov	6.07.0	7a	IV	41	450	49° 19'	17° 44'
CZ 45	ČR	Vsetín, Kychová	6.07.0	7a	VIb	41	570	49° 16'	18° 09'
CZ 46	ČR	Brumov, Vlára	6.07.0	7a	IV	38	320	49° 05'	18° 14'
CZ 48	ČR	Plumlov, Stinava	3.14.0	6b	IV	30	400	49° 20'	16° 58'
CZ 50	ČR	Vlašim, Smilkov	3.12.0	6b	II	16	575	49° 36'	14° 37'
H 52	Maďarsko	Sopron	6.10.0	4	-	-	450	-	-
CZ 58	ČR	Vimperk, Javorník	3.05.4	6b	IIb	13	680	49° 09'	13° 39'
CZ 62	ČR	Nové Hrady, Hojná Voda	3.05.4	6b	IIb	14	800	48° 43'	14° 38'
CZ 64	ČR	Dobříš, Chouzavá	3.07.0	6b	II	10	415	49° 50'	14° 12'
CZ 68	ČR	Vyšší Brod, Běleň	3.05.4	6b	IIb	12	680	48° 38'	14° 20'
CZ 70	ČR	Nasavrky, Maleč	3.13.0	6b	II	16	395	49° 47'	15° 42'
CZ 72	ČR	Nižbor, Dřevíč	3.07.0	6b	II	8	340	50° 01'	14° 00'
CZ 75	ČR	Rájec Jestřebí, Černá Hora	3.14.0	6b	IV	30	358	49° 18'	16° 39'
CZ 78	ČR	Nové Hrady, Trocnov	3.05.4	6b	II	15	520	48° 54'	14° 36'
CZ 79	ČR	Český Krumlov, Chvalšiny	3.05.4	6b	IIb	12	830	48° 53'	14° 13'
CZ 80	ČR	Nové Hrady, Trhové Sviny	3.05.4	6b	II	12	550	48° 52'	14° 38'
CZ 84	ČR	Kašperské Hory, Bílý potok	3.05.4	6b	IIb	12	780	49° 06'	13° 34'
CZ 85	ČR	Kašperské Hory, Kašperské Hory	3.05.4	6b	IIb	12	880	49° 10'	13° 34'
CZ 88	ČR	Hořovice, Mirošov	3.05.4	6b	IIb	7	620	49° 42'	13° 42'
CZ 90	ČR	Prachatice, Včelná	3.05.4	6b	IIb	15	885	49° 01'	13° 51'
A 95	Rakousko	Gröbming, Steiermark	5.04.3	4	-	-	850	47° 27'	13° 53'
CZ 101	ČR	Velké Karlovice, Brodská	6.07.0	7a	VIb	41	730	49° 22'	18° 11'
CZ 107	ČR	Kácov, Zbraslavice	3.12.0	6b	II	16	470	49° 48'	15° 10'
BG 132	Bulharsko	Rilské gory, Borovešč	6.26.0	10	-	-	1400	42° 14'	23° 36'
BIH 145	Bosna a Hercegovina	Kozara, Mrakovica	6.26.0	9	-	-	-	-	-
D 149	SRN	Ostbayer, Viechtach	3.05.4	6b	-	-	740	49° 00'	12° 55'
D 150	SRN	Schwarzwald, Enzklösterle	3.32.0	4	-	-	750	49° 00'	9° 00'
D 151	SRN	Ostbayer, Zwiesel West	3.05.4	6b	-	-	-	49° 02'	13° 08'
F 162	Francie	Les Fanges IV	4.14.1	1	-	-	275	42° 50'	2° 17'
CZ 185	ČR	Bruntál, Detřichov	3.05.1	6c	IIb	27	640	49° 51'	17° 24'
CZ 190	ČR	Frenštát pod Radhoštěm, Mořkov	6.06.3	7a	VIb	39	500	49° 18'	17° 58'
CZ 194	ČR	Karlovice, Karlovice sever	3.05.1	6c	IIb	27	720	50° 06'	17° 25'
CZ 199	ČR	Krnov, Horní Benešov	3.05.1	6c	IV	28	550	49° 59'	17° 35'
CZ 200	ČR	Zábřeh, Brničko	3.05.1	6c	IV	28	445	49° 54'	16° 58'
CZ 205	ČR	Bílovec, Skřipov	3.05.1	6c	IV	29	440	49° 50'	17° 54'
CZ 209	ČR	Nové Město na Moravě, Lísek	3.13.0	6b	IV	16	680	49° 36'	16° 12'
CZ 211	ČR	Nové Město na Moravě, Městec	3.13.0	6b	IIb	16	660	49° 40'	15° 55'
PL 212	Polsko	Nieskurzów	6.05.0	7c	-	-	480	50° 50'	21° 12'
RO 214	Rumunsko	Prahova, Mineciu	6.19.0	8	-	-	-	-	-
RO 217	Rumunsko	Gircina	6.19.0	8	-	-	950	46° 45'	26° 10'
PL 220	Polsko	Wetlina	6.06.1	7c	-	-	840	49° 08'	22° 29'
BIH 222	Bosna a Hercegovina	Gornja Stupčanica, Olovo	6.22.0	9	-	-	1060	44° 07'	18° 46'
I 228	Itálie	Vallombrosa	9.12.0	5	-	-	1010	43° 40'	11° 30'
SK 1	Slovensko	Banská Bystrica, Badín	6.07.0	7b	VII	17B	800	48° 42'	19° 02'
SK 9	Slovensko	Kriváň, Snohy	6.07.0	7b	VIb	37	630	48° 36'	19° 33'

Legenda: 1* - Evropská lesní rajonizace - region.oblast.podoblast (RUBNER, REINHOLD 1953), 2* - Klimatypy (SVOBODA 1953), 3* - Bývalé lesní pěstební oblasti (Směrnice pro uznávání lesních porostů a výběrových stromů pro sběr osiva, 1966), 4* - Přírodní lesní oblasti (vyhláška MZe č. 83/1996 Sb., vyhláška MP č. 453/2006 Z. z.), 5* - Nadmořská výška, 6* - Zeměpisná šířka, 7* - Zeměpisná délka

Legend: 1* - European forest zoning - Region.Area.Sub-Area (RUBNER, REINHOLD 1953), 2* - Climatetypes (SVOBODA 1953), 3* - Former Silvicultural Regions (Directives for forest stands and elite trees certification for seed collection, 1966), 4* - Natural Forest Regions (Ministry of Agriculture /CZ/ Regulation No. 83/1996, Ministry of Agriculture /SK/ Regulation No. 453/2006), 5* - Altitude, 6* - Latitude, 7* - Longitude

Tab. 2.

Průměr mediánů výšek proveniencí příslušejících do geografických jednotek zastoupených na výzkumné ploše č. 59 v porovnání s průměrnými výškami proveniencí na plochách č. 57 a č. 76 hodnocených v obdobném věku
 Mean of heights medians of provenances belonging to geographic units represented on research plot No. 59 in comparison with mean heights of provenances planted on the plots No. 57 and No. 76 evaluated in the similar age

Číslo výzkumné plochy/Code of Research Plot	57	59	76	
Věk hodnocení/Age of Evaluation	35 (34) let/ years	38 (37) let/ years	37 (36) let/ years	
Evropská lesní rajonizace (RUBNER, REINHOLD 1953), kód = region.oblast.podoblast/ European Forest Zoning (RUBNER, REINHOLD 1953), Code = Region.Area.Sub-Area				
3	Středočeský region dubobukových lesů/Central Bohemia Region of Oak and Beech Forests			
3.05.1	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – sudetská podoblast	5,7	14,4	9,6
3.05.4	Oblast hercynsko-sudetského smíšeného lesa horského – jihohercynská podoblast	8,1	14,8	10,9
3.06.0	Plzeňská pánev	x	15,9	x
3.07.0	Středočeská pahorkatina	10,8	15,6	x
3.12.0	Vnitročeská pahorkatina	10,8	16,3	11,4
3.13.0	Českomoravská vrchovina s jižním předhořím	10,0	13,8	13,2
3.14.0	Drahanská vrchovina se severním okrajem	11,0	15,5	9,7
3.32.0	Schwarzwald s předhořím a Baar	10,7	15,5	10,6
4	Západoevropský region listnatých lesů/Western European Region of Broadleaved Forests			
4.14.1	Pyreneje – francouzská podoblast	x	12,1	x
5	Alpský region/Alpine Region			
5.04.3	Vnitřní Alpy – východní podoblast	4,4	14,3	8,8
6	Východoevropský a jihovýchodoevropský region dubobukových lesů/Eastern and South-Eastern European Region of Oak and Beech Forests			
6.05.0	Dubo-buko-jedlová oblast polského předhoří Karpat	x	10,4	x
6.06.1	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – východní podoblast	8,9	12,5	11,1
6.06.3	Buko-jedlo-smrková oblast severních Karpat – západní Beskydy	x	14,8	11,0
6.07.0	Slovenské Karpaty	10,1	15,0	10,5
6.10.0	Východorakousko-burgenlandská pahorkatina	x	14,5	11,7
6.19.0	Buko-jedlo-smrková oblast rumunských Karpat (včetně Biharského pohoří)	5,0	13,5	10,0
6.22.0	Smišený horský les dinárských Alp	8,1	12,5	9,8
6.26.0	Středobulharská pohoří	9,6	13,9	8,3
9	Jihoevropský region tvrdých listnáčů a kaštanových lesů/Southern European Region of Hardwood Broadleaved and Chestnut Forests			
9.12.0	Horský les severních Apenin	x	13,3	11,0
Klimatypy a dílčí populace (SVOBODA 1953)/Climatypes and Partial Populations (SVOBODA 1953)				
1	jedle pyrenejská	7,7	12,1	x
4	jedle alpská	7,6	14,8	9,9
5	jedle apenninská	8,3	13,3	11,0
6	jedle hercynská (6b – jedle šumavská, 6c – jedle lužická)	9,5/5,7	14,9/14,4	12,0/9,7
7	jedle karpatská (7a – jedle slezská, 7b – jedle slovenská, 7c – jedle polská)	10,7/9,2/x	15,6/13,5/11,5	9,6/10,9/11,0
8	jedle rumunská	5,0	13,5	10,0
9	jedle dinárská	8,1	13,3	9,8
10	jedle bulharská	9,6	13,7	9,9
Přírodní lesní oblasti (vyhl. č. 83/1996 Sb.) a lesné oblasti (vyhl. č. 453/2006 Z. z.)/Natural Forest Regions (Ministry of Agriculture /CZ/ Regulation No. 83/1996) and Forest Regions (Ministry of Agriculture /SK/ Regulation No. 453/2006)				
6	Západočeská pahorkatina	x	15,9	x
7	Brdská vrchovina	10,8	16,1	12,0
8	Křivoklátsko a Český kras	x	15,7	x
10	Středočeská pahorkatina	10,8	15,4	x
12	Předhoří Šumavy a Novohradských hor	8,9	14,7	11,5
13	Šumava	7,7	15,0	9,5
14	Novohradské hory	x	15,6	x
15	Jihočeské pánve	x	15,0	x
16	Českomoravská vrchovina	10,0	14,6	12,0
26	Předhoří Orlických hor	x	16,2	x
27	Hrubý Jeseník	5,7	13,8	x
28	Předhoří Hrubého Jeseníku	x	14,1	x

pokračování tab. 2, continuation of tab. 2

29	Nizký Jeseník	x	14,3	9,7
30	Drahanská vrchovina	11,0	15,5	9,7
38	Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	10,7	15,8	x
39	Podbeskydská pahorkatina	x	14,8	9,4
41	Hostýnsko-vsetínské vrchy a Javorníky	x	15,8	x
SR/Slovakia:				
17B	Zvolenská kotlina – Bystrická vrchovina, Bystrické podolie, Ponická vrchovina	x	14,2	x
37	Poľana	x	12,7	10,7

produkce byl pro jednotlivé stromy na základě jejich výšky a výčetní tloušťky s využitím objemové rovnice (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) stanoven objem hrubí bez kůry (provenience jsou charakterizovány mediánem). S využitím údaje o počtu rostoucích stromů byla vypočtena hektarová zásoba proveniencí. Tvárnost kmene byla hodnocena vizuálně, stromy byly zařazovány podle stanovených stupnic do následujících klasifikačních tříd: 1 – kmen přímý, 2 – mírně zakřivený, 3 – silně zakřivený, 4 – rozdvojený.

Poškození abiotickými a biotickými činiteli se na ploše vyskytovalo pouze zcela výjimečně, proto bylo od jeho hodnocení upuštěno.

Exploratorní statistická analýza dat (EDA) byla provedena v programu QC.Expert 3.1. Vzhledem k rozdílnému počtu stromů na pokusných parcelách, který může ovlivnit hodnoty růstových ukazatelů, byly na základě výsledku EDA z datového souboru určeného pro všechny následné výpočty vypuštěni jedinci s extrémními hodnotami výšek a výčetních tloušťek. Vzhledem k nenormalitě dat byl vypočten robustní Kruskal-Wallisův test a následně Tukey-Kramerův test mnohonásobného porovnání (program NCSS 2007). Variabilita výšek a $d_{1,3}$ v rámci proveniencí je charakterizována variačním koeficientem (UNISTAT v. 5.6). U tvárnosti kmene byla pro každou provenienci vypočtena průměrná hodnota (index tvárnosti kmene) z číselných označení klasifikačních tříd, ke kterým byly zařazeny rostoucí stromy dané proveniencie.

Dosazením hodnot průměrných výšek proveniencí a věku, v němž byly hodnoceny, do taxačních tabulek pro jedli bělokorou (součást vyhl. č. 84/1996 Sb.) byl získán údaj o absolutní výškové bonitě (AVB).

Za účelem posouzení proměnlivosti výškového růstu proveniencí podle geografického původu jejich mateřských populací bylo provedeno jejich zařazení do jednotek evropské klasifikace lesů, jak je vymezili RUBNER a REINHOLD (1953). Dále byly proveniencie přiřazeny ke klimatypům, jak je definoval SVOBODA (1953) a proveniencie původem z ČR a SR navíc i k PLO (vyhl. č. 83/1996 Sb.), resp. lesným oblastem (LO) na Slovensku (vyhl. č. 453/2006 Z. z.). Soubory těchto jednotek pak byly vzájemně porovnávány s disponibilními srovnatelnými výsledky jedlí zjištěnými na plochách č. 57 a č. 76 (tab. 2).

VÝSLEDKY

Počet stromů testovaných proveniencí vykazuje proměnlivé hodnoty od pouhých 10 u proveniencie I 228 – Vallombrosa, po 81 u proveniencie BG 132 – Rilskie gory, Borovešč. Průměrný počet rostoucích jedinců na ploše připadající na jednu provenienci dosahoval v roce 2008 hodnoty 59 (tab. 3).

Výsledky Kruskal-Wallisova testu výšek prokázaly statisticky vysoce signifikantní ($\alpha = 0,01$) vliv faktorů proveniencie i blok na tento ukazatel. Vzhledem k významnosti faktoru proveniencie bylo následně

provedeno mnohonásobné porovnání vzájemných rozdílů mezi proveniencemi prostřednictvím Tukey-Kramerova testu (tab. 4a).

Průměr mediánů výšek všech proveniencí jedle bělokoré ve věku 38 (37) let na výzkumné ploše činil 14,5 m. Největších mediánů výšek dosahovaly proveniencie CZ 107 – Kácov, Zbraslavice (16,7 m); CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská (16,6 m); CZ 37 – Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov; CZ 45 – Vsetín, Kychová (shodně 16,2 m) a CZ 88 – Hořovice, Mirošov (16,1 m). Naopak nejmenších středních výšek dosahovaly proveniencie PL 212 – Nieskurzów (10,4 m); CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec (11,2 m); F 162 – Les Fanges IV (12,1 m); PL 220 – Wetlina a BIH 222 – Gornja Stupčanica (shodně 12,5 m). Variační koeficienty výšek jednotlivých proveniencí jsou uvedeny v tab. 3.

Průměr mediánů výšek celé výsadby (14,5 m) odpovídá AVB 28. Nejrychleji rostoucí provenienci CZ 107 – Kácov, Zbraslavice (16,7 m) odpovídá AVB 32, nejpomaleji rostoucí provenienci PL 212 – Nieskurzów (10,4 m) pak odpovídá AVB 24.

Kruskal-Wallisův test variance tloušťkového růstu prokázal statisticky signifikantní ($\alpha = 0,05$) vliv faktoru proveniencie. Tukey-Kramerův test mnohonásobného porovnání viz tab. 4b.

Největších mediánů $d_{1,3}$ v roce 2008 (tab. 3) dosahovaly proveniencie CZ 46 – Brumov, Vlára a CZ 80 – Nové Hradky, Trhové Sviny (shodně 19,0 cm), dále CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská; CZ 45 – Vsetín, Kychová a CZ 50 – Vlašim, Smilkov (shodně 18,5 cm). Nejnižších mediánů $d_{1,3}$ dosahovaly proveniencie PL 212 – Nieskurzów (9,5 cm); CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec (11,0 cm) a F 162 – Les Fanges IV (12,5 cm). Průměr mediánů $d_{1,3}$ celé výsadby měl hodnotu 15,7 cm. Variační koeficienty výčetních tloušťek jednotlivých proveniencí jsou uvedeny v tab. 3.

Průměr mediánů objemu hrubí b. k. dosáhl u proveniencí na ploše v roce 2008 0,135 m³. Rozpětí hodnot se pohybovalo od 0,034 m³ u proveniencie PL 212 – Nieskurzów do 0,202 m³ (CZ 80 – Nové Hradky, Trhové Sviny). Průměrná zásoba všech zastoupených proveniencí dosahovala v roce 2008 193 m³.ha⁻¹ (tab. 3), přičemž se pohybovala od 20 m³.ha⁻¹ (PL 212) do 450 m³.ha⁻¹ (CZ 85).

Hodnoty indexu tvárnosti kmene jednotlivých dílčích populací jsou uvedeny v tab. 3 a na obr. 2. Průměrná hodnota indexu pro celou výsadbu činila 1,695. Nejnížší hodnotou 1,213, a tedy nejlepší tvárností, se vyznačovala proveniencie SK 1 – Banská Bystrica, Badín. Nejvyšší index (nejhorší tvárnost) byl naopak stanoven u proveniencie F 162 – Les Fanges IV (2,714).

Provenience reprezentující regiony, oblasti a podoblasti evropské lesní rajonizace jsou seřazeny podle dosahovaných hodnot výšky v tab. 2. Pokud jde o hodnocení výšek v rámci proveniencí zařazených do jednotek evropské lesní rajonizace, nejvyšší výšky dosahují proveniencie z jednotky 3.12.0 (16,3 m), výšku 15 m přesahují ještě jednotky 3.06.0, 3.07.0, 3.14.0 a 3.32.0.

Tab. 3.

Výsledky sledovaných veličin v letech 1975, 1978, 1985, 1998 a 2008
Results of evaluated characteristics in 1975, 1978, 1985, 1998 and 2008

Kód provenience/ Provenance Code	Počet stromů 1975/ Number of Trees	Počet stromů 1978/ Number of Trees	Počet stromů 1985/ Number of Trees	Počet stromů 1998/ Number of Trees	Počet stromů 2008**/ Number of Trees	Přůměrná výška 1985/ Average Height [m]	Přůměrná výška 1997/ Average Height [m]	Přůměrná výška 1998/ Average Height [m]	Medián výšek 2008/ Median of Heights [m]	Přůměrná d_{13} 1998/ Average DH [cm]	Medián d_{13} 2008/ Median of DH [cm]	Objem průměrného stromu 1998/Average Tree Volume [m ³]	Medián objemu hrubí b.k. 2008/ Mean Volume of Timber to the Top of 7 cm without Bark „Derholz“ [m ³]	Přůměrná stromová zásoba 1998/Average Tree Volume Stock [m ³ .ha ⁻¹]	Zásoba hrubí b.k. 2008/ Stock of Timber to the Top of 7 cm without Bark „Derholz“ [m ³ .ha ⁻¹]	Variacní koeficient výšky 2008/ Height Coefficient of Variance	Variacní koeficient d_{13} 2008/ DBH Coefficient of Variance	Index tvárnosti kmene 2008/ Stem Form Index
A 95	174	146	134	64	56 (51)	1,60	6,5	6,8	14,3	9,7	16,0	0,035	0,128	56	163	0,152	0,285	1,500
BIH 145	153	98	88	67	61 (54)	1,55	6,7	7,0	14,0	10,2	14,8	0,046	0,108	77	146	0,167	0,318	1,869
BIH 222*	175	100	96	62	58 (53)	1,52	5,7	6,1	12,5	8,5	13,0	0,026	0,071	40	94	0,303	0,426	1,362
BG 132	186	167	166	88	81 (75)	1,92	7,0	7,3	13,7	9,8	14,0	0,038	0,099	84	186	0,224	0,349	1,617
CZ 1-15	187	167	136	87	80 (78)	2,11	8,1	8,5	15,6	11,6	17,0	0,061	0,179	133	349	0,196	0,362	1,913
CZ 34	159	139	106	71	57 (46)	1,81	6,9	7,2	15,1	9,9	16,0	0,038	0,141	68	162	0,100	0,211	1,877
CZ 37	173	150	138	86	75 (70)	2,04	8,0	8,3	16,2	11,6	17,0	0,061	0,176	131	308	0,158	0,313	1,507
CZ 39	187	165	154	83	71 (63)	2,05	7,4	7,8	15,9	11,4	17,5	0,056	0,177	116	279	0,142	0,288	2,014
CZ 42	174	153	130	75	58 (55)	2,06	7,2	7,6	14,6	10,8	16,0	0,047	0,141	88	194	0,244	0,350	1,672
CZ 45	178	167	124	71	73 (63)	2,14	7,8	8,2	16,2	11,9	18,5	0,061	0,200	108	315	0,133	0,238	1,219
CZ 46	156	127	106	82	62 (59)	2,05	7,8	8,2	15,8	11,6	19,0	0,060	0,194	123	286	0,154	0,310	1,468
CZ 48	174	155	132	90	67 (63)	2,20	8,1	8,5	15,5	12,0	18,0	0,071	0,179	160	282	0,154	0,281	1,970
CZ 50	166	135	106	58	53 (51)	1,74	7,4	7,7	15,9	10,9	18,5	0,047	0,191	68	244	0,156	0,341	1,830
CZ 58	179	168	144	90	65 (62)	1,83	7,3	7,6	14,8	10,5	16,5	0,047	0,148	106	229	0,148	0,307	1,554
CZ 62	191	149	140	85	81 (73)	2,19	8,6	9,1	15,6	12,7	17,0	0,078	0,161	166	294	0,124	0,262	1,605
CZ 64	170	152	130	84	68 (61)	1,89	7,4	7,7	15,4	10,8	16,5	0,047	0,154	99	235	0,102	0,226	2,015
CZ 68	155	138	102	74	65 (60)	1,74	7,0	7,3	14,7	9,7	15,0	0,038	0,123	70	185	0,211	0,346	1,508
CZ 70	183	167	144	89	79 (77)	2,04	7,5	7,8	15,6	11,5	17,0	0,056	0,168	125	323	0,177	0,334	2,013
CZ 72	185	156	150	79	59 (53)	1,95	7,2	7,6	15,7	11,0	17,0	0,055	0,174	109	231	0,124	0,272	1,881
CZ 75	174	132	104	60	52 (50)	1,89	8,0	8,3	15,4	12,2	18,0	0,071	0,186	107	233	0,212	0,382	1,635
CZ 78	182	160	128	90	72 (70)	2,06	7,1	7,5	15,3	10,2	16,5	0,046	0,155	104	271	0,183	0,366	1,861
CZ 79	161	123	92	72	67 (56)	1,81	7,6	8,0	15,2	10,8	17,0	0,051	0,164	92	230	0,115	0,274	1,493
CZ 80	179	152	122	67	36 (33)	1,64	6,0	6,3	15,9	9,0	19,0	0,034	0,202	57	167	0,173	0,317	1,722
CZ 84	151	106	90	61	48 (44)	1,51	6,9	7,2	13,8	9,8	15,0	0,038	0,107	58	118	0,161	0,368	1,854
CZ 85	171	140	120	73	75 (71)	1,60	6,4	6,7	13,9	9,8	14,0	0,035	0,099	64	176	0,220	0,357	1,880
CZ 88	196	192	180	102	68 (61)	2,11	7,3	7,6	16,1	11,0	17,5	0,055	0,177	140	270	0,112	0,223	1,544
CZ 90	172	137	116	68	55 (53)	1,72	6,7	7,0	14,7	10,2	17,0	0,046	0,156	78	207	0,259	0,427	1,745
CZ 101	171	132	114	82	69 (65)	2,23	7,8	8,2	16,6	12,5	18,5	0,072	0,192	148	312	0,165	0,289	1,304

pokračování tab. 3, continuation of tab. 3

Kód provenience/ Provenance Code	Počet stromů 1975/ Number of Trees	Počet stromů 1978/ Number of Trees	Počet stromů 1985/ Number of Trees	Počet stromů 1998/ Number of Trees	Počet stromů 2008**/ Number of Trees	Přůměrná výška 1985/ Average Height [m]	Přůměrná výška 1997/ Average Height [m]	Přůměrná výška 1998/ Average Height [m]	Medián výšek 2008/ Median of Heights [m]	Přůměrná d ₁₃ 1998/ Average DBH [cm]	Medián d ₁₃ 2008/ Median of DBH [cm]	Objem průměrného stromu 1998/Average Tree Volume [m ³]	Medián objemu hroubí b.k. 2008/Mean Volume of Timber to the Top of 7 cm without Bark „Derholz“ [m ³]	Přůměrná stromová zásoba 1998/Average Tree Volume Stock [m ³ .ha ⁻¹]	Zásoba hroubí b.k. 2008/ Stock of Timber to the Top of 7 cm without Bark „Derholz“ [m ³ .ha ⁻¹]	Variční koeficient výšky 2008/ Height Coefficient of Variance	Variční koeficient d ₁₃ 2008/ DBH Coefficient of Variance	Index tvárnosti kmene 2008/ Stem Form Index
CZ 107	186	171	158	79	70 (67)	2,47	7,7	8,1	16,7	12,1	17,0	0,071	0,186	140	312	0,129	0,259	1,500
CZ 185*	166	135	90	50	38 (37)	1,40	5,9	6,2	13,3	9,0	14,0	0,034	0,097	43	90	0,254	0,369	1,816
CZ 190*	138	86	70	47	50 (50)	1,81	6,9	7,2	14,8	11,0	16,8	0,055	0,151	65	189	0,199	0,379	1,880
CZ 194*	154	119	82	66	57 (54)	1,54	6,4	6,7	14,3	9,9	15,5	0,035	0,124	58	167	0,190	0,365	1,509
CZ 199*	177	128	96	68	52 (51)	1,48	6,3	6,6	14,3	9,5	16,0	0,035	0,120	60	153	0,238	0,386	1,712
CZ 200*	156	96	86	43	39 (36)	1,59	6,4	6,7	13,8	9,8	13,5	0,035	0,099	38	89	0,222	0,383	1,667
CZ 205*	137	104	98	64	58 (57)	1,77	6,6	7,0	14,3	10,9	16,5	0,055	0,130	88	185	0,219	0,327	1,810
CZ 209*	166	150	116	69	64 (62)	1,39	6,4	6,7	12,7	9,2	13,8	0,034	0,090	59	140	0,210	0,360	1,563
CZ 211*	169	116	82	43	37 (35)	1,27	6,0	6,3	11,2	8,9	11,0	0,027	0,047	29	41	0,308	0,426	1,405
D 149	175	149	132	85	64 (63)	1,63	6,8	7,1	14,0	9,9	15,5	0,038	0,119	81	187	0,218	0,383	1,766
D 150	179	130	118	82	69 (63)	2,03	7,6	7,9	15,5	11,4	17,0	0,056	0,166	115	261	0,157	0,280	1,870
D 151	183	158	146	86	79 (78)	1,64	6,4	6,8	13,6	9,1	14,3	0,034	0,105	73	205	0,255	0,413	1,709
F 162	178	146	94	80	63 (61)	1,42	5,5	5,8	12,1	7,3	12,5	0,018	0,068	36	104	0,236	0,386	2,714
H 52	168	123	86	68	54 (50)	1,61	7,2	7,4	14,5	10,4	17,0	0,046	0,152	78	190	0,176	0,344	1,593
I 228*	132	55	28	15	10 (10)	1,08	5,1	5,3	13,3	6,3	13,5	0,013	0,092	5	23	0,163	0,252	2,300
PL 212*	84	48	40	29	24 (23)	1,42	5,5	5,7	10,4	8,3	9,5	0,024	0,034	17	20	0,307	0,514	2,250
PL 220*	145	99	72	53	41 (39)	1,33	6,3	6,7	12,5	9,4	13,0	0,035	0,077	46	75	0,250	0,329	1,463
RO 214*	140	82	70	58	46 (43)	1,23	6,2	6,5	13,6	9,1	14,5	0,034	0,106	49	114	0,219	0,381	1,370
RO 217*	154	100	70	56	52 (45)	1,42	6,2	6,5	13,3	9,3	14,0	0,034	0,097	48	109	0,180	0,299	1,827
SK 1*	184	145	136	89	75 (74)	1,77	6,8	7,2	14,2	10,7	15,0	0,047	0,117	105	216	0,230	0,369	1,213
SK 9*	158	135	112	75	61 (59)	1,57	6,4	6,7	12,7	9,3	14,0	0,034	0,085	64	125	0,209	0,348	1,426
Celý vzorek/ Total Sample	168	134	112	71	59 (56)	1,75	7,0	7,3	14,5	10,4	15,5	0,046	0,135	82	194	0,191	0,334	1,695

* Provenience hodnocena ve věku 37 let/ Provenance was evaluated at the age of 37 years

** V závorce po odstranění extrémních hodnot/ In the brackets after excluding of extreme values

Tab. 4a.

Výstup Tukey-Kramerova testu pro výšky a $d_{1,3}$
 Results of Tukey-Kramer's test for heights and DBH

Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test

Response: Výška

Term A: Provenience

Alpha=0,050 Error Term=S(AB) DF=2531 MSE=6,443021 Critical Value=5,6402

Group	Count	Mean	Different From
			Groups
PL212	23	9,560	CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
PL220	39	11,557	CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
F162	61	11,748	CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
BIH222	53	11,767	CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ211	35	12,304	PL212, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
SK9	59	12,504	PL212, CZ58, CZ90, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ185	37	12,636	PL212, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
BIH145	54	12,866	PL212, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ209	62	12,901	PL212, CZ75, CZ70, CZ34, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
I228	10	12,948	
CZ200	36	13,103	PL212, CZ1-15, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
D151	78	13,183	PL212, CZ70, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
BG132	75	13,191	PL212, CZ70, CZ78, D150, CZ79, CZ1-15, CZ50, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
RO217	45	13,321	PL212, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
RO214	43	13,366	PL212, CZ48, CZ64, CZ46, CZ62, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ85	71	13,474	PL212, CZ1-15, CZ48, CZ72, CZ64, CZ46, CZ62, CZ80, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
D149	63	13,552	PL212, CZ48, CZ64, CZ46, CZ62, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ194	54	13,593	PL212, CZ64, CZ46, CZ62, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ205	57	13,723	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ62, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
SK1	74	13,729	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ64, CZ46, CZ62, CZ101, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
CZ199	51	13,818	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ39, CZ37, CZ88, CZ45, CZ107
H52	50	14,152	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
CZ84	44	14,153	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
A95	51	14,192	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
CZ190	50	14,200	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
CZ68	60	14,274	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
CZ42	55	14,290	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ45, CZ107
CZ58	62	14,644	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9
CZ90	53	14,793	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9
CZ75	50	14,876	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209
CZ70	77	14,905	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, D151, BG132
CZ34	46	14,971	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209
CZ78	70	14,991	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, D151, BG132
D150	63	15,058	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, D151, BG132
CZ79	56	15,099	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, D151, BG132
CZ1-15	78	15,152	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, CZ85

pokračování tab. 4a, continuation of tab. 4a

CZ50	51	15,216	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, D151, BG132
CZ48	63	15,417	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149
CZ72	53	15,431	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, CZ85
CZ64	61	15,516	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, SK1
CZ46	59	15,587	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, SK1
CZ62	73	15,630	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1
CZ80	33	15,673	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, CZ85
CZ101	65	15,701	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1
CZ39	63	15,756	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199
CZ37	70	15,809	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199
CZ88	61	15,945	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199
CZ45	63	16,219	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42
CZ107	67	16,226	PL212, PL220, F162, BIH222, CZ211, SK9, CZ185, BIH145, CZ209, CZ200, D151, BG132, RO217, RO214, CZ85, D149, CZ194, CZ205, SK1, CZ199, H52, CZ84, A95, CZ190, CZ68, CZ42

Tab. 4b.

Výstup Tukey-Kramerova testu pro výšky a $d_{1,3}$

Results of Tukey-Kramer's test for heights and DBH

Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test			
Response: D1_3			
Term A: Provenience			
Alpha=0,050 Error Term=S(AB) DF=2531 MSE=27,93977 Critical Value=5,6402			
Different From			
Group	Count	Mean	Groups
PL212	23	10,683	SK1, D149, CZ194, CZ205, H52, CZ64, CZ78, CZ42, CZ79, CZ70, D150, CZ1-15, CZ50, CZ72, CZ58, CZ88, CZ190, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ80, CZ46
I228	10	11,823	CZ46
F162	61	12,592	CZ64, CZ78, CZ42, CZ79, CZ70, D150, CZ1-15, CZ50, CZ72, CZ58, CZ88, CZ190, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ80, CZ46
PL220	39	12,995	CZ70, CZ1-15, CZ72, CZ58, CZ88, CZ190, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ80, CZ46
BIH222	53	13,291	CZ70, D150, CZ1-15, CZ72, CZ58, CZ88, CZ190, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ80, CZ46
BIH145	54	13,838	CZ88, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ46
SK9	59	13,909	CZ58, CZ88, CZ37, CZ39, CZ62, CZ107, CZ90, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ46
RO217	45	14,063	CZ107, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ46
CZ185	37	14,351	CZ46
CZ209	62	14,376	CZ107, CZ48, CZ101, CZ75, CZ45, CZ46
CZ211	35	14,496	CZ46
BG132	75	14,652	CZ48, CZ101, CZ45, CZ46

pokračování tab. 4b, continuation of tab. 4b

CZ85	71	14,715	CZ45, CZ46
D151	78	15,043	CZ46
RO214	43	15,231	
CZ68	60	15,288	
SK1	74	15,747	PL212
CZ84	44	15,811	
D149	63	15,859	PL212
A95	51	15,896	
CZ199	51	15,927	
CZ194	54	16,029	PL212
CZ205	57	16,039	PL212
CZ200	36	16,042	
CZ34	46	16,065	
H52	50	16,473	PL212
CZ64	61	16,720	PL212, F162
CZ78	70	16,851	PL212, F162
CZ42	55	16,899	PL212, F162
CZ79	56	17,107	PL212, F162
CZ70	77	17,196	PL212, F162, PL220, BIH222
D150	63	17,286	PL212, F162, BIH222
CZ1-15	78	17,346	PL212, F162, PL220, BIH222
CZ50	51	17,374	PL212, F162
CZ72	53	17,594	PL212, F162, PL220, BIH222
CZ58	62	17,752	PL212, F162, PL220, BIH222, SK9
CZ88	61	17,785	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9
CZ190	50	17,786	PL212, F162, PL220, BIH222
CZ37	70	17,829	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9
CZ39	63	17,831	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9
CZ62	73	17,996	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9
CZ107	67	18,136	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ209
CZ90	53	18,229	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9
CZ48	63	18,257	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ209, BG132
CZ101	65	18,328	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ209, BG132
CZ75	50	18,419	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ209
CZ45	63	18,425	PL212, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ209, BG132, CZ85
CZ80	33	18,473	PL212, F162, PL220, BIH222
CZ46	59	19,082	PL212, I228, F162, PL220, BIH222, BIH145, SK9, RO217, CZ185, CZ209, CZ211, BG132, CZ85, D151

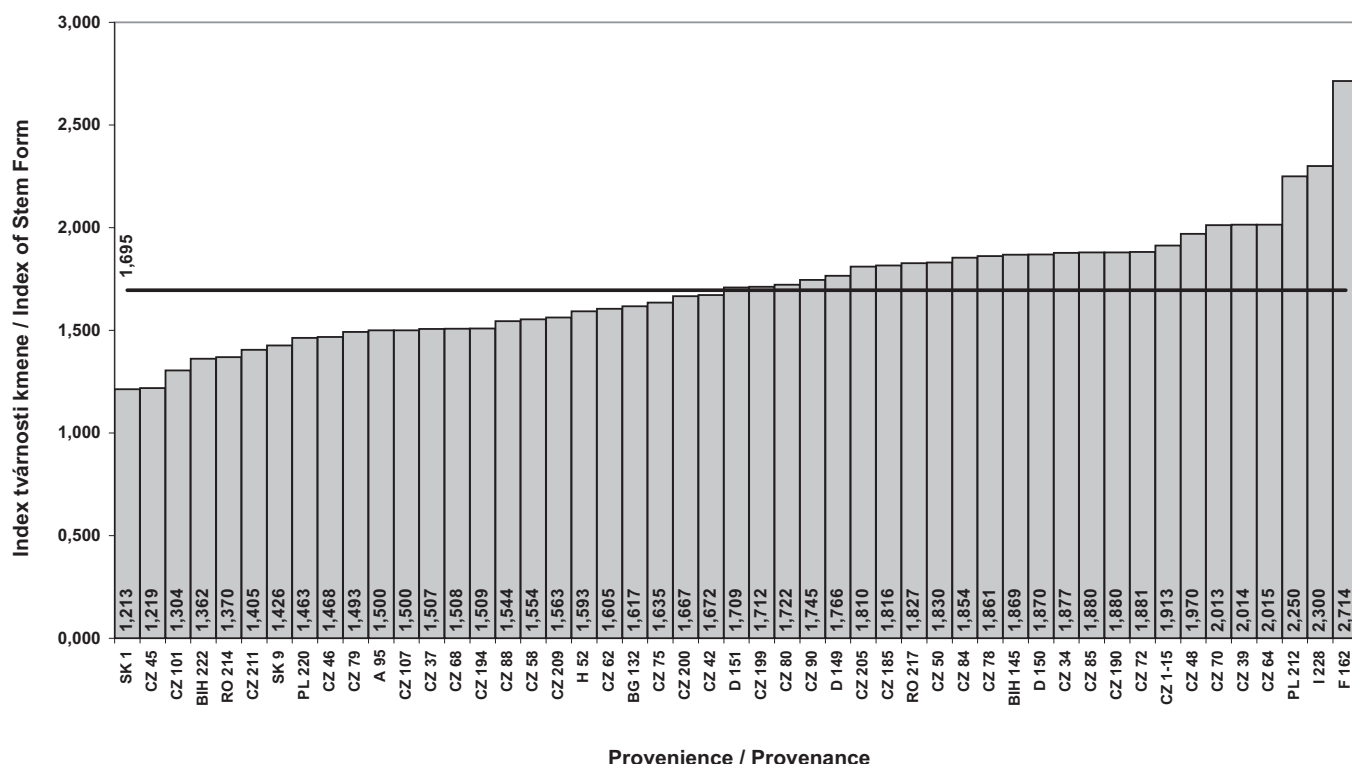
Při posouzení výškového růstu dle klimatypů (tab. 2) dosahují největší výšky proveniencie příslušející ke klimatypu 7a – jedle slezská (15,6 m), následované klimatypy 6a – jedle hercynská (14,9 m) a 4 – jedle alpská (14,8 m). Naopak nejhoršího růstu dosahuje klimatyp 7c – jedle polská (11,5 m).

V rámci posouzení výškového růstu českých a slovenských proveniencí podle příslušnosti k PLO dosahují nejvyšších hodnot PLO 26 – Předhoří Orlických hor a PLO 7 – Brdská vrchovina (zastoupeny jen jednou proveniencí). Nejnižšího růstu dosahují slovenská LO 37 – Zvolenská kotlina, zastoupena jednou proveniencí, a česká PLO 27 – Hrubý Jeseník, zastoupena dvěma proveniencemi (tab. 2).

DISKUSE

Provenienci výsadba č. 59 byla v předchozím období již dvakrát hodnocena. Výškový růst v 15 (14) letech poprvé hodnotil HÝNEK (1988). Další hodnocení se uskutečnilo ve věku 28 (27) a 29 (28) let (KARBAN 2000), kdy byla měřena i výčetní tloušťka. Dříve uveřejněné výsledky tak umožňují srovnání s nově provedeným měřením a posouzení vývoje proveniencí v čase.

Pokud jde o počet rostoucích jedinců, není již vzhledem k uskutečněným výchovným zásahům předmětem hodnocení. Přesto stojí za zmínku některé proveniencie, u nichž ve srovnání s ostatními rostou v současnosti na parcelách již jen velmi nízký počet stromů. Jde především o proveniencie I 228 – Vallombrosa (10 jedinců) a PL 212



Obr. 2.

Index tvárnosti kmene proveniencí (věk 37 – 38 let)

Fig. 2.

Index of provenances stem form (age 37-38 years)

– Nieskurzów (36). U proveniencí CZ 45, CZ 85 a CZ 190 bylo ve srovnání s předchozím měřením (KARBAN 2000) hodnoceno o 2 – 3 více jedinců (tab. 3), patrně v důsledku jejich tehdejšího přehlédnutí.

Při porovnávání vývoje výškového růstu proveniencí (obr. 3) je zřejmé, že mezi hodnoceními ve věku 15 a 29 let docházelo v jejich pořadí k výrazným změnám. Při obou měřeních se shodně na poslední pozici umístila provenience I 228 – Vallombrosa. Řada proveniencí si při druhém hodnocení pohoršila; např. CZ 107 – Kácov, Zbraslavice klesla z prvního místa na deváté a CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská z druhého pořadí na osmé.

Pro úplnost znázorňuje obr. 3 i pořadí výšek proveniencí mezi roky 1997 a 1998 (KARBAN 2000) ve 28 (27) a 29 (28) letech.

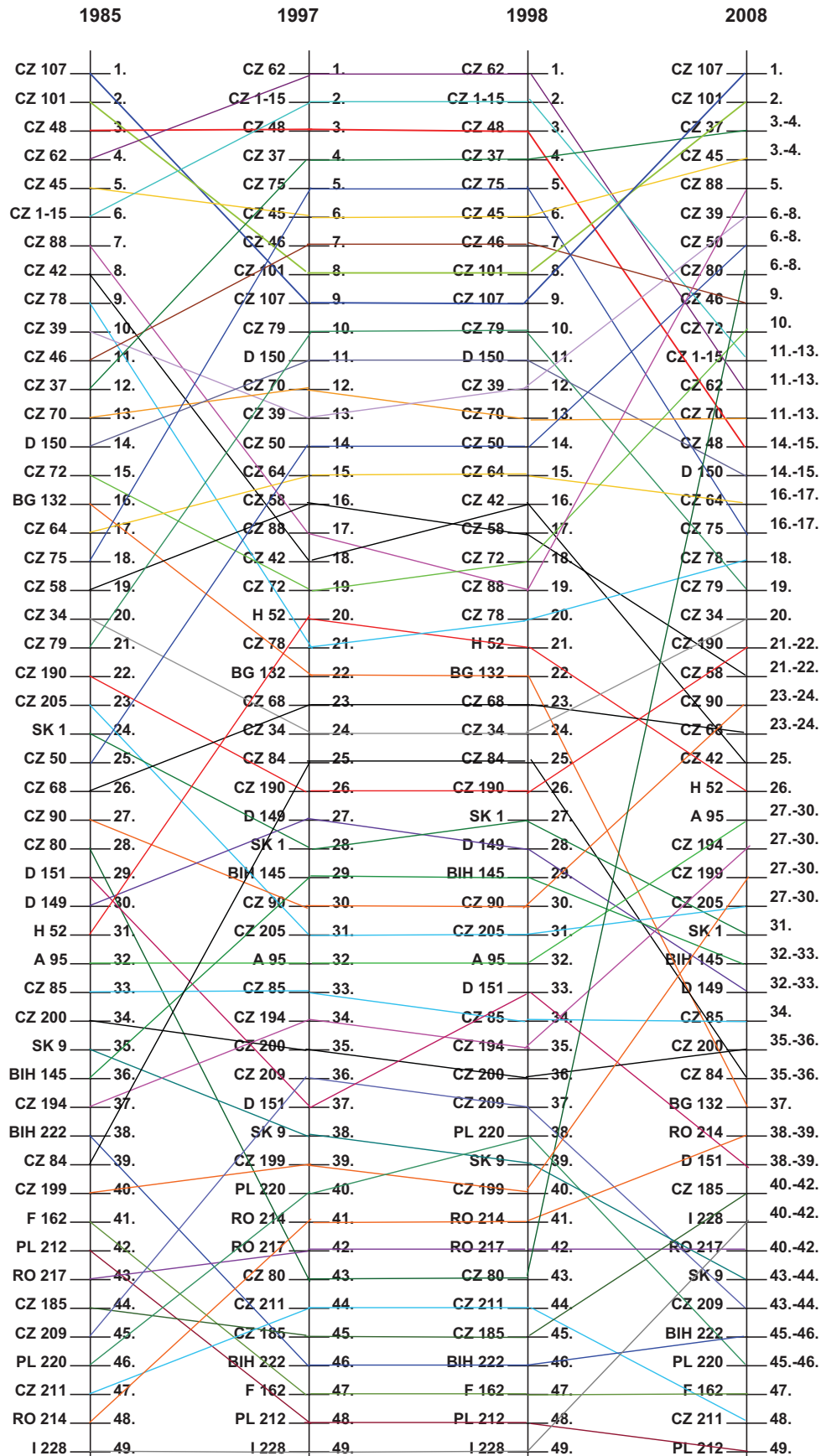
I při srovnání výškového růstu proveniencí mezi roky 1998 a 2008 ve 29 (28) a 38 (37) letech došlo k výrazným změnám pořadí. Nejvyšší stálost v pořadí byla zaznamenána na posledních pozicích (provenience BIH 222 – Gornja Stupčanica, Olovo; F 162 – Les Fanges IV; PL 212 – Nieskurzów). Změny byly zjištěny např. i u nejrychleji rostoucích proveniencí (CZ 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy; CZ 48 – Plumlov, Stinava; CZ 62 – Nové Hradky, Hojná Voda; CZ 107 – Kácov, Zbraslavice aj.). Nejvýraznější změna byla zaznamenána u potomstva CZ 80 – Nové Hradky, Trhové Sviny (obr. 3). Hodnocením výškového růstu ve věku 38 (37) let tak zatím není vhodné experiment ukončovat a pokud to bude stav výsadby umožňovat, mělo by být po uplynutí určité časové periody měření zopakováno.

Rovněž u výčetních tloušťek došlo mezi věkem 29 (28) a 38 (37) let ke změnám v pořadí proveniencí. Největší posun zaznamenala opět provenience CZ 80 – Nové Hradky, Trhové Sviny, která se z 43. pozice v roce 1998 posunula do roku 2008 na 1. – 2. místo. Podobně jako u výšek si i u výčetních tloušťek zachovaly obdobné pořadí proveniencí, které se nacházejí na posledních místech.

Část proveniencí, které jsou testovány na výzkumné ploše č. 59, se nachází i na jiných plochách série 1973–77. U těch ploch, které byly hodnoceny ve srovnatelném věku, je možná vzájemná komparace. Jedná se o plochu č. 53 – Konopiště, Mrač hodnocenou ve věku 35 (34) let (ČÁP et al. 2008), č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák hodnocenou rovněž ve 35 (34) letech (ČÁP et al. 2009), č. 62 – Nýrsko, Dešenice, č. 70 – Litovel, Úsov a č. 71 – Vítkov, Jánské Koupele hodnocené ve věku 31 (30) let (ŠINDELÁŘ et al. 2005), č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice hodnocenou ve věku 37 (36) let (ČÁP et al. 2011) a č. 77 – Nové Hradky, Konratice hodnocenou ve věku 29 (28) let (ŠINDELÁŘ et al. 2006). Průměrné výšky těchto proveniencí na daných plochách jsou společně s průměry všech proveniencí uvedeny v tab. 5. Z tabulky je patrné, že některé provenience vynikají nad průměr výsadby na všech plochách, kde jsou zkoušeny (CZ 34 – Horní Planá, Želnavá; CZ 42 – Lukov, Lukov; CZ 45 – Vsetín, Kychová; CZ 62 – Nové Hradky, Hojná Voda; CZ 64 – Dobříš, Chouzavá; CZ 70 – Nasavrky, Maleč; CZ 75 – Rájec Jestřebí, Černá Hora; CZ 80 – Nové Hradky, Trhové Sviny a CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská), i když jde ve většině případů jen o výsledky ze dvou či tří výzkumných ploch. Alespoň průměru výsadby dosáhla i provenience CZ 37 – Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov. Na žádné výzkumné ploše, kde byly ve vyšším věku hodnoceny, nepřesáhly průměr výsadeb provenience A 95 – Gröbming, Steiermark; CZ 194 – Karlovice, Karlovice sever; CZ 199 – Krnov, Horní Benešov; CZ 209 – Nové Město na Moravě, Lísek; CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec; D 151 – Ostbayer, Zwiesel West a PL 220 – Wetlina.

Orientační porovnání růstu jedle bělokoré na ploše č. 59 s dvěma plochami téže série hodnocenými v obdobném věku při využití hlediska geografického původu je možné na základě údajů uvedených v tab. 2.

Zatímco někteří autoři, kteří se zabývali proměnlivostí proveniencí jedle, dospěli k závěru, že proměnlivost v rámci jednotlivých proveniencí je často vyšší než proměnlivost mezi proveniencemi (VINŠ



Obr. 3.

Pořadí proveniencí podle dosažených průměrných výšek [m] v letech 1985, 1997, 1998 a 2008

Fig. 3.

Sequence of provenances according their average heights [m] in 1985, 1997, 1998 and 2008

Tab. 5.

Průměrná výška proveniencí zastoupených na výzkumné ploše č. 59 a dalších plochách série 1973 – 77 hodnocených v obdobném věku (červeně podprůměrný, zeleně nadprůměrný růst)

Average height of provenances on research plot No. 59 and other plots of 1973–77 series, having been evaluated at the similar age (under-average growth is red coloured, above-average growth is green coloured)

Výzkumná plocha/ Research Plot	53	57	62	70	71	76	77	59*
Provenience/ Provenance	34-35 let (years)	34-35 let (years)	30-31 let (years)	30-31 let (years)	30-31 let (years)	36-37 let (years)	28-29 let (years)	37-38 let (years)
A 95	-	-	11,2	-	11,8	-	9,1	14,3
BG 132	-	9,6	-	11,0	11,8	8,3	9,4	13,7
BIH 145	-	-	11,0	-	-	-	-	14,0
BIH 222**	-	-	-	-	12,0	-	-	12,5
CZ 1-15	15,7	-	-	12,8	12,9	13,2	9,5	15,6
CZ 34	-	-	-	-	-	-	10,1	15,1
CZ 37	-	-	12,2	-	-	-	-	16,2
CZ 42	-	-	-	-	-	-	10,6	14,6
CZ 45	-	-	12,5	-	-	-	-	16,2
CZ 58	-	-	11,3	-	-	-	10,2	14,8
CZ 62	-	-	-	-	-	-	11,0	15,6
CZ 64	-	-	-	-	12,9	-	10,8	15,4
CZ 68	-	-	-	11,8	10,7	-	10,4	14,7
CZ 70	-	-	-	12,4	13,2	-	-	15,6
CZ 72	-	-	12,0	-	-	-	-	15,7
CZ 75	-	-	-	-	-	-	10,1	15,4
CZ 78	-	-	12,1	-	-	-	-	15,3
CZ 79	-	-	12,1	-	-	-	-	15,2
CZ 80	-	-	-	-	-	-	10,1	15,9
CZ 84	-	-	12,4	-	-	-	10,3	13,8
CZ 85	-	-	-	-	12,8	-	9,9	13,9
CZ 88	-	-	-	12,0	-	12,0	10,0	16,1
CZ 90	-	-	-	-	11,0	-	9,8	14,7
CZ 101	-	-	-	-	12,4	9,8	-	16,6
CZ 185**	-	-	13,6	-	-	-	-	13,3
CZ 194**	-	-	-	-	11,0	-	-	14,3
CZ 199**	-	-	-	-	11,6	-	-	14,3
CZ 205**	-	-	-	-	12,1	-	-	14,3
CZ 209**	-	-	9,2	-	3,0	-	9,1	12,7
CZ 211**	-	-	-	8,8	-	-	8,7	11,2
D 149	-	-	14,2	-	11,3	-	9,9	14,0
D 150	-	-	-	-	-	-	9,5	15,5
D 151	-	-	-	-	-	10,1	9,9	13,6
F 162	-	-	12,1	-	-	-	-	12,1
H 52	-	-	-	-	-	11,5	9,2	14,5
I 228**	-	-	-	-	8,9	11,0	9,0	13,3
PL 212**	-	-	11,9	9,1	-	-	10,5	10,4
PL 220**	-	-	-	-	-	-	9,9	12,5
RO 214**	-	-	12,7	-	12,3	-	-	13,6
RO 217**	-	-	-	10,6	-	-	10,1	13,3
SK 1**	14,7	9,5	13,4	11,6	12,2	10,9	10,0	14,2
SK 9**	15,2	-	12,5	10,2	13,6	10,7	9,9	12,7
Průměr výsadby/ Mean of Plot	15,6	9,2	12,2	11,4	11,8	10,8	10,0	14,5

* medián/median, ** nižší věk/ lower age

1966; ARBEZ 1969 ex MEJNARTOWICZ 1983; KRAMER 1999 ex MEJNARTOWICZ 1983), na ploše č. 59 – Trhanov, Pivoň byly oba typy proměnlivosti srovnatelné a pohybovaly se kolem 20 %.

Dvě provenience, které rostou na výzkumné ploše č. 59 (SK 9 – Kriváň, Snohy; CZ 1-15 – Kamenice nad Lipou, Losy), mají své ekvivalenty v proveniencích 4 – Kriváň a 19 – Kamenice nad Lipou na dvou slovenských výsadbách založených v roce 1964 na lokalitě Zvolen s 16 slovenskými, 5 českými a 6 polskými proveniencemi (PAULE et al. 1985). Tyto provenience se se svou výškou na obou slovenských výsadbách umístily ve věku 15 let mírně pod průměrem pokusu (84 – 97 % průměru), zatímco na české provenienční ploše ve věku 38 (37) let rostla provenience 1-15 nadprůměrně, provenience SK 9 pak výrazně podprůměrně.

Pokud jde o poznatek VINŠE (1966) o relativně vysokém růstu a produkci proveniencí z moravských Karpat ve srovnání s hercynskými proveniencemi, který v pozdějším věku potvrdili i ŠINDELÁŘ et al. (2005a), je možné konstatovat jeho platnost i na ploše č. 59 ve 38 (37) letech. Všechny tři provenience z moravských karpatských oblastí (CZ 45 – Vsetín, Kychová; CZ 46 – Brumov, Vlára; CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská) se ve výškovém růstu umístily nadprůměrně.

Provenience s označením Karlovice v práci LINESE (1979) ex MEJNARTOWICZ (1983), kde jsou uvedeny výsledky hodnocení čtyř ploch (dvě v 6 a dvě v 10 letech), vykazuje v průměru 60 % výškového růstu nejrychleji rostoucí provenience na daných plochách. Provenience Schwarzwald v téže práci vykazuje na plochách v průměru 67 % růstu nejrychleji rostoucí provenience. Na výzkumné ploše č. 59 jsou k těmto proveniencím ekvivalentní CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská a D 150 – Schwarzwald, Enzklösterle, které obě rostou nadprůměrně. Nutno ovšem poznamenat, že Linesovy výsledky jsou založeny na hodnocení proveniencí v mladším věku.

ZÁVĚR

Práce navázala na výsledky předchozích šetření. Novou řadu dat získanou ve věku 38 (37) let tak bylo možno v rámci diskuse porovnat s výsledky šetření ve věku 15 (14), 28 (27) a 29 (28) let. Hodnotily se výšky, výčetní tloušťky, objem hroubí b. k., hektarová zásoba a tvárnost kmene. Pozornost byla věnována i geografickému původu proveniencí.

Při syntetickém zhodnocení kvantitativních a kvalitativních charakteristik dosáhly na ploše nejlepších výsledků provenience CZ 107 – Kácov, Zbraslavice původem z Českomoravské vrchoviny, CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská a CZ 45 – Vsetín, Kychová z Hostýnsko-vsetínských vrchů, dále CZ 37 – Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov z předhoří Orlických hor a CZ 88 – Hořovice, Mirošov z Brdské vrchoviny. Celkově nejhůře se projevily provenience PL 212 – Nieskurzów; CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec; F 162 – Les Fanges IV a BIH 222 – Kozara, Mrakovica.

Na výzkumné ploše byla zjištěna srovnatelná proměnlivost v rámci jednotlivých proveniencí a mezi proveniencemi (ca 20 %). Byla potvrzena i platnost poznatku o relativně vysokém růstu a produkci proveniencí z moravských Karpat ve srovnání s hercynskými proveniencemi.

Poděkování:

Príspevek bol zpracován s podporou výzkumných projektů NAZV QI92A248, QH81160 a výzkumného záměru MZE0002070203. Autoři děkují Prof. Dr. Johnu Framptonovi (NCSU, Raleigh, USA) za jazykovou revizi anglicky psaných částí textu.

LITERATURA

- CIAMPI C., DI TOMMASO P. L. 1973. Osservazioni morfo-anatomiche sul compartimento in vivaio di semenzali di abete bianco (*Abies alba* Mill.) di differenti origini geografiche. Estratto dagli Annali dell' Accademia Italiana di Scienze Forestali, 22: 61-90.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P. 2006. Přehled dosavadních výsledků hodnocení výzkumných provenienčních ploch s jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.). In: Novotný, P. (ed.): Šlechtění lesních dřevin v České republice a Polsku. Sborník ze semináře s mezinárodní účastí. Stranady, 8. 9. 2005. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 69-83.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2008. Posouzení vývoje potomstev jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) původem ze Slovenska a České republiky na výzkumné ploše č. 53 – Konopiště, Mrač do věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 75-85.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2009. Vyhodnocení provenienční výzkumné plochy s jedlí bělokorou (*Abies alba* Mill.) č. 57 – Lesy Jíloviště, Cukrák ve věku 35 let. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 33-43.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J., DOSTÁL J. 2011. Zhodnocení vývoje růstu jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) na provenienční výzkumné ploše č. 76 – Obecní lesy Drážov, Kváskovice do věku 37 let. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 107-117.
- DI TOMMASO P. L., CALAMASSI R. 1980. Studi sul „modello“ organizzativo di semenzali di abete bianco (*Abies alba* Mill.) di differenti origine geografica. Estratto da L' Italia Forestale e Montana, 35 (1): 25-39.
- DUCCI F. 1991. Variabilità di indici di forma in semenzali di provenienze di abete bianco (*Abies alba* Mill.) dell' Italia centro – meridionale. Annali dell' Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 22: 53-72.
- HYNEK V. 1981. Proměnlivost některých morfologických znaků semen jedle bílé – *Abies alba* Mill. Zprávy lesnického výzkumu, 26 (4): 23-29.
- HYNEK V. 1983. Proměnlivost výšky proveniencí jedle bílé – *Abies alba* Mill. ve věku 9 let na plochách založených na LZ Nýrsko, Kamenice nad Lipou a Vimperk. Práce VÚLHM, 63: 77-108.
- HYNEK V. 1985. Předběžné výsledky hodnocení genetické proměnlivosti jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.). Lesnictví, 58: 33-46.
- HYNEK V. 1988. Zhodnocení mortality a výškového růstu proveniencí jedle bělokoré – *Abies alba* Mill. ve věku 15 let na ploše Domažlice. Lesnictví, 34: 411-426.
- HYNEK V. 1989a. Hodnocení provenienčních ploch s jedlí bělokorou na Šumavě. Práce VÚLHM, 74: 207-238.
- HYNEK V. 1989b. Výškový růst proveniencí jedle bělokoré na ploše v oblasti Českomoravské vrchoviny. Zprávy lesnického výzkumu, 34 (4): 19-23.
- HYNEK V. 1989c. Zhodnocení výškového růstu proveniencí a potomstev stromů z volného sprášení jedle bělokoré do věku 15 let na ploše Konopiště. Zprávy lesnického výzkumu, 34 (2): 5-8.
- HYNEK V. 1991. Evaluation of the provenance plots with silver fir (*Abies alba* Mill.) in Moravia. Communicationes Instituti Forestalis Cechoslovaca, 17: 89-106.
- KARBAN J. 2000. Hodnocení proměnlivosti růstu a fenologie rašení proveniencí jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) na LS LČR Domažlice. Diplomová práce. Praha, ČZU: 66 s.

- MEJNARTOWICZ L. 1983. Genetyka. In: Białobok, S. (red.): Nasze drzewa leśne: Monografie popularnonaukowe. Tom. 4, Jodła pospolita: *Abies alba* Mill. Poznań-Kórnik, Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii: 566 s.
- PAULE L., LAFFÈRES A., KORPEL Š. 1985. Ergebnisse der Provenienzversuche mit der Tanne in der Slowakai. In: Ergebnisse des 4. Tannen-Symposiums. Frankfurt am Main, Sauerländer: 137-159. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Bd. 80.
- PETRÁŠ R., PAJTIK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37: 49-56.
- POPNIKOVA N. 1974. Variabilnost četina jele (*Abies alba* Mill.) u prirodniim populacijama SR Makedonije. Šumarstvo, 5-6: 3-14.
- RUBNER K., REINHOLD F. 1953. Das natürliche Waldbild Europas: als Grundlage für einen europäischen Waldbau. Hamburg, Paul Parey: 288 s.
- Směrnice. 1966. Směrnice pro uznávání lesních porostů a výběrových stromů pro sběr osiva. Praha, Ministerstvo zemědělství a lesního hospodářství: 35 s.
- SVOBODA P. 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I. Praha, SZN: 411 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1975. Projekt a základní protokol serie provenienčních výzkumných ploch s jedlí bílou *Abies alba* Mill. a některými ostatními druhy rodu *Abies*. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 65 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1986. Cizokrajné druhy rodu *Abies* na výzkumné ploše č. 58 v oblasti Správy pokusných lesních objektů VÚLHM, Jíloviště-Strnady. Lesnictví, 32: 377-398.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J. 2005. Some experiences with silver fir (*Abies alba* Mill.) variability with regard to the conditions of the natural forest area 16 – Bohemian-Moravian highland. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 21: 5-27.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2005a. Výsledky hodnocení nejstarší provenienční plochy VÚLHM Jíloviště-Strnady s jedlí bělokorou založené v roce 1961 na lokalitě Jíloviště, Baně (PLO 10). Zprávy lesnického výzkumu, 50: 24-32.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., TOMEČ J., HERCÍK L. 2005b. Hodnocení vybraných provenienčních ploch s jedlí bělokorou ve věku 31 let se zřetelem na ověření fytogeografické proměnlivosti této dřeviny v České republice. Zprávy lesnického výzkumu, 50: 177-188.
- ŠINDELÁŘ J., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. 2006. Hodnocení provenienční výzkumné plochy č. 77 – Nové Hrady, Konratice s potomstvy jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) ve věku 29 let. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 1-10.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2008a. Comparison of some exotic species of *Abies* genus with chosen silver fir provenances on the plots of town Písek. Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 99-113.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2008b. Exotic species of fir (*Abies spec. div.*) at the age of 30 years in the nature forest region No. 10 – Středočeská pahorkatina (Central Bohemian Upland). Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae, 24: 115-130.
- TOLASZ R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, Český hydrometeorologický ústav; Olomouc, Univerzita Palackého: 255 s.
- VEJNAR Z., ZOUBEK V. 1963. Přehledná geologická mapa ČSSR 1 : 200 000. Praha, Ústřední ústav geologický.
- VINŠ B. 1966. Příspěvek k poznání proměnlivosti jedle (*A. alba* Mill.). Rozpravy Čs. akademie věd, 76: 1-82.
- Vyhláška MP SR č. 453/2006 Z. z., o hospodářské úpravě lesov a ochrane lesa. Zbierka zákonov Slovenská republika, 2006, č. 168, s. 3702-3737.
- Vyhláška MZe ČR č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 62-76.
- Vyhláška MZe ČR č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování. In: Zákon o lesích a příslušné vyhlášky. Praktická příručka, 2003, č. 48, s. 77-136.
- WOLF H. 2003. Technical guidelines for genetic conservation and use. Silver fir *Abies alba*. Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute: 6 s.

GROWTH OF EUROPEAN PROVENANCES OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) ESTABLISHED IN WESTERN BOHEMIA FOR 38 (37) YEARS

SUMMARY

European silver fir is a species bearing economic importance and also supplying environmental functions to forest ecosystems. It is not possible to substitute this species in localities with heavy and gley soils. Although this species is recently not considered as the economically most important, especially due to its low representation in current species composition, it still remains a subject of interest of both forest practice and forest research. Considerable attention is given to investigations of this species' variability within its natural distribution area.

The main target of the presented paper is to evaluate a research provenance plot with silver fir (*Abies alba* Mill.) located at Trhanov, Pivoň, at the age of 38 (37) years. Totally, 49 provenances were planted. 33 provenances are of the Czech origin, three provenances are from Germany. Slovakia, Bosnia and Herzegovina, Romania and Poland are each represented by two provenances, while Hungary, Austria, Bulgaria, France and Italy are each represented by one provenance (Tab. 1). The scheme of the experimental design is presented in Fig. 1.

The best results were found for provenances CZ 107 – Kácov, Zbraslavice, CZ 101 – Velké Karlovice, Brodská, CZ 45 – Vsetín, Kychová, CZ 37 – Rychnov nad Kněžnou, Skuhrov and CZ 88 – Hořovice, Mirošov. The worse results were found for provenances PL 212 – Poland, Nieskurzów, CZ 211 – Nové Město na Moravě, Městec, F 162 – France, Les Fanges IV and BIH 222 – Bosnia and Herzegovina, Kozara, Mrakovica (Tab. 2–5, Fig. 2, 3).

Comparable variability within and among individual provenances (ca. 20%) was found on the research plot. Validity of conclusions about the relatively superior growth and volume production of Moravian Carpathian provenances when compared with Hercynian provenances at this location has been demonstrated.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Petr Novotný, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: +420 257 892 265; e-mail: pnovotny@vulhm.cz

VÝVOJ LEGISLATIVY SOUVISEJÍCÍ S OCHRANOU LESŮ PŘED LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM (*IPS TYPOGRAPHUS* L.) V ČESKÝCH ZEMÍCH DO SOUČASNÉ PODOBY

DEVELOPMENT OF THE CZECH LEGISLATION RELATED TO THE PROTECTION AGAINST SPRUCE BARK BEETLE (*IPS TYPOGRAPHUS* L.) UP TO THE PRESENT

JAN LUBOJACKÝ^{1,2)}

¹⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., pobočka Frýdek-Místek

²⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha

ABSTRACT

This work summarizes the development of legal regulations and technical norms in the Czech Republic related to the fight against spruce bark beetle (*Ips typographus* L.), from the first records up to the present day. Individual legal sources, including a synopsis of relevant provisions (both past and present) regulating the issue of protecting forests against this pest, are presented chronologically in the first and second section. Norms governing the methods of prevention, population control, and protection against spruce bark beetles are presented in a similar manner in the third section. The most important currently valid regulations (Act No. 289/1995 Coll., Decree No. 101/1996 Coll. and Decree No. 236/2000 Coll.) are discussed in detail. The currently valid provisions need to be updated according to the latest bark beetles findings.

Klíčová slova: smrk, kůrovec, *Ips typographus*, legislativa, zákon, vyhláška, technické normy

Key words: spruce, bark beetle, *Ips typographus*, legislative, law, regulation, technical norms

ÚVOD

Pomineme-li obtížně řešitelnou problematiku poškozování lesa zvěří, byly, jsou a budou největší problémy v ochraně lesa v posledním desetiletí spojeny s přemnoženým podkorním hmyzem na smrku ztepilém (*Picea abies* (L.) Karst.). Nejčastěji se jedná o lýkožrouta smrkového, *Ips typographus* L., (Curculionidae, Scolytinae), kterého doprovází l. lesklý, *Pityogenes chalcographus* L., l. menší, *Ips amitinus* Eich., a zejména v oblasti severní Moravy také l. severský, *Ips duplicatus* Sahl. (KNÍŽEK et al. 2011). L. smrkový se jako jeden z nejvýznamnějších škůdců smrku v Eurasii běžně rozmnožuje na čerstvě odumřelém smrkovém dříví, avšak při vysokých populačních hustotách může osídlit i zdravé stromy. Středoevropský region byl v minulosti nejméně zasažen rozsáhlými kůrovcovými kalamitami (např. v letech 1868 – 1878 nebo 1942 – 1953) (SKUHRAVÝ 2002). Není tudíž náhodou, že má v České republice podle §3 vyhlášky č. 101/1996 Sb. status kalamitního škůdce.

Vzhledem k významu poškození smrkových porostů l. smrkovým je cílem práce shrnout a komentovat vývoj legislativních předpisů a technických norem upravujících problematiku prevence, kontroly a obrany před l. smrkovým na našem území od prvních zmínek do současné podoby.

VÝVOJ PŘEDPISŮ SOUVISEJÍCÍCH S LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM

Potřeba usměrňovat nepříznivý stav a vývoj lesů byla projevena již v nařízeních Karla Velikého (742 – 814 n. l.). Prvním pokusem svého druhu o ochranu ohrožených lesů byl tzv. „*Maiestas Carolina*“ z roku 1348. Nařízení Marie Terezie z roku 1753 pak ukládalo vypracování lesního řádu pro Čechy – tzv. „Císařský královský patent lesů a dříví, ustanovení v Království českém se týkající“, z roku 1754, který byl vzorem pro lesní řády Slezska (1756), Moravy (1769) a Uher (1769) (KUPČÁK 2005).

Ještě v 60. letech 18. stol. si u nás nedovedli vysvětlit příčinu usychání stromů od vrcholů (NOŽIČKA 1957). Až když v období let 1782 – 1784 začaly usychat lesy na Křivoklátsku, bylo zjištěno, že příčinou je kůrovec (SVOBODA 1943). V guberniálním nařízení křivoklátských lesů z roku 1784 je uvedeno, že příčinou usychání stromů je červ žijící mezi kůrou a dřevem (NECHLEBA 1929). L. smrkový je označován často jako „létající červ“ a napadené dříví jako „červivé klády“ (KUPČÁK 2005). Obranu do té doby spatřovali pouze ve včasném odstranění napadených stromů. Reakcí na přemnožení z r. 1784 byla výzva z r. 1786 gubernia lesním úředníkům, aby podali návrhy, jak bojovat proti tomuto škůdci. Další šíření kůrovce přimělo v r. 1794 vlasteneck-

ko-hospodářskou společnost k vydání zvláštního poučení o příčinách usychání lesů a o prostředcích, jimiž je třeba hubit škodlivý hmyz. R. 1797 přepracoval Dr. Třebický návod k hubení škůdců, který byl vydán v r. 1798. Rozšíření l. smrkového do nových oblastí na přelomu 18. a 19. stol. přiměla v r. 1808 pražské gubernium k vydání předpisů pro hubení lesních škůdců. Posun v možnostech hubení kůrovce je patrný z nařízení pražského gubernia z r. 1835, podle kterého by se napadené stromy měly pokácet, oloupat, kůra z nich spálit a dříví rychle vyvézt z lesa (NOŽIČKA 1957). Jedny z prvních souhrnných pojednání o kůrovci přinesly práce Šternberka z r. 1830 (vydáno v tzv. „Mitteilungen“, str. 414) a Wiehla z r. 1846 (Beiträge zur Monographie des achtzähligen Fichtenborkenkäfers (*Bostrichus typographus*), AZČ, V. H. S. XXVI/II) (NOŽIČKA 1957). První legislativně zakotvené ustanovení o ochraně lesa proti hmyzím škůdcům obsahovaly až § 50 a 51 „Patentu č. 250/1852 ř. z., jímž se vydával lesní zákon“, tzv. „Rakouský lesní řád“ (FLORA 2004).

Více než stoleté trvání platnosti Rakouského lesního řádu skončilo 1. ledna 1961, kdy nabyl účinnosti zákon č. 166/1960 Sb. (lesní zákon). V § 44 bylo v rámci prevence nařizováno přednostní odstraňování polomů, vývrátů, souší a stromů nemocných a poškozených. V článku 9 vyhlášky č. 17/1961 Sb. byly zdůrazněny úkoly orgánů odborné správy v lesích, jako bylo sledovat stav škodlivého hmyzu a jiných škůdců, dávat uživatelům lesa pokyny, jak je ničit, jak bránit jejich rozšiřování apod.

Zákon č. 166/1960 Sb. byl nahrazen zákonem ČNR č. 96/1977 Sb., o hospodaření v lesích. V rámci § 10, 20 a 21 bylo i nadále nařizováno zejména přednostní zpracování těžby nahodilých před úmyslnou, důraz byl kladen na zjišťování a evidenci výskytu škodlivých činitelů a škod jimi způsobených a na provádění opatření k předcházení vývinu a rozšíření živočišných škůdců. Vyhláška MLVH ČSR č. 97/1977 Sb. uváděla hned v § 1 ustanovení ochrany lesa obdobně jako zákon.

V důsledku mimořádně suchého a teplého počasí v letech 1982 a 1983 došlo ke kalamitnímu přemnožení kůrovců, načež MLVH reagovalo vydáním „Instrukce ochrany lesa proti kůrovcům čj. 41099/ORLH/299/OPV/83 ze dne 30. 11. 1983“, s platností od 1. 12. 1983. Zdůrazněno bylo postupovat podle tehdy platné ON 48 2711, včetně její platné změny. Instrukce byla později nahrazena „Instrukcí ochrany lesa proti kůrovcům čj.: 719/ORLH-P/88 ze dne 1. 2. 1988“, neboť od 1. 2. 1988 vstoupila v platnost novelizovaná ON 48 2711. V reakci na extrémní klimatické poměry v r. 2003 (oslabení porostů suchem) bylo vydáno „Rozhodnutí Ministerstva zemědělství (úseku lesního hospodářství) ze dne 31. října 2003“, kterým bylo nařizováno vlastníkům lesa podle § 32 odst. 2 lesního zákona, aby provedli opatření v ochraně lesa proti kůrovcům na smrku, přičemž platnost rozhodnutí vypršela 30. 6. 2005.

LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM PLATNÁ V ČESKÉ REPUBLICE K 1. 6. 2012

V současné době je hlavním pramenem práva v lesích na území České republiky stále zákon č. 289/1995 Sb. (lesní zákon), jenž nabyl účinnosti dne 1. 1. 1996. Od té doby prošel řadou změn, které se však problematiky l. smrkového nedotýkají. Ochrana lesa je věnován § 32, ve kterém jsou obsáhleji, ve srovnání s dřívější legislativou, nastíněny povinnosti vlastníka lesa ve vztahu k předcházení a zabránění působení škodlivých činitelů na les. OSSL může nečinnému vlastníkovi lesa nařídít zastavení jiných těžeb než nahodilých, zpracování těžeb nahodilých ve stanoveném rozsahu a termínu, provedení ochranného zásahu vůči škodlivému organismu apod. Negativní důsledky činnosti, resp. nečinnosti vlastníka lesa na okolní lesy řeší povinnost vlastníka hospodařit v lese tak, aby jeho činností nebyly ohroženy lesy sousedních vlastníků. Také v § 33 je zdůrazněno přednostní provádění těžby

nahodilých jako neúčinnějšího opatření pro snížení populační hustoty a zamezení šíření l. smrkového.

Se zákonem souvisí vyhláška č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa, z 28. 3. 1996 a vyhláška č. 236/2000 Sb., kterou se mění vyhláška č. 101/1996 Sb., z 18. 7. 2000. Problematika ochrany lesa proti l. smrkovému nebyla žádným do té doby vydaným zákonem nebo vyhláškou rozvedena podrobněji. Podle populační hustoty škůdce je rozlišován a definován základní, zvýšený a kalamitní stav. Vlastník lesa je povinen vést evidenci kalamitních škůdců, jejichž škody za LHC každoročně sumarizuje na formuláři uvedeném v příloze č. 1 vyhlášky. Zejména v oblasti severní Moravy a Slezska evidenci zakreslují vysoké populační hustoty l. severského, neboť kůrovcové stromy jsou velice často napadeny současně jak l. smrkovým, tak i l. severským nebo i dalšími druhy kůrovců (LUBOJACKÝ 2011) a je pak na subjektivním rozhodnutí lesního hospodáře, který druh označí jako hlavní mortalitní faktor.

Činnosti a opatření eliminující vznik zvýšeného stavu kůrovců jsou uvedeny v § 4. Důležitou změnu představuje posunutí termínu pro zpracování nebo asanaci dříví atraktivního pro rozvoj kůrovců vzniklého do 31. 3., kdy z 30. 6. běžného roku (vyhláška č. 101/1996 Sb.) bylo období zkráceno na 31. 5. pro porosty v nadmořských výškách do 600 m (vyhláška č. 236/2000 Sb.). V letech s časným nástupem jara a nadprůměrně teplým dubnem a květnem se brouci první dceřině generace v nižších a středních polohách začínají objevovat často již v polovině června (vlastní pozorování). Ve vyhlášce č. 236/2000 Sb. je nově zakotven také stručný popis způsobů zjišťování výskytu l. smrkového při různých populačních hustotách a výpočet množství odchytových zařízení při zvýšeném a kalamitním stavu, který je však již řadu desetiletí prakticky neměnný a nereflakuje např. rozdíly v účinnosti feromonových návnad různých výrobců, konstrukční řešení lapačů, proměnlivost efektivity jednotlivých typů odchytových zařízení (lapáče, lapáky, otrávené lapáky atd.), nebere v úvahu alternativní způsoby boje se škůdcem apod. Vzhledem k rostoucímu významu l. severského by bylo vhodné přiřadit status kalamitního škůdce rovněž jemu.

Ne přímo se problematiky l. smrkového dotýká také např. zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny nebo zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči.

NORMY K PREVENCI, KONTROLE A OCHRANĚ PŘED LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM

Za účelem sjednocení požadavků a zásad prevence, kontroly výskytu a ochrany před l. smrkovým byly vydávány normy (dříve oborové a státní, v současné době technické), které vycházely z platné legislativy a nejnovějších vědeckých poznatků dané doby (tab. 1).

První norma určující způsoby a termíny kontroly výskytu, způsoby obrany a preventivní opatření proti l. smrkovému pocházela z října 1953. Z obranných opatření pojednávala zejména o lapácích (jejich počet stanoven z kalamitního základu; méně než 1 závrt na 1 dm² kůry = slabý (řídký) nálet (základní stav), 1 – 2 závrtů střední nálet a 2 nebo více závrtů silný (hustý) nálet, což jsou hodnoty dvojnásobné ve srovnání se současným zněním normy). Prevence spočívala hlavně ve zpracování kalamitního dříví do konce června a v odvozu smrkové kulatiny ze zimní těžby do konce března. Oborová norma z 13. 2. 1968 pak obsahovala navíc výrazy, jako např. kalamitní kůrovcová oblast nebo zvýšený stav kůrovce. Slabě obsazení lapáku bylo při 101 – 250 závrtch na lapáku, střední při 251 – 500 a silné při 501 a více závrtch. Ochrana vycházela mnohem častěji z použití insekticidů. V ON z 30. 5. 1973 byl stupeň napadení lapáku určován jako nyní podle počtu závrtů v nejhustěji napadené části kmene minimálně z 20 dm² povrchu kůry (slabé při méně než 0,5 závrtu na 1 dm² kůry, střední při 0,5 – 1 a silné při více než 1 závrtu). Nebyla již uvedena aplikace jakýchkoliv práškových insekticidů, bylo upuštěno od ošetřování půdy pod lapáky

Tab. 1

Chronologický přehled norem (státních, oborových, technických) upravujících problematiku prevence, kontroly výskytu a ochrany před l. smrkovým na území Česka

Chronological review of norms (state, professional, technical) which describe prevention, population control, and protection against *I. typographus* on the Czech territory

Název normy/Norm title	Schváleno/ Approved	Platnost od/ In force since
ČSN 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. <i>Ips typographus</i> L.	říjen/October 1953	březen/March 1954
ON 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému	13. 2. 1968	---
ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (<i>Ips typographus</i> L.)	30. 5. 1973	1. 4. 1974
ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (<i>Ips typographus</i> L.) včetně zpracované změny b/ - 1/1984	---	15. 3. 1984
ON 48 2711 Ochrana lesa proti lýkožroutu smrkovému (<i>Ips typographus</i> L.)	30. 10. 1987	1. 2. 1988
ČSN 48 1000 Ochrana lesa proti kůrovci na smrku	---	1. 3. 2005

insekticidy při jejich asanaci a ustanovení platila také pro l. menšího. Změna normy platná od 15. 3. 1984 přinesla poprvé definici feromonového lapače, feromonové návnady nebo otráveného lapáku a zásady pro jejich instalaci, používání a vyhodnocení účinnosti (slabý stupeň odchytu při méně než 1500 brouků, střední 1500 – 4000 a silný více než 4000), neboť teprve v 70. letech 20. stol. byl objeven a začal být uměle vyráběn agregační feromon l. smrkového (BAKKE 1970; BAKKE et al. 1977). V ON z 30. 10. 1987 byl stupeň odchytu stanoven jak pro jarní (méně než 1000 jedinců slabý, 1000 – 4000 střední a nad 4000 silný), tak pro letní rojení (méně než 500 imág slabý, 500 – 1500 střední a nad 1500 silný), což platí dodnes, a bylo popsáno i použití otrávených lapáků a stojících stromů s feromonovou návnadou.

Platnost oborových norem však byla ukončena ze zákona ke dni 31. 12. 1993. Závaznost státních norem skončila o rok později, tedy 31. 12. 1994. Po nabytí účinnosti zákona č. 142/1991 Sb., o československých technických normách, ve znění zákona č. 632/1992 Sb., tj. od 15. 5. 1991, jsou české technické normy vydávány obecně jako dobrovolné (VANČUROVÁ et al. 1996). Dodnes platná, avšak nezávazná norma z 1. 3. 2005 uvádí nově navíc hlavní zásady prevence, kontroly a obrany proti l. lesklému a l. severskému, včetně hodnot pro stanovení stupně odchytu do lapáčů a stupně napadení lapáků.

ZÁVĚR

Hlavními v současné době platnými a závaznými právními předpisy, které upravují problematiku ochrany lesa před l. smrkovým, jsou zákon č. 289/1995 Sb., o lesích, a vyhláška č. 101/1996 Sb., ve znění vyhlášky č. 236/2000 Sb. Platnou, avšak nezávaznou normu představuje ČSN 48 1000 Ochrana lesa proti kůrovci na smrku z roku 2005. S postupem času však dochází ke změně náhledu na používaná obranná opatření, kdy je např. přehodnocována role feromonů a možnosti jejich využití při obraně proti l. smrkovému, neboť v poslední době sousední země (např. Německo a Rakousko) spíše upouštějí od jejich masové aplikace. Hledá se uplatnění pro alternativní metody, jako např. biologický boj v podobě záměrného infikování houbovými patogeny, využití sumy efektivních teplot k prognóze vývoje škůdce atd. Na základě nejnovějších vědeckých poznatků, praxí ověřených postupů i zájmů veřejnosti je nutné stávající předpisy modernizovat ve prospěch lesa a za účelem zlepšení trvajících nepříznivého vývo-

je situace s l. smrkovým a dalšími druhy podkorního hmyzu v České republice.

Poděkování:

Príspevek vznikl díky podpoře z programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012 – 2018 „KUS“ pro projekt QJ1220317 „Integrované hodnocení dopadů hmyzích škůdců a houbových patogenů na smrkové porosty ČR jako východisko pro jejich operativní management“.

LITERATURA

- BAKKE A. 1970. Evidence of a population aggregating pheromone in *Ips typographus*. Contribution of Boyce Thompson Institute, 24: 309-310.
- BAKKE A., FROYEN P., SKATTEBOL L. 1977. Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. Naturwissenschaften, 64: 98.
- ČSN 48 1000 Ochrana lesa proti kůrovci na smrku. Praha, ČNI 2005: 8 s.
- ČSN 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. *Ips typographus* L. Praha, Vydavatelství ÚN 1954: 7 s.
- FLORA M. 2004. Zákon č. 250/1852 a lesní právo do roku 1960. In: Lesní právo – historie, současnost a budoucnost. Lesu zdar, 10 (2/3): 5-7. [online]. [cit. 5. 9. 2011]. Dostupné na World Wide Web: http://www.lesycr.cz/lesuzdar/download/2004/02-03_04.pdf
- Instrukce ochrany lesa proti kůrovci. Čj. 41 099/ORLH/299/OPV/83 ze dne 30. 11. 1983. In: Ochrana lesa proti kůrovci - nejdůležitější předpisy. Praha: MLVH ČSR, 1983: 2-6.
- Instrukce ochrany lesa proti kůrovci. Čj. 719/ORLH-P/88 ze dne 1. 2. 1988. In: Ochrana lesa proti kůrovci a klikorohu borovému. Nové předpisy. Praha: MLVH ČSR, 1988: 8-11.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., LUBOJACKÝ J., MODLINGER R., TUMA M. 2011. Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2010. In: KNÍŽEK M. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2010/2011. Sborník referátů z ce-

- lostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 12. 4. 2011. Strnady, VÚLHM: 15-20. Zpravodaj ochrany lesa 15/2011.
- KUPČÁK V. 2005. Ochrana lesa a lesní zákon. In: Lenocho J. (ed.): Ekonomické aspekty ochrany lesa. Sborník referátů ze semináře EK OLH ČAZV se zahraniční účastí. Jeseníky, 5. – 6. května 2005. Brno, MZLU v Brně: 45-52.
- LUBOJACKÝ J. 2011. Revize kůrovcového dříví na severní Moravě v roce 2011. Lesnická práce, 90: 688-689.
- NECHLEBA A. 1929. Regesta k dějinám výskytu škodlivého hmyzu lesního v Čechách ve starších dobách až do r. 1839. Lesnická práce, 8: 321.
- NOŽIČKA J. 1957. Přehled vývoje našich lesů. Praha, SZN: 457 s.
- ON 48 2711 Ochrana proti kůrovci lýkožroutu smrkovému. Praha, Vyd. ÚNM 1968: 9 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.). Praha, Vyd. ÚNM 1974: 7 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti kůrovci lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.) včetně zpracované změny b/ - 1/1984. Praha, Vyd. ÚNM 1984: 8 s.
- ON 48 2711 Ochrana lesa proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* L.). Praha: Vyd. ÚNM, 1988: 12 s.
- Rozhodnutí Ministerstva zemědělství (úsek lesního hospodářství) ze dne 31. října 2003. [online]. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.praha7.cz/uredni-deska/rozhodnuti-ministerstva-zemedelstvi-usek-lesniho-hospodarstvi.html>
- SKUHRAVÝ V. 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha, Agrospoj: 196 s.
- SVOBODA P. 1943. Křivoklátské lesy, dějiny jejich dřevin a porostů. Praha [s. n.]: 228 s.
- VANČUROVÁ V., NETERDA K., SYROVÁTKA K. 1996. Harmonizace technických předpisů ČR a EU v oblasti měření surového dříví z pohledu technických norem. Lesnická práce, 75: 42-43.
- Vyhláška č. 17 ze dne 9. února 1961, kterou se vydávají prováděcí předpisy k lesnímu zákonu. In: Sběrka zákonů ČSSR [online]. 1961, částka 7, s. 37-47. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1961/sb07-61.pdf>
- Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže. In: Sběrka zákonů ČR [online]. 1996, částka 33, s. 1124-1127. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1996/sb33-96.pdf>
- Vyhláška č. 236 ze dne 18. července 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa. In: Sběrka zákonů ČR [online]. 2000, částka 72, s. 3424-3430. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/2000/sb072-00.pdf>
- Vyhláška č. 97 MLVH ČSR ze dne 28. prosince 1977 o odborné správě lesů a o příspěvcích za ní. In: Sběrka zákonů ČSSR [online]. 1977, částka 29, s. 564-566. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1977/sb29-77.pdf>
- Zákon ČNR č. 96 ze dne 20. prosince 1977, o hospodaření v lesích a státní správě lesního hospodářství. In: Sběrka zákonů ČSSR [online]. 1977, částka 29, s. 553-563. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1977/sb29-77.pdf>
- Zákon č. 142 ze dne 19. března 1991, o československých technických normách. In: Sběrka zákonů ČSFR [online]. 1991, částka 28, s. 610-612. [cit. 9. 10. 2011] Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1991/sb028-91.pdf>
- Zákon č. 166 ze dne 17. listopadu 1960, o lesích a lesním hospodářství (lesní zákon). In: Sběrka zákonů ČSSR [online]. 1960, částka 72, s. 585-592. [cit. 9. 10. 2011] Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1960/sb72-60.pdf>
- Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: Sběrka zákonů ČR [online]. 1995, částka 76, s. 3946-3967. [cit. 9. 10. 2011]. Dostupné na World Wide Web: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/sbirka/1995/sb76-95.pdf>

DEVELOPMENT OF THE CZECH LEGISLATION RELATED TO THE PROTECTION AGAINST SPRUCE BARK BEETLE (*IPS TYPOGRAPHUS* L.) UP TO THE PRESENT

SUMMARY

This work summarizes the development of legal regulations and technical norms related to the fight against spruce bark beetle (*Ips typographus*) in the Czech lands up to the present day. The significance of this pest is discussed in the introduction. The issue of forest protection which also encompasses the *I. typographus* has been governed, for example, by the so-called “*Maiestas Carolina*” from the 14th century, the so-called “Austrian Forest Regulations” from the mid-19th century, and, more recently, “Act No. 166/1960 Coll. (the Forestry Act)” and the related “Decree No. 17/1961 Coll.,” as well as “Act No. 96/1977 Coll., on Forest Management” and the “Decree No. 97/1977 Coll.”

The provisions of the currently valid “Act No. 289/1995 Coll. (the Forestry Act) and its amendments” are discussed in greater detail. A crucial regulation for forest protection at present is “Decree No. 101/1996 Coll., establishing the particulars regarding measures on forest protection” and an amendment thereto in the form of “Decree No. 236/2000 Coll.” They describe, for example, the basic methods of determining occurrence, control and protection against *I. typographus*.

Norms (originally state and professional, now technical; Tab. 1) issued for the purpose of unifying requirements and principles of prevention, population control, and protection against *I. typographus* and stemming from valid legislation and the most recent scientific findings of a given period are also presented. The first state norm has been in force since 1954. The first professional norm was approved in 1968. The non-binding norm ČSN 48 1000, issued in 2005, is currently valid.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Bc. Jan Lubojacký, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Na Půstkách 39, 738 01 Frýdek-Místek, Česká republika
tel.: 602 277 596; e-mail: lubojacky.j@seznam.cz

ANALÝZA OBNOVY A VÝVOJE LESNÍCH POROSTŮ V PRŮBĚHU 25 LET PO VĚTRNÉ KALAMITĚ

Fischer, A., Fischer, H.S.: Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research*, 131, 2012 (2): 493-501.

Přestože větrné kalamity patří mezi běžné příčiny disturbancí lesních porostů ve Střední Evropě, poznatky o dynamice lesa na kalamitních holinách jsou stále ještě omezené. Autoři sledovali vývoj lesa na kalamitních holinách vzniklých větrem v letech 1983 a 1984 v přírodě blízkých smrkových porostech (*Soldanello-Piceetum bazzanietosum*) NP Bavorský les. Na 13 sledovaných plochách byla vyklizena dřevní hmota, 32 ploch bylo ponecháno přirozenému vývoji bez lidských zásahů a 20 ploch sledovalo vývoj v sousedních porostech neovlivněných kalamitou. Četnost dorostu dřevin ($1 < h < 10$ m) byla hodnocena v 5letých intervalech na arových čtvercích v různě dlouhých transektech.

Pět let po disturbanci byl výskyt jedinců dorostu nízký, na plochách bez zásahu dosahoval 300 ks/ha (100 – 650 ks/ha), na holinách s vyklizenou dřevní hmotou se dorost vyskytoval pouze sporadicky (0 – 200 ks/ha, medián 0 ks). Počty jedinců dorostu v kontrolních porostech kolísaly od 350 do 1 600 ks/ha (medián 750 jedinců). Bříza jako pionýrská dřevina se na kalamitních plochách rychle zmladila, na vyklizených plochách vykazovala již 10 let po disturbanci četnost okolo 10 000 jedinců/ha. Výskyt břízy kulminoval na kalamitních plochách 15 let od disturbance. Četnost břízy na nevyklizených plochách byla v období kulminace poloviční (6 000 ks/ha) ve srovnání s vyklizenými plochami, na kontrolních plochách byl výskyt břízy po celou dobu sledování minimální. S nárůstem konkurence v březových skupinách se počty nového dorostu v dalších letech výrazně snížily, mortalita jednotlivých kohort se zvyšovala a celkový počet jedinců postupně klesl (4 000 ks/ha 25 let po kalamitě). Bříza na nevyklizených plochách vykazovala při nižších počtech jedinců i nižší mortalitu. Dorost smrku měl při jednotlivých inventarizacích nižší počty, vlivem trvalého dorůstání jedinců přes registrační hranici výskyt smrku kulminoval až po 20 (25) letech od kalamity. Kohorty smrku na nevyklizených plochách měly nižší mortalitu ve srovnání se smrky na plochách vyklizených. Četnost smrku 25 let po kalamitě dosahovala cca 2 350 ks/ha na vyklizených plochách, na plochách bez vyklizení dřeva byla četnost mírně vyšší (3 000 jedinců/ha). Výskyt jeřábu měl při výrazně nižších počtech jedinců průběh srovnatelný s břízou, při kulminaci jeho četnost nepřesáhla 450 ks/ha. Střední porostní zásoby dřeva a v něm akumulovaného uhlíku byly na kalamitních holinách s ponechaným i vyklizeným dřevem srovnatelné, na plochách s ponechaným dřevem měl smrk vyšší zastoupení.

Rozhodnutí o způsobu a intenzitě následného hospodaření na kalamitních plochách s dostatečným potenciálem obnovy je zásadní pro celý další vývoj porostu. Klíčový okamžik pro stanovení následného postupu hospodaření vzniká krátce po výskytu disturbance. Ponechání nebo vyklizení dřeva v těchto stanovištích a porostních podmínkách se podle šetření autorů výrazněji neprojevovalo na porostních zásobách následného porostu, dlouhodobě však ovlivnilo druhovou skladbu a porostní strukturu. V ochranných lesích, kde je cílem zvýšení potenciálu biodiverzity porostů a nehrozí riziko negativního vlivu na prostředí, autoři doporučují ponechání kalamitních holin bez zásahu z důvodu zachování postupu sukcese. Doporučení autorů o možnostech částečného využití těchto zásad i v lesích hospodářských musí předcházet zvážení konkrétních podmínek a rizik narušení stavu lesa a navazující (přiléhající) kulturní krajiny.

DLOUHODOBÁ DYNAMIKA LESNÍCH POROSTŮ NA ÚZKÝCH KULISOVÝCH SEČÍCH V BEZZÁSAHOVÉM REŽIMU

Brzeziecki, B. et al.: Wieloletnia dynamika drzewostanów na dawnym zrębie kulisowym w warunkach ochrony ścisłej (Łysica, Góry Świętokrzyskie). *Sylwan*, 155, 2011(8): 518-529.

Článek prezentuje hlavní výsledky 45letého výzkumu přirozeného vývoje porostů vytvořených přirozenou obnovou na úzkých holých sečích (20 – 30 m) vzniklých těžbou na počátku století na severních svazích v NP Góry Świętokrzyskie (lesní typ *Dentario glandulosae-Fagetum*). Od roku 1950 je území v bezzásahovém režimu. Šetření bylo prováděno na 3 trvalých plochách (25 x 100 m) ve 3 nadmořských výškách (400, 477 a 575 m). Předchozí šetření byla realizována v letech 1964, 1976, 1984, 2004 a 2009, podchyceny byly stromy s výčetní tloušťkou přesahující 5 cm. V průběhu sledované periody se počet stromů postupně snižoval, kruhová základna i tloušťka středního kmene se zvyšovaly. Ve stávající druhové skladbě porostů dominuje buk, z dalších dřevin se jednotlivě vyskytují jedle, smrk a javor klen. Nejvyšší mortalitu vykazoval jeřáb, také zastoupení dalších dřevin postupně klesalo. Druhová skladba i porostní struktura se v průběhu sledování zjednodušily a rovněž výchozí rozdíly mezi plochami v různých nadmořských výškách se redukovaly.

PRŮBĚH TLOUŠŤKOVÉHO PŘÍRŮSTU A CITLIVOST VŮČI KLIMATU PŘEDPOVÍDAJÍ ODUMÍRÁNÍ JEDLE BĚLOKORÉ VE ŠPANĚLSKÝCH PYRENEJÍCH

Linares, J.C., Camarero, J.J.: Growth patterns and sensitivity to climate predict silver fir decline in the Spanish Pyrenees. *European Journal of Forest Research*, 131, 2012: 1001-1012.

Průběhy tloušťkového růstu jsou často využívány k předpovědím odumírání lesa, neboť jsou pokládány za indikátory reakce stromů na dlouhodobé stresové faktory. Méně pozornosti je však věnováno citlivosti růstu na klimatické podmínky, jakožto dalšímu možnému ukazateli adaptační schopnosti stromu na krátkodobý klimatický stres. Autoři článku se za použití retrospektivní letokruhové analýzy snažili stanovit, zda průběh přírůstu letokruhů a citlivost vůči klimatu souvisejí se zhoršujícím se stavem jedle bělokoré ve španělských Pyrenejích. Z lokálních klimatických dat vypočítali teplotní normály a indexy sucha. Na základě analýzy letokruhů vypočetli vývoj ročního přírůstu výčetní kruhové základny v jednotlivých letech u zdravých (defoliace < 50 %) a poškozených (defoliace > 50 %) jedinců na čtyřech stanovištích s kontrastními úrovněmi poškození. Pro ověření hypotézy, že zdravé a poškozené stromy vykazují rozdílné dlouhodobé růstové trendy použili dynamickou faktorovou analýzu. Citlivost růstu vůči klimatu byla počítána jako průměrná změna přírůstu výčetní kruhové základny na jednotku změny v dané proměnné hodnotě klimatu. Odumírající stromy vykázaly negativní růstový trend za posledních 20 let. Jedinci s nižším relativním přírůstem a negativním trendem přírůstu výčetní kruhové základny vykazovali silnější citlivost růstu vůči klimatu a vyšší defoliaci než stromy s opačnými znaky. Získané poznatky podporují předpoklad, že dlouhodobé oteplování klimatu se může projevat jako určující faktor poklesu přírůstu jedle bělokoré v Pyrenejích. Přetrvávající zpomalení růstu a zvýšená růstová citlivost jedle na klimatické výkyvy mohou urychlit vegetační změny v těchto odumírajících porostech nacházejících se v blízkosti aridní hranice rozšíření tohoto druhu.

POKYNY PRO ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ DO ZPRÁV LESNICKÉHO VÝZKUMU

Zprávy lesnického výzkumu jsou recenzovaným vědeckým časopisem, který přináší informace pro lesnickou vědu a praxi. Uveřejňuje výsledky výzkumu vztahující se k lesnímu hospodářství, lesním ekosystémům a naplňování funkcí lesa. Náplň časopisu tvoří původní vědecké práce a krátká odborná sdělení v českém nebo slovenském jazyce s anglickým doprovodem (abstrakt, klíčová slova, souhrn, popisky tabulek a obrázků). Příležitostně jsou zařazovány rozborů literatury k aktuálním tématům (review). Časopis je řízen ediční radou.

Maximálně jednou ročně vydávané Zprávy lesnického výzkumu Special obsahují příspěvky z vědeckých konferencí či příspěvky odborníků z jiných institucí zaměřené k určitému tématu. Ediční rada v takových případech může spolupracovat s hostujícím editorem, na jehož výzvu autoři přispívají do tohoto čísla.

Zasílání a zpracování příspěvků

Redakce přijímá rukopisy na e-mailové adrese valentova@vulhmop.cz. Autoři navrhuji 3 potenciální recenzenty včetně adresy, telefonu a e-mailu. Uvedení e-mailu recenzenta je povinné. Výkonný redaktor dbá na dodržení zásady recenze experty v daném oboru (peer review) a zachování anonymity recenzentů. Výkonný redaktor potvrzuje obdržení rukopisu příspěvku korespondenčním autorovi.

Předložené příspěvky jsou zasílány k posouzení dvěma recenzentům, kteří mají na dodání posudku 1 měsíc. Na základě recenzních posudků je článek buď přijat, nebo vrácen autorovi k úpravám. V případě rozporného hodnocení je příspěvek postoupen dalšímu recenzentovi. Autoři mají na dodatečné úpravy rukopisu po recenzi nejvýše 2 týdny. Výkonný redaktor informuje autory o přijetí nebo zamítnutí příspěvku. Přijaté příspěvky jsou před tiskem zaslány korespondenčním autorovi ke korektuře.

Požadavky na úpravu rukopisu

Předkládaný vědecký článek musí odpovídat zaměření časopisu a musí být členěn na úvod, materiál a metodiku, výsledky, diskusi, závěr a literaturu. Autor článku doplní anglickým abstraktem sestávajícím z jednoho odstavce o rozsahu 150 – 200 slov. Abstrakt shrnuje cíl, metody, výsledky a závěry prezentované v původním dokumentu (ČSN ISO 214 „Dokumentace – Abstrakty pro publikace a dokumentaci“). Autoři doplní abstrakt nejvýše 10 klíčovými slovy v češtině a angličtině. Rukopis musí být doplněn také anglickým souhrnem (summary) obsahujícím stručný popis problematiky, cíle práce, materiálu a metodiky, výsledků a závěrů práce. V anglickém souhrnu vyžaduje redakce uvedení odkazů na tabulky a obrázky. Při nedostatečné úrovni odborného textu v angličtině bude rukopis autorům vrácen k přepracování.

Celkový rozsah příspěvku by neměl překročit 30 stran v požadované úpravě včetně tabulek a obrázků. Text musí být zpracován v editoru MS Word (okraje 2,5 cm, Times New Roman 12, řádkování dvojitě, bez dělení slov a se zarovnáním vlevo). Stránky a rovněž řádky musí být průběžně číslovány. Rukopis je žádoucí upravit dle normy ČSN 01 6910 „Úprava písemností zpracovaných textovými editory“. Tabulky a obrázky musí mít kromě dvojjazyčného názvu i vnitřní popisky v obou jazycích nebo vysvětlivky za popisky. Obrázky je třeba dodat v samostatných souborech (formáty GIF, JPG, TIF, EPS s rozlišením nejméně 300 dpi při reprodukci 1:1). Grafy vytvořené v programu MS EXCEL je třeba dodat jako zdrojový soubor v tomto programu. Tabulky musí být psány stejným typem písma jako text rukopisu a ohraničení čarami je přípustné pouze mezi řádky tabulky. Tabulky a obrázky se dodávají na samostatných listech za hlavním textem rukopisu včetně příslušných popisů. Odkazy na obrázky a tabulky je třeba v textu rukopisu vyznačit.

Seznam citované literatury musí obsahovat všechny práce citované v rukopisu. Citace se řadí abecedně, zpravidla podle příjmení prvního autora, eventuálně podle korporace či prvního slova z názvu dokumentu. V případě více citací jednoho autora se záznamy řadí vzestupně podle roku vydání. Práce autora vydané v témže roce se rozliší malými písmeny. Citace zdrojových dokumentů se uvádějí v plném znění, bez zkratk.

Odborné sdělení je příspěvek obsahující aktuální a významné informace pro lesnickou vědu nebo praxi, nicméně není určen k publikaci předběžných výsledků vědeckých experimentů. Celkový rozsah odborného sdělení by neměl přesáhnout 10 stran při dvojitěm řádkování textu (2 500 slov). Struktura vědeckého článku nemusí být dodržena, např. vhodné je sloučení výsledků a diskuse. Příspěvek by měl obsahovat maximálně dvě tabulky nebo dva obrázky a alespoň pět citovaných prací v seznamu literatury. Text, tabulky a obrázky musí být zpracovány podle pokynů uvedených výše. Tyto příspěvky jsou rovněž zasílány k recenzím.

Vzor citací literatury

Citace knihy

ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P. et al. 2001. Dřeviny České republiky. Písek, Matice lesnická: 333 s.

Citace článku v periodiku

VALINGER E., ELFVING B., MÖRLING T. 2000. Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilization. *Forest Ecology and Management*, 134: 45-53.

Citace příspěvku ve sborníku

BUČEK A., JELÍNEK P. 2006. Lesy v ekologické síti. In: Neuhöferová, P. (ed.): Zvýšení podílu přírodě blízké porostní složky lesů se zvláštním statem ochrany. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, 25. května 2006. Brno, MZLU; Praha, ČZU: 71-76.

Citace on-line dokumentu

Zpráva. 2009. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. [online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 177 s. [cit. 12. listopadu 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesního-1.html>.

Ukázky odkazů na citovanou literaturu v textu rukopisu

V literatuře (MAYER 1968; MOHR, SCHORI 1999) se uvádí, že...

HAMMAT (1999) popisuje...



WWW.VULHM.CZ