

# VYHODNOCENÍ NEJSTARŠÍCH PROVENIENČNÍCH PLOCH S DOUGLASKOU TISOLISTOU V ČESKÉ REPUBLICE

## EVALUATION OF THE OLDEST DOUGLAS-FIR PROVENANCE EXPERIMENTS IN THE CZECH REPUBLIC

FRANTIŠEK BERAN ✉ - JAROSLAV DOSTÁL - MARTIN FULÍN

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: [beran@vulhm.cz](mailto:beran@vulhm.cz)

### ABSTRACT

Douglas-fir is one of the most promising introduced tree species in Czech forests. The aim of the study was the evaluation of the two oldest experiments established in the Moravia region in 1959 on two localities: (i) Horní Lhota and (ii) Studená Loučka with 11 and 9 provenances, respectively. On the trials, basic quantitative characteristics were evaluated, obtained results from both trial were then compared. Also, an ocular assessment of basic qualitative traits was performed. On the trial Horní Lhota, there were found differences especially among growing stocks of individual provenances. Provenances from Oregon were found to be slightly above average in (i), while provenances from Washington were slightly above average in (ii). However, the Studená Loučka trial showed slightly worse evaluated characteristics compared with the Horní Lhota trial. The universal optimal provenance for both trials was not found, the growing stock was influenced by the different number of trees in both trials.

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

**Klíčová slova:** douglaska tisolistá; *Pseudotsuga menziesii*; nejstarší provenienční plochy; růst; geografická proměnlivost; Česká republika

**Key words:** Douglas-fir; *Pseudotsuga menziesii*; the oldest provenance trial; growth; geographic variability; Czech Republic

### ÚVOD

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) se pěstuje v Evropě od roku 1827 a je považována v mnoha, především západoevropských státech za nejdůležitější introdukovanou hospodářskou dřevinu. Také v ČR patří douglaska (dále jen DG), především var. *viridis*, mezi nejvíce rozšířené introdukované jehličnany a vzhledem k současným probíhajícím klimatickým změnám je reálný předpoklad, že její uplatnění ještě stoupne. Dle podkladů ÚHÚL (2018) je v ČR evidována DG na porostní ploše 6 161,57 ha při průměrném věku 41 let a porostní zásobě 1 625 866 m<sup>3</sup> b. k. Nejstarší porostní skupiny jsou ve věku přes 160 let. Dále je ze souhrnné evidence zřetelně vidět i stoupající tendence zvýšeného využívání DG při obnově lesa. V prvních pěti věkových stupních je DG zastoupena na ploše 4 429,65 ha, na starší věkové stupně pak zbývá 1731,92 ha. Přitom ŠIKA, VINŠ (1978) uvádějí, že na základě prvních šetření v roce 1976 bylo v ČR evidováno rozšíření DG na ploše 1981 ha. Z této rozlohy byla téměř polovina (48 %) ve věku do 10 let. Z tohoto stručného přehledu je vidět, že za posledních 40 let se plošné zastoupení DG v českých lesích zvýšilo více než trojnásobně.

Základním předpokladem pro úspěšné zavádění DG do evropských lesů je výběr vhodných proveniencí, a to vzhledem k rozsáhlému areálu jejího přirozeného rozšíření (HERMAN, LAVENDER 1990). Tento areál má velmi různorodé klimatické a stanovištní podmínky, což vede k vytváření četných hybridů, a provenience z rozdílných oblastí tak mají zcela odlišné charakteristiky. Význam provenience ještě více stoupá v kontinentálním prostředí, které v současném klimatu ČR (stoupající teploty, aridita a četné bezesrážkové období ve vegetační době) nabývá na důležitosti.

První známé provenienční pokusy byly založeny v USA v roce 1911 na pěti plochách. Ověřováno bylo celkem 13 proveniencí z Washingtonu a Oregonu, pocházejících z různých nadmořských výšek a expozic. Výsledky potvrdily, že většina proveniencí si i při výsadbách na cizích stanovištích udržuje některé geneticky podmíněné vlastnosti, jako je rychlost růstu či odolnost (MUNGER, MORRIS 1936). Jedny z prvních provenienčních pokusů s DG byly v Evropě uskutečněny v Německu v roce 1933 na lokalitě Kirchzarten, další v polovině padesátých let v oblasti Bádensko-Württemberska. Na tyto ojedinělé provenienční experimenty pak navázal rozsáhlejší pokus z roku 1958

(KENK, EHRING 2004). V tomto pokusu bylo ověřováno 11 proveniencí z původního areálu (čtyři z B. Kolumbie, čtyři z Washingtonu a tři z Oregonu) a dále čtyři provenience domácího původu. Testování proveniencí se uskutečnilo na 8 plochách s odlišnými půdními podmínkami a v nadmořských výškách 105–1050 metrů. Další rozsáhlejší pokus je z roku 1961, kde bylo ověřováno celkem 26 proveniencí na 6 plochách. Jedna z testovaných proveniencí byla domácího původu, dále bylo v pokusu zastoupeno 14 washingtonských a 5 oregonských proveniencí. Zbývající provenience, včetně dvou označených jako varieta *caesia*, pocházely z B. Kolumbie.

Přibližně ve stejnou dobu jako v Německu jsou zakládány i první provenienční douglaskové plochy v ČR (HOFFMAN et al. 1964), které jsou náplní tohoto článku. Celkem byly založeny v rozmezí let 1959 a 1960 tři plochy (Studená Loučka, Horní Lhota a Varvažov I). Do současnosti se v dobrém stavu zachovaly první dvě jmenované, které byly založeny dr. Vincentem. Plocha Varvažov I, založená na rozlehlé kalamitní holině ing. Hofmanem na jaře 1960, byla roku 1992 z hodnocení vyřazena pro nadměrné ztráty (poškození mrazem a fyziologickým suchem) a opakované poškození vysokou zvěří. Nejvýznamnější série provenienčních ploch v ČR pak byla založena v letech 1971–1974 na pěti lokalitách v rámci účasti na mezinárodním provenienčním pokusu IUFRO. V tomto pokusu je ověřováno 25 proveniencí na základní ploše školní poleší Hůrky (KŠH Č. Budějovice) a dále menší množství proveniencí na ostatních plochách. Informace a poslední hodnocení této série provenienčních ploch byly zveřejněny v samostatných kapitolách publikací o douglasce (SLODIČÁK et al. 2014; NOVÁK et al. 2018). Výsledky z komplexních šetření na těchto plochách byly použity v rámci diskuse a závěru tohoto článku.

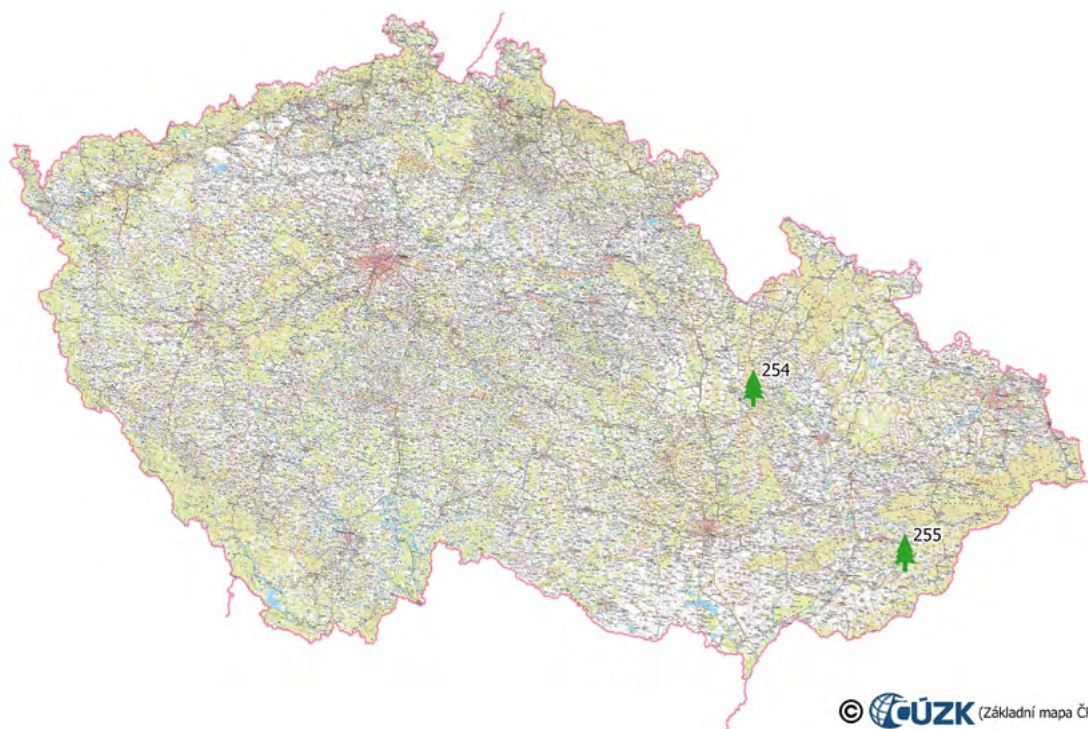
## MATERIÁL A METODIKA

Předmětem komplexního hodnocení jsou dvě nejstarší DG provenienční plochy založené v ČR v roce 1959. Jejich umístění je zaznamenáno na obr. 1.

Plocha č. 254 (dle evidence Útvaru biologie a šlechtění lesních dřevin, VÚLHM Jíloviště-Strnady) byla založena na lokalitě Studená Loučka. V roce výsadby spadala plocha organizačně pod LZ Litovel, nyní je obhospodařována LS LČR Šternberk. Nachází se v revíru Loštice, porostní skupina 276C6, přírodní lesní oblast 31 – Českomoravské mezihorí. Nadmořská výška plochy se pohybuje v rozmezí 570–575 m n. m., hospodářský soubor 451 – živné stanoviště středních poloh, lesní typ je klasifikován jako 4 S 1. Geologický podklad tvoří písčité prachovce a slínovce, půda je určena jako modální kambizem v kombinaci s mezotrofní hnědozemí. Vlastní plocha se skládá z 9 proveniencí bez opakování, o různé velikosti od 0,02 do 0,21 ha. Celková rozloha plochy je 1,02 ha a má velmi mírný jihozápadní sklon. Tvarem se jedná o obdélník o velikosti 128 m × 80 m. Spon výsadby 2 m × 2 m, počet sazenic jednotlivých proveniencí se pohyboval od 45 do 550 ks. Mezi jednotlivými proveniencemi byla vytvořena rozdělovací linie o šířce 4 m.

Druhá plocha se nachází na lokalitě Horní Lhota (plocha č. 255). V době založení byla ve správě LZ Vizovice, později LS LČR Luhačovice. Nyní je v soukromém vlastnictví. Nachází se v PLO 38 – Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, v porostní skupině 8D6. Nadmořská výška plochy se pohybuje od 460 do 500 m n. m., jedná se o severní expozici. Hospodářský soubor je 451 – živné stanoviště středních poloh, lesní typ je určen jako 4 B 4. Geologickým podkladem je flyš, půdním typem písčitohlinitá hnědozem. Velikost plochy je 1,20 ha, z čehož vlastní plocha je 0,99 ha. V horní části je rozdělena lesní odvozní cestou. Jedná se o obdélník o velikosti 165 m × 60 m. Výsadba provedena začátkem května 1959 ve sponu 3 m × 3 m, přičemž každá z 11 proveniencí byla zastoupena 100 ks a bez opakování. Velikost jednoho dílce je 30 m × 30 m, rozdělovací linie mezi jednotlivými dílci nejsou.

Provenience pocházely z osiva, které bylo získáno od americké firmy Manning Seed Company. Semeno bylo vyseto do studených pařníků v roce 1957 ve školce Kostelany. V roce 1959 pak byly dvouleté neškolkované sazenice vyzvednuty a převezeny na obě plochy. Pět proveniencí je původem ze státu Washington, čtyři ze státu Oregon a dvě



**Obr. 1.**  
Mapa rozmístění provenienčních ploch DG  
**Fig. 1.**  
Map of Douglas-fir provenance plots (Czech Republic)

z kanadské provincie Britská Kolumbie. Jejich bližší identifikace je zachycena v tab. 1 a na obr. 2.

Vlastní podrobné hodnocení ploch se uskutečnilo v roce 2017 s tím, že u plochy Horní Lhota bylo provedeno ještě roku 2018 revizní šetření u dvou oregonských proveniencí (č. 389 a 393), které plně potvrdilo původní výsledky měření kvantitativních veličin z předešlého roku. Na obou plochách byly hodnoceny všechny stromy. Byla měřena celková výška stromu s přesností 0,1 m ultrazvukovým přístrojem Vertex III. Výčetní tloušťka v  $d_{1,3m}$  byla měřena kalibrovanou průměrkou ve dvou na sebe kolmých směrech s přesností 1 mm. Tyto dva údaje výčetní tloušťky pak byly zprůměrovány a společně s celkovou výškou stromu byl z těchto hodnot vypočten objem kmene s kůrou dle tabulek pro douglasku (BERGEL 1971). Poté byla převodním koeficientem dle velikosti vysazené plochy vypočtena porostní zásoba hroubí s kůrou pro 1 ha. Pro ilustraci vývoje jednotlivých proveniencí a zároveň i ploch byly využity podklady z dřívějších hodnocení obou ploch od roku 1960 do roku 1986, které publikoval především ŠÍKA, HEGER (1972), ŠÍKA (1983, 1988). Jedná se zejména o údaje z archivu útvaru a publikované závěrečné zprávy o provenienčním výzkumu douglasky.

Dále byly na obou plochách okulárně posuzovány vybrané kvalitativní znaky (tab. 2), které byly hodnoceny jednotlivě podle připravené stupnice. Stupně hodnocení pro jednotlivé znaky: **Zdravotní stav:** 1 – strom vitální, bez známek poškození či defoliace; 2 – strom zdravý, toleruje se menší poškození abiotickými činiteli; 3 – strom bez větších mechanických poškození, s příznaky defoliace či mírného napadení sypavkou (do 25 %); 4 – strom vykazující symptomy poškození ať již biotickými či abiotickými činiteli, defoliace v rozmezí 25–50 %; 5 – strom hynoucí – strom téměř bez přírůstu, defoliace překračuje výrazně 50 %, strom napaden výrazně sypavkou, případně zlom. **Tvárnost kmene:** 1 – strom přímý, rovný; 2 – strom mírně vlnitý, a to převážně v horní polovině kmene; 3 – strom výrazně prohnutý již ve spodní části, případně strom vykazující točivost kmene; 4 – strom silně vlnitý či výrazně prohnutý od bazální části kmene; 5 – strom netvárný, výrazně deformovaný, případně strom dvoják. **Tloušťka (síla) větví:** 1 – strom, vykazující tloušťku větví v hodnotách pod 5 % výčetní tloušťky kmene; 2 – strom s tloušťkou větví v rozmezí 5–10 % výčetní tloušťky kmene; 3 – tloušťka větví nad 10 % výčetní tloušťky. Hodnocení se provádělo podle stavu ve spodní třetině koruny. **Vzdálenost přeslenů:** 1 – nad 100 cm; 2 – 60–100 cm; 3 – 50–60 cm; 4 – 40–50 cm; 5 – pod 40 cm. Hodnocení bylo rovněž prováděno ve spodní třetině koruny.

**Tab. 1.**

Přehled proveniencí na plochách 255 – Horní Lhota a 254 – Studená Loučka  
Survey of provenances on the trials No. 255 – Horní Lhota and No. 254 – Studená Loučka

Provenience/ Provenance	Stát/Country	Původ/ Location	Nadm. výška/ Altitude (m)	Severní šířka/ Northern Latitude	Západní délka/ Western Longitude
114	B. Columbia	Nanaimo	170	49°10	123°57
122	B. Columbia	Shuswap Lake	670	51°00	119°30
261	Washington	Granitte Falls	200	48°05	122°00
264	Washington	Startup	500	47°50	121°45
275	Washington	Wind River	330	45°45	121°30
276	Washington	Tenino	170	46°55	122°50
277	Washington	Pe Ell	170	46°45	123°15
386*	Oregon	Cascadia	500	44°25	122°40
389	Oregon	Oak Ridge	1130	43°50	122°30
391*	Oregon	Drain	300	43°40	123°15
393	Oregon	Powers	800	42°45	124°10

\* Provenience č. 386 a 391 nejsou zahrnuty na ploše č. 254/ Provenances No. 386 and 391 are not included in the trial No. 254

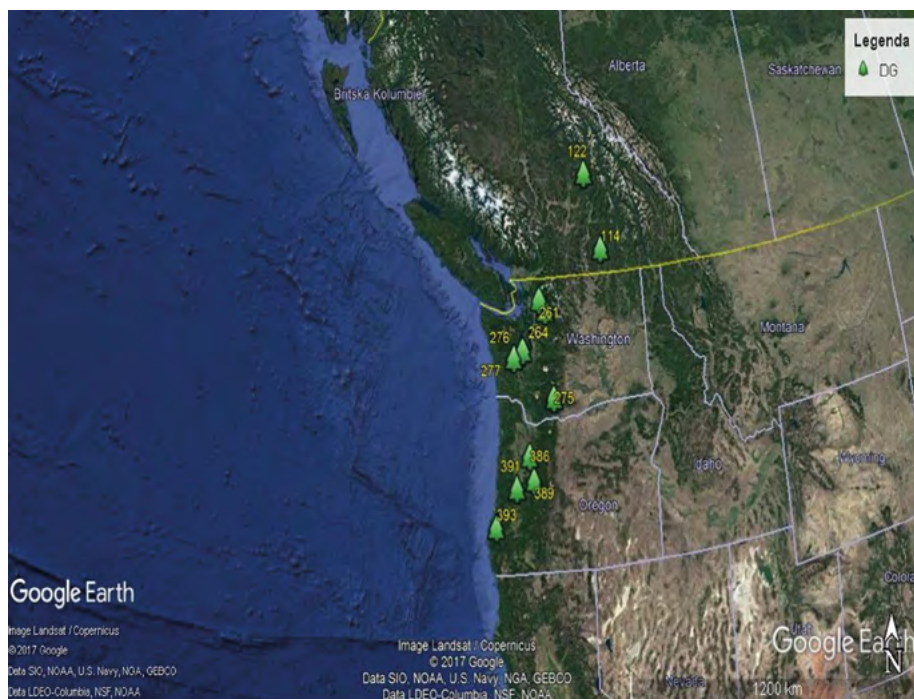
**Tab. 2.**

Stupnice hodnocení kvalitativních charakteristik  
Scale of qualitative characteristics evaluation

	Stupeň/Degree				
	1	2	3	4	5
Zdravotní stav/ Health condition	výborný/excellent	velmi dobrý/ very good	dobry/good	chřadnoucí/ declining tree	hynoucí/dying tree
Tvárnost kmene/ Stem form	rovný/straight	mírně vlnitý/ slightly wavy	točitý/twisted	silně vlnitý/ strongly wavy	netvárný/ stem form defects
Tloušťka větví/ Branch thickness	slabá/thin	středně silná/ medium strong	velmi silná/ very strong		
Rozestup přeslenů/ Distance of whorl	100 cm +	60–100 cm	50–60 cm	40–50 cm	20–40 cm
Typ borky/Bark type	hladká – vrásčitá/ smooth – wrinkled	silně rozpraskaná/ very cracked	korkovitá/ cork bark		

**Borka:** 1 – strom s hladkou či vrásčitou slabou borkou; 2 – strom se strukturou borky rozpraskanou až silně brázditou (s hloubkou rozpraskání do cca 2 cm); 3 – strom s borkou hluboce rozpraskanou (nad 2 cm) nebo s borkou výrazně korkovitou. Posuzování struktury borky bylo prováděno ve výšce 1,3 m. Všechny uvedené znaky byly hodnoceny stejnou osobou, což eliminovalo větší chyby v odlišnosti posuzování. Statistické zpracování dat bylo uskutečněno za využití programu NCSS 10.0.6. Všechna data byla podrobena exploratorní

analýze. Vzhledem ke zjištěné nenormalitě v datech a nízkému počtu dat u několika proveniencí byla pro další výpočty zvolena jednofaktorová Kruskal-Wallis ANOVA a následný Kruskalův-Wallisův test mnohonásobného porovnání. Pro vícerozměrnou analýzu hlavních komponent byla zvolena Clusterová (shluková) analýza. Do výpočtu vstupovaly mediány kvantitativních a kvalitativních znaků jednotlivých proveniencí a před výpočtem byla data standardizována pomocí metody Z-skóre. Pro vyšetření nejlepší metody shlukování byl



**Obr. 2.**

Původ proveniencí DG na plochách

**Fig. 2.**

Origin of Douglas-fir provenances on the plots

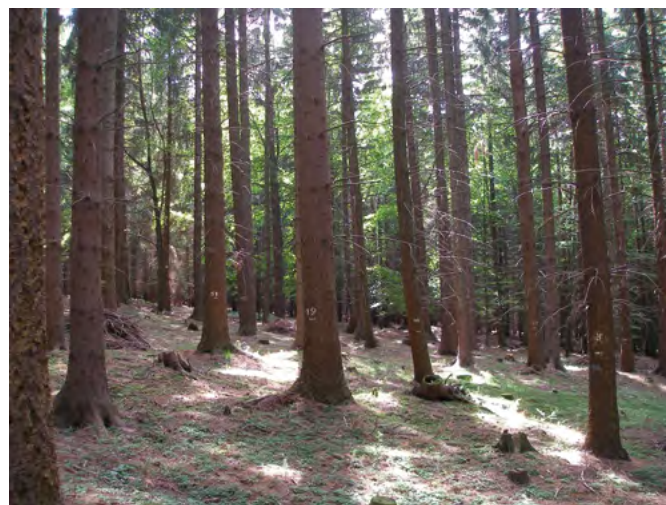


**Obr. 3.**

Plocha 255 – Horní Lhota, říjen 2018 (foto F. Beran)

**Fig. 3.**

Plot 255 – Horní Lhota, October 2018 (foto F. Beran)



**Obr. 4.**

Plocha 254 – Studená Loučka, červenec 2017 (foto F. Beran)

**Fig. 4.**

Plot 254 – Studená Loučka, July 2017 (foto F. Beran)

použit kofenetický korelační koeficient (CC) a kritéria  $\Delta(0,5)$  a  $\Delta(1,0)$ . Pro zpracování obou dendrogramů byla použita metoda neváženého průměru skupin dvojic a euklidovské vzdálenosti.

## VÝSLEDKY

Na ploše č. 255 – Horní Lhota (obr. 3) bylo testováno celkem 11 proveniencí, na ploše č. 254 – Studená Loučka pak 9 identických proveniencí. Dvě další oregonské provenience 386 Cascadia a 391 Drain nebyly pro tuto plochu k dispozici. Na lokalitě Horní Lhota bylo při posledním terénním šetření evidováno celkem 307 jedinců, což představuje cca 28 % z původně vysazených jedinců. Průměrná hodnota střední výšky ve věku 58 let od výsadby dosáhla 27,56 m, což bylo o 0,52 m více než v minulém měření, tj. v roce 2013, a střední výčetní tloušťka byla 41,0 cm. Největší výčetní tloušťka byla naměřena u washingtonské provenience 264 Startup a činila 62,4 cm při celkové výšce stromu 31,5 m. Stále platí dříve prokázaný jev, že na této ploše se dobře uplatňují a většinou jsou mírně nad průměrem pokusu provenience z Oregonu, což není pravidlem na ostatních provenienčních plochách v ČR. Tyto oregonské provenience mají však o něco menší počty rostoucích jedinců. Hlavní příčinou byla zvýšená mortalita v juvenilním věku. Největší střední hodnoty jak výšky, které byly statisticky významné na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , tak výčetní tloušťky byly zjištěny u provenience 114 Nanaimo, ale je nutné podotknout, že je to i provenience s nejmenším počtem stromů. Tato provenience pochází z provincie Britská Kolumbie a zároveň z nejmenší nadmořské výšky. Již

ŠIKA (1982) uvádí, že tato provenience měla ve věku 9 let od výsadby největší ztráty ze všech proveniencí na této ploše. Mortalita byla 15 %. Pozoruhodnější je však skutečnost, že provenience měla při hodnocení výšky ve věku 20 let (ŠIKA 1982) i nejslabší výškový růst. Tento obrácený efekt si lze vysvětlit pouze skutečností, že na ploše přežili jen nejtálnější jedinci této provenience, kteří měli dostatek prostoru pro intenzivní růst. Malý počet stromů u této provenience ale způsobil, že má nejnižší porostní zásobu ze všech proveniencí na ploše. Při sledování vývoje pořadí od minulého šetření v roce 2013 (BERAN 2014), za využití Spearmannova pořadového koeficientu, lze konstatovat, že na této ploše dochází v současné době již jen k nepatrným a statisticky zcela nevýznamným přesunům.

Zajímavé poznatky o vlivu stanovištních podmínek pak přináší porovnání s druhou plochou této série, založené na lokalitě Studená Loučka (obr. 4). Hodnoty na této ploše, která byla založena v drsnějších klimatických podmínkách, jsou o něco nižší. Na ploše bylo evidováno při posledním měření v roce 2017 celkem 278 jedinců. Hodnota průměrné výšky na ploše Studená Loučka činí 24,7 m a průměrné výčetní tloušťky 37,0 cm. Největší mediánovou výčetní tloušťku dosahují washingtonské provenience 275 Wind River (40,9 cm), 276 Tenino (40,0 cm) a 277 Pe Ell (39,5 cm). Nejvyšší střední výšky dosahují opět washingtonské provenience 275 (27,3 m), 276 (27,0 m) a 261 Granite Falls (26,5 m). Srovnání odlišností ve vývoji výšky a výčetní tloušťky jednotlivých proveniencí v závislosti na lokalitě výsadby je zřejmé z tab. 3 a obr. 5, 6. Statisticky významně odlišné provenience byly pouze u proměnné „výška“ a jsou znázorněny v tabulce 4. Do grafu

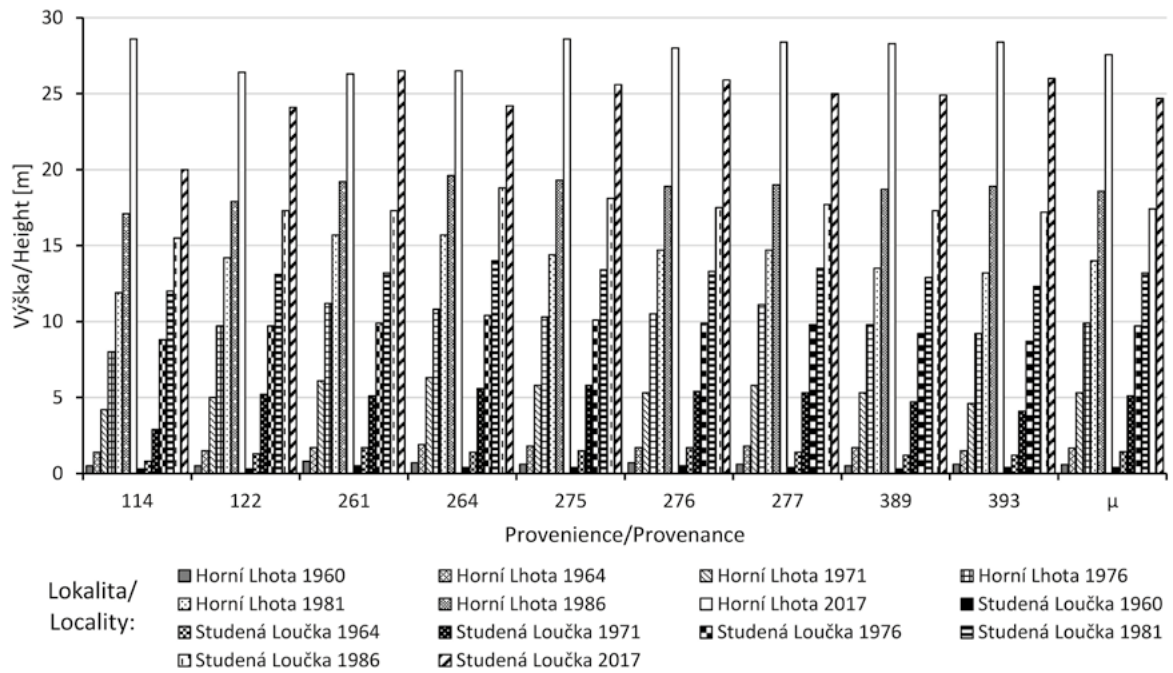
Tab. 3.

Souhrn hodnocených parametrů  
Summary of valuated parameters

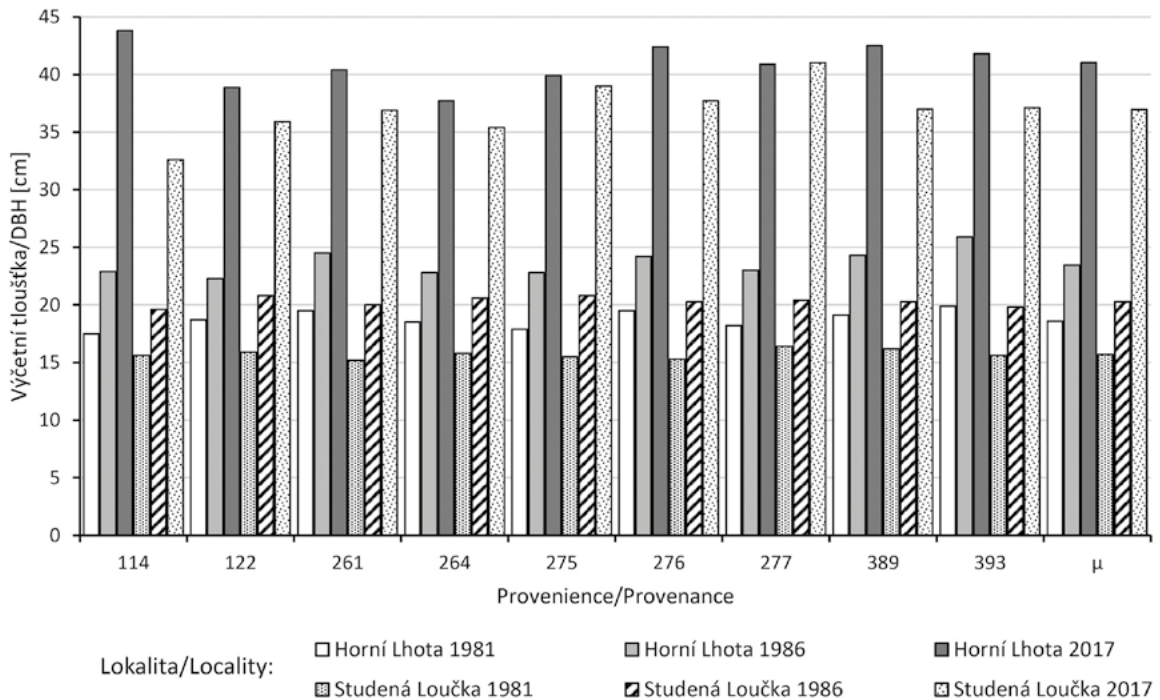
Plocha/Trial	Provenience/ Provenience	Počet sazenic/ Number of seedlings	Počet rostoucích jedinců/ Number of growing individuals	Mortalita/Mortality (%)	Pořadí/Order	Výška/Height (m)*	Pořadí/Order	$d_{1,3}$ /DBH (cm)*	Index tvárnosti kmene/Stem form index*	Index zdravotního stavu/Health condition index*	Index tloušťky větví/ Branch thick index*	Index vzdálenosti přeslenů/W/lori distance index*	Index typu borky/ Bark type index*	Pořadí/Order	Objem kmenů/Stem volume (m <sup>3</sup> )*	Zásoba porostu/ Stand yield (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
255	114	100	15	85	1-3	29,0	1-2	44,0	1	1	2	3	2	2	1,69	253
	122	100	29	71	8	27,5	9	40,0	1	1	2	2	2	10	1,39	390
	261	100	31	69	9-11	27,0	6	41,7	1	1	1	2	1	7	1,54	441
	264	100	36	64	9-11	27,0	11	36,3	1	1	1	2	1	11	1,09	468
	275	100	36	64	1-3	29,0	8	40,2	1	1	2	2	2	8	1,51	552
	276	100	27	73	1-3	29,0	1-2	44,0	1	1	2	2	2	1	1,72	456
	277	100	26	74	5	28,3	4-5	41,8	1	1	2	2	2	3	1,65	407
	386	100	27	73	6-7	28,0	10	38,5	1	1	2	2	2	9	1,40	390
	389	100	33	67	6-7	28,0	7	41,1	1	1	2	2	2	4	1,58	528
	391	100	22	78	9-11	27,0	3	42,8	1	1	2	3	2	5	1,57	391
	393	100	25	75	4	28,5	4-5	41,8	1	1	2	3	2	6	1,56	403
254	114	50	6	88	9	21,0	9	31,8	2	1	2	2	1,5	9	0,64	195
	122	225	47	79	7-8	24,0	6	35,6	1	1	1	2	3	7	1,01	465
	261	400	31	92	3	26,5	4	37,2	1	1	1	2	2	4-5	1,15	213
	264	200	34	83	7-8	24,0	8	33,7	1	1	1	2	2	8	0,97	395
	275	200	40	80	1	27,3	1	40,9	1	1	1	2	2	1	1,49	580
	276	525	55	90	2	27,0	2	40,0	1	1	1	2	2	2	1,43	299
	277	100	12	88	6	24,8	3	39,5	1	1	2	2	2	3	1,22	416
	389	200	37	82	4-5	25,0	5	36,2	1	1	1	2	2	4-5	1,15	467
	393	225	16	93	4-5	25,0	7	34,7	1	1	1,5	2,5	2	6	1,03	194

\* mediánové hodnoty/median values

\*\* medián dle objemové rovnice BERGEL (1971)/median according volume equation BERGEL (1971)



**Obr. 5.**  
Porovnání průměrných hodnot výšky na plochách Horní Lhota a Studená Loučka  
**Fig. 5.**  
Comparison of average height on the plots Horní Lhota and Studená Loučka



**Obr. 6.**  
Porovnání průměrných hodnot výčetní tloušťky na plochách Horní Lhota a Studená Loučka  
**Fig. 6.**  
Comparison of average values of DBH on the plots Horní Lhota and Studená Loučka

byly použity pouze provenience rostoucí na obou plochách. Vzhledem k minulému hodnocení se v podstatě nemění pořadí při hodnocení jednotlivých kvantitativních ukazatelů. Na ploše jsou o něco lépe hodnoceny washingtonské provenience než provenience oregonské, ale rozdíly nejsou příliš významné. Provenience pocházející z Britské Kolumbie výrazně zaostávají za ostatními. To je zarážející především u provenience 114 Nanaimo, která na ploše Horní Lhota měla nejlepší střední hodnoty jak výšky, tak výčetního průměru. Nutno ale přihlídnout ke skutečnosti, že i plocha, na kterou byla tato provenience vysazena, byla výrazně menší než u ostatních proveniencí. Větší počet sazenic této provenience při výsadbě nebyl k dispozici. Při sledová-

ní vývojového trendu byly využity dřívější hodnoty měření z archivu Útvaru biologie a šlechtění. Bylo prokázáno, že průměrná výška proveniencí vyjádřená procentickým poměrem k průměru plochy (100 %) v jednotlivých letech hodnocení osciluje v nepravidelných intervalech, u výčetní tloušťky je to podobné. Průměrná výčetní tloušťka je na obou plochách silně ovlivněna rozdílným počtem stromů na každém dílci. Tento trend pokračuje od mládí až do současnosti, bez ohledu na provedené výchovné zásahy. Provenience, u které byla v mládí větší mortalita a má výrazně méně hodnocených jedinců, má často vyšší střední hodnoty, ale většinou i podstatně nižší porostní zásobu na 1 ha (tab. 3 a obr. 7).

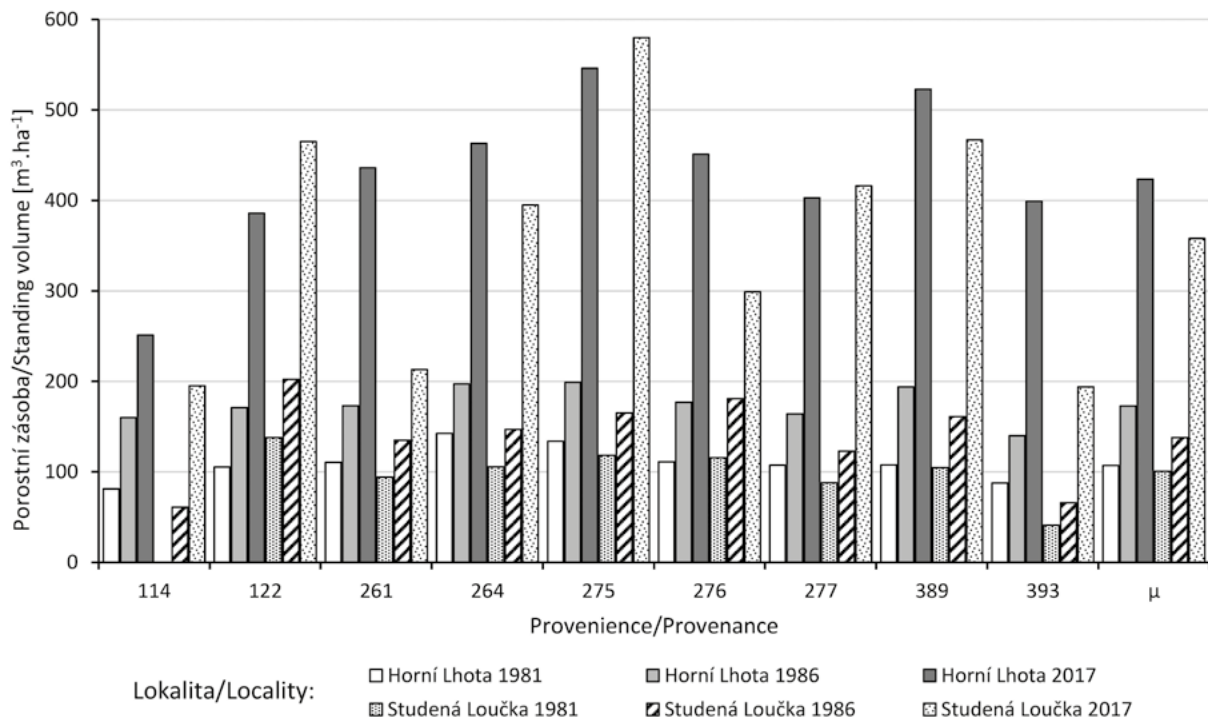
**Tab. 4.**

Výsledky Kruskalova-Wallisova testu mnohonásobného porovnání – proměnná výška ( $\alpha = 0,05$ )

Kruskal-Wallis post hoc test – variable height ( $\alpha = 0.05$ )

Provenience/ Provenance	Odlíšné provenience na ploše 255/ Different provenances on the trial 255	Odlíšné provenience na ploše 254/ Different provenances on the trial 254
114	264	261, 275, 276, 277, 389, 393
122	275, 276	216, 276
261	275, 277	114, 122, 264
264	114, 275, 276, 277, 389, 393	261, 276
275	122, 261, 264	114
276	122, 261, 265, 391	114, 122, 264
277	264	114
386*	---	
389	264	114
391*	276	
393	264	114

\* Provenience č. 386 a 391 nejsou zahrnuty na ploše č. 254/Provenances No. 386 and 391 are not included in the trial 254



**Obr. 7.**

Porovnání hodnot porostní zásoby na plochách Horní Lhota a Studená Loučka

**Fig. 7.**

Comparison of standing volume on the plots Horní Lhota and Studená Loučka

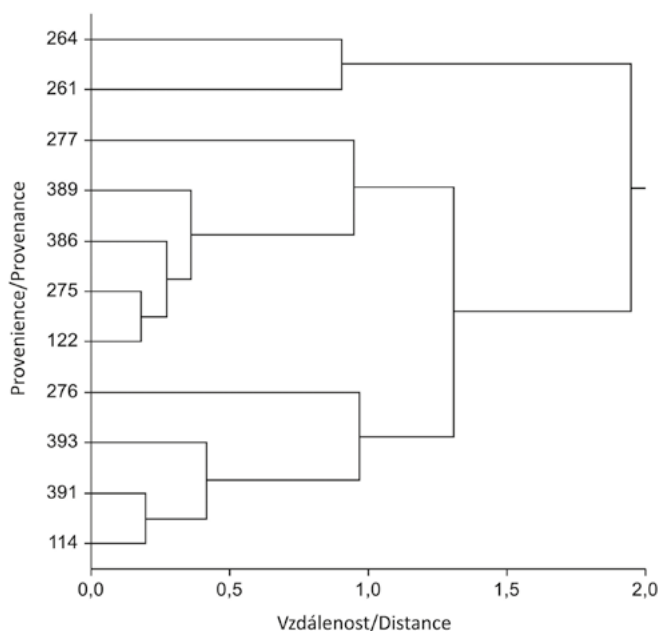
Jedním z nejdůležitějších znaků vhodnosti dané dřeviny na určitém stanovišti je porostní zásoba. Na ploše Horní Lhota se pohybuje v rozpětí 253–552 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, na ploše Studená Loučka v rozmezí 194–580 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. V obou případech je nejproduktivnější provenience 275 Wind River z Washingtonu. Na ploše Horní Lhota má teoreticky nejnižší zásobu provenience kanadská 114 Nanaimo, což je dáno především menším počtem stromů. Na lokalitě Studená Loučka jsou pak téměř vyrovnané provenience Nanaimo a oregonská 393 Powers. Hodnocení kvalitativních znaků pro každou provenienci je zachyceno v tab. 3. Z tabulek vyplývá, že zdravotní stav jednotlivých proveniencí na obou plochách je možno hodnotit jako velmi dobrý až výborný. Ještě lepší je tvárnost kmene, s výjimkou provenience 114 na ploše Studená Loučka. Na plochách převažují stromy s rovným či velmi mírně vlnitým kmenem. Tloušťka větví a vzdálenost mezi přesleny je velmi variabilní, plocha Horní Lhota má o něco horší parametry, což je dáno i řidším sponem výsadby. Struktura borky je úměrná věku dřeviny, na ploše Horní Lhota je větší počet kmenů s korkovitou borkou. V rámci každé provenience je zároveň velká variabilita mezi jednotlivými stromy. Na podkladě těchto kvalitativních údajů a základních růstových veličin byla provedena shluková analýza, ze které vyplývá, že hodnoty hlavních kritérií pro data z výzkumných ploch Horní Lhota (CC = 0,93;  $\Delta(0,5) = 0,13$ ;  $\Delta(1,0) = 0,15$ ) a Studená Loučka (CC = 0,92;  $\Delta(0,5) = 0,11$ ;  $\Delta(1,0) = 0,13$ ) byly velmi podobné a použitá metoda neváženého průměru skupin dvojic s využitím euklidovských vzdáleností hodnocena jako nejvíce vypovídající. Z dendrogramu pro plochu Horní Lhota (obr. 8) je zřejmé vyčleňování dvou washingtonských proveniencí 261 Granitte Falls a 264 Startup. Druhá skupina je tvořena dvěma podskupinami, kde se z první podskupiny vylíčila provenience 276 Tenino. Druhá podskupina je tvořena samostatnou proveniencí 391 Drain z Orego-

nu a dvojicí 393 Powers z Oregonu a 114 Nanaimo z Britské Kolumbie. Z dendrogramu pro plochu Studená Loučka (obr. 9) je patrné, že od všech ostatních proveniencí se nejvíce odlišuje kanadská 114 Nanaimo, dále oregonská 393 Powers, washingtonská 277 Pe Ell a kanadská 122 Shuswap Lake. Zbýlá skupina proveniencí je tvořena ze dvou podskupin, první tvoří provenience 276 Tenino a 275 Wind River ze státu Washington a druhou shluk proveniencí 389 Oak Ridge, 264 Startup s trochu odlišnější 261 Granitte Falls.

## DISKUSE

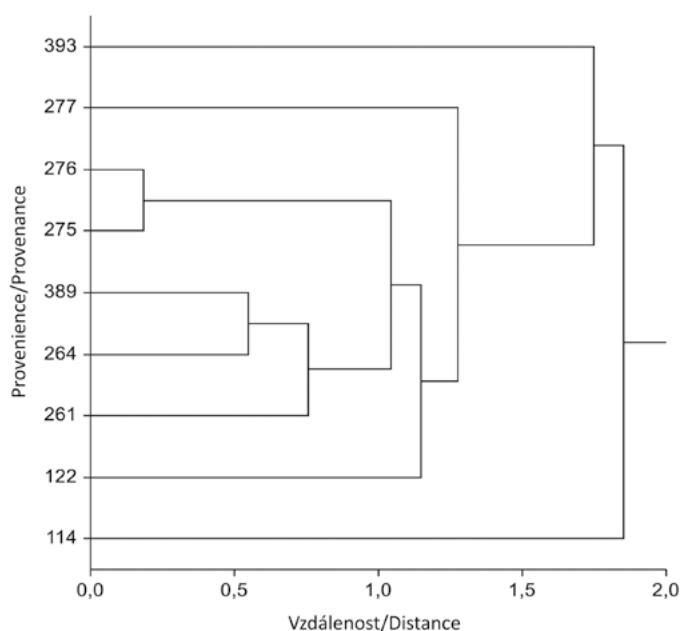
DG dnes představuje dřevinu, která má určité předpoklady pro vyšší uplatnění v současných klimatických změnách. Je dřevinou, která si – přes určitá omezení ze stran ochrany přírody – vydobyla zájem lesníků, o čemž svědčí postupné zvyšování jejího zastoupení v českých lesích. Zároveň představuje i určitý test, jak je naše lesnictví schopno zareagovat na hromadné extinkce některých domácích dřevin. Určité směry a poznatky z využití jejího potenciálu byly v ČR prezentovány v mnoha pracích (BERAN 1993; DOLEJSKÝ 2000; ŠINDELÁŘ, BERAN 2004; KANTOR 2008; PODRÁZSKÝ et al. 2009). Hodnocení nejstarších douglaskových proveniencí ploch založených v ČR nám dává ucelenější přehled o vývoji adaptabilních a růstových schopností dřeviny i jednotlivých proveniencí. Zároveň nám umožňuje vzhledem k věku hodnocení (58 let od výsadby) i spolehlivější porovnání s poznatky o vhodnosti využití jednotlivých původů v odlišných klimatických i stanovištních podmínkách.

Nejvíce rozsáhlých a podrobných informací o adaptaci DG na podmínky Evropy pochází z Německa. Plocha DG v Německu je podle výsledků inventarizace cca 217 600 ha, což odpovídá 2% podílu lesů na území Německa (BMEL 2014). Delší historii zde mají i četné pro-



**Obr. 8.** Dendrogram (NCSS 10.0.6) hierarchického shlukování vytvořený metodou neváženého průměru skupin dvojic s využitím euklidovských vzdáleností (plocha Horní Lhota)

**Fig. 8.** Dendrogram (NCSS 10.0.6) of hierarchical clustering used group average method (unweighted pair-group) and euclidean distances (trial Horní Lhota)



**Obr. 9.** Dendrogram (NCSS 10.0.6) hierarchického shlukování vytvořený metodou neváženého průměru skupin dvojic s využitím euklidovských vzdáleností (plocha Studená Loučka)

**Fig. 9.** Dendrogram (NCSS 10.0.6) of hierarchical clustering used group average method (unweighted pair-group) and euclidean distances (trial Studená Loučka)



venienční studie. Při nich byly zkoumány u proveniencí kvantitativní i kvalitativní vlastnosti a byly vyhodnocovány různé rizikové faktory. Bylo zjištěno, že varieta *glauca*, která je považována za odolnější k mrazu a suchu, je v oblastech ovlivněných přímořským klimatem výrazně ohroženější skotskou sypankou než varieta *viridis* (KLEINSCHMIT et al. 1974, 1991; RAU 1985; RUETZ 1989; KONNERT 2009; WELLER 2011, 2012). Varietu *glauca* se tedy doporučuje využívat v oblastech s výrazně kontinentálním podnebím (WOLF et al. 2007). Ze souhrnu hodnocení provenienčních ploch v Německu se jeví jako nejrychleji rostoucí pobřežní washingtonské provenience z poloostrova Olympic až po údolí Puget (RAU 2005). Dalšími oblastmi, s úspěšnou adaptací proveniencí v podmínkách Německa, jsou západní svahy Kaskádového pohoří až do výšky 600 metrů nad mořem (KLEINSCHMIT et al. 1991; WELLER 2011) a dobré výsledky jsou potvrzeny i u proveniencí z pobřežních hor Oregonu (WELLER 2011). Naopak provenience z ostrova Vancouver a od pobřeží do vnitrozemí Kanady (provincie Britská Kolumbie) mají tendenci k průměrnosti, jako slabě rostoucí je pak nutné vyhodnotit i provenience ze severní Kalifornie (KLEINSCHMIT et al. 1991; RAU 2005). Velmi aktuální, vzhledem k výraznému deficitu srážek v ČR, jsou i poznatky o vlivu půdní vlhkosti na růst douglasky. Nevhodné jsou pro DG, bez ohledu na provenienci, silně vlhké půdy, kde jí odumírají jemné kořinky. Na pozadí změn klimatu se jeví DG být určitou alternativou pro využití v kontinentálním klimatu, protože je dobře přizpůsobena suchému a teplému letnímu období (SPELLMANN et al. 2011; SUTMÖLLER et al. 2013).

DG má silnou sebediferenciaci, dlouhotrvající výškový růst a velmi vysoký růstový výkon (SPELLMANN 2004). Mezi různými lokalizačními faktory je pro výběr vhodných proveniencí rozhodující stupeň kontinentality. Růstové vlastnosti významně ovlivňuje i počet vysazených jedinců, resp. použitý spon. Při počáteční hustotě se zvyšuje celková výkonnost růstu, zatímco průměrné hodnoty, hustota přeslenů a tloušťka větví klesají (WELLER, SPELLMANN 2014). Intenzita prořezání má zase přímý vliv na stabilitu a kvalitu stromů (BERGEL 1986; SPELLMANN 2004). Akutní stres ze sucha spíše ovlivňuje výšku než tloušťkový přírůst (RAIS et al. 2014). Určitý vliv aktuálního srážkového deficitu lze doložit i našimi výsledky měření (2017), při porovnání s hodnotami z roku 2013. Za toto období se průměrná výška na obou plochách zvýšila pouze v rozmezí od 0,45 m do 0,95 m dle jednotlivých proveniencí. Při hodnocení 25 severoamerických a 1 domácí provenience DG na 6 plochách v Německu ve věku 58 let zjistili WELLER, JANSEN (2017), že nejlépe roste provenience Humptulips z Olympic Mts. ve státě Washington. Na námi hodnocených plochách se přímo nevyskytuje tato provenience, ale nejbližší zastoupené provenience 276 Tenino a 277 Pe Ell jsou hodnoceny na obou plochách jako mírně nadprůměrné. Autoři dále uvádějí, že kanadské provenience v pokusech vykazují víceméně podprůměrný růst, stejně jako zdroje z Washingtonu a Oregonu, z poloh nad 600 m nad mořem. Za posledních 20 let hodnocení byla zároveň prokázána jen malá změna pořadí jednotlivých proveniencí, co se týká výšek. Provenience kanadské mají i nejslabší tloušťkový přírůst. Při porovnání nejlépe rostoucích a nejslaběji rostoucích proveniencí existují zřetelné rozdíly v objemové produkci. Mezi provenience s největší objemovou produkcí patří washingtonská provenience Mineral, která byla vyhodnocena i jako provenience s nejlepší kvalitou kmene. K lokalitě této nadprůměrné provenience je v našem pokusu nejbližší provenience 275 Wind River, která na obou našich plochách je hodnocena jako provenience s největší porostní zásobou (580 a 552 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>). Dle tohoto parametru se jeví na hodnocených plochách tato provenience a celá okolní oblast přirozeného rozšíření jako perspektivní a dobře adaptabilní pro podmínky ČR.

Podle poznatků z metaanalýz, vycházejících z dat hodnocení růstu 2800 proveniencí na 120 evropských lokalitách, byl vypracován model reakce proveniencí na změny klimatu v západní a střední Evropě (ISAAC-RENTON et al. 2014). V modelu se nepodařilo předpovědět

lepší růstové předpoklady pobřežních proveniencí v kontinentálních klimatických podmínkách východní Evropy. Modelové projekce se zdají být vhodné při zvažování dodatečných informací, týkajících se adaptace proveniencí douglasky a jejich odolnosti k suchu a mrazu, a to i přesto, že model částečně selhává při validaci k růstovým vlastnostem. Klimatické trendy, pozorované v posledním období, tak odůvodňují a předpokládají určité změny v současném využívání proveniencí DG. Vzhledem k těmto hypotézám je vhodné uvažovat v ČR o testování určitých proveniencí ze severozápadní části Oregonu. Výsledky z šetření na uvedených plochách tomu částečně nasvědčují.

Výsledky hodnocení našich nejstarších provenienčních ploch korespondují s poznatky řady zahraničních autorů. V podmínkách Německa, kde se nejvíce osvědčují provenience z poloostrova Olympic (KLEINSCHMIT 1993), rostou vnitrozemské provenience z kanadské části areálu průměrně až silně podprůměrně. Produkční schopnosti oregonských proveniencí na plochách v Německu jsou srovnatelné s našimi domácími poznatky, zaznamenaná mortalita však je v ČR výrazně vyšší (BERAN 1995, 2014), což lze vysvětlit kontinentnějším klimatem. KLEINSCHMIT (2000) dále potvrzuje, že provenience ze západních svahů Kaskád mají velmi dobrou adaptabilitu, která se projevuje dobrým růstem v kombinaci s nižší mortalitou. BASTIEN et al. (2013) doporučuje v oblastech ovlivňovaných oceánem využívat pobřežní provenience DG, jinde spíše vnitrozemské, případně hybridní populace. KENK a EHRING (2004) zjistili při hodnocení série ploch z roku 1958, že dobré až velmi dobré výsledky jsou u proveniencí ze severních Kaskád, stejně jako z pobřežních hor Oregonu, většina ostatních proveniencí (kanadské či z jihu Kaskád) měla výsledky průměrné a horší. Zároveň poukazují na svou 40letou zkušenost, že pouze dlouhodobá sledování mohou přinést spolehlivé a relevantní výsledky. V Rakousku při hodnocení růstové produkce na pěti pokusných plochách ve věku 80–120 let (KRISTÖFEL 2008) byla zjištěna vysoká nadřazenost produkčních schopností DG ve srovnání se smrkem, bukem a zeravem obrovským. Vysoká produkční schopnost spolu s mizivým počtem biotického a abiotického poškození hovoří pro vyšší využití DG na vhodných místech. Z hlediska adaptace k podmínkám teplejšího klimatu sledovali reakci DG ve východním Rakousku SCHULTZE, RASCHKA (2002). V Nizozemí byla zpracována studie EILMANN et al. (2013) u dvou desítek proveniencí DG doporučených pro využití v Evropě při očekávaných změnách klimatu. Autoři ve studii potvrdili z hlediska produkce severojižní trend s tím, že s nižší zeměpisnou šířkou (od hranic Kanada/USA k jihu) rychlost růstu a produkční schopnosti klesají. Naopak s ohledem na srážky je trend naprosto opačný, nejjižnější provenience měly největší toleranci k suchu. Z toho vyplývá, že je obtížné najít provenience, které vyhovují oběma požadavkům. V dalších četných studiích (např. KÖNIG 2005; BASTIEN et al. 2013; ISAAC-RENTON et al. 2014) jsou doporučovány vhodné provenience a oblasti pro různé evropské země. V ČR je nutné kromě produkce a rychlosti růstu věnovat zvýšenou pozornost i přizpůsobení jednotlivých původů na stanovištní a klimatické podmínky vnitrozemského klimatu naší země. Tyto podmínky sledoval a na problematiku např. fyziologického sucha, pozdních mrazů či snížené vzdušné vlhkosti na růst DG upozorňoval již ŠTĀKA (1988). Douglasky pocházející z oblastí s kontinentálním podnebím jsou odolnější vůči poškození mrazem či jarnímu vytranspirování, jak uvádí MUSIL a HAMERNÍK (2007). Ovšem provenience z vnitrozemí, případně var. *glauca*, jsou všeobecně náchylnější k napadení švýcarskou či skotskou sypankou (KÖNIG 2005; PETKOVA et al. 2014). Porovnáním našeho hodnocení s vyhodnocením provenienčních ploch v zahraničí je zřejmé, že naše výsledky se nejvíce blíží údajům získaným v Německu, proto byla informacím a zkušenostem z této země věnována největší pozornost. I z těchto srovnání však vyplývá, že nelze automaticky přejímat poznatky provenienčního výzkumu ze sousedních zemí, zvláště při odlišných klimatických podmínkách.

## ZÁVĚR

Provenienční výzkum DG je stejně jako u většiny dalších druhů lesních dřevin spojen s dlouhodobým sledováním a získáváním informací směřujících k optimalizaci využití těchto dřevin v podmínkách kontinentální Evropy. Význam těchto dlouhodobých ploch stoupá zvláště nyní, kdy se jedná v nižších vegetačních stupních o možnosti určité náhrady či doplnění produkčních schopností smrku ztepilého.

Výsledky provenienčních pokusů v ČR potvrzují velkou proměnlivost DG v růstu, ve fenotypových znacích i v odolnosti ke klimatickým faktorům. A to často i u proveniencí pocházejících ze stejných oblastí a semenných zón. Jedním z nejvýraznějších příkladů je testovaná provenience 114 Nanaimo, která na lokalitě Horní Lhota je vyhodnocena jako provenience s nejlepšími průměrnými hodnotami. Přitom na ploše Studená Loučka, která je vzdálená vzdušnou čarou cca 100 km, je tato provenience naopak hodnocena jako nejhorší.

Na základě našich hodnocení doplněných i o poznatky z okolních zemí je zřejmé, že největší adaptabilitu vykazují provenience z pobřežních oblastí a západních svahů severní části Kaskádového pohoří ve státě Washington. Provenience z okrajového spektra přirozeného rozšíření (vnitrozemí Britské Kolumbie či jihu Oregonu) se na základě hodnocení a praktických zkušeností nedoporučuje využívat. Důvodem je především vysoká mortalita oregonských proveniencí z jejížnějšího areálu a opakované poškozování pozdními mrazy.

Z hlediska zdravotního stavu lze konstatovat, že na obou plochách nebylo ve sledovaném období 2015/2018 zjištěno žádné výraznější zhoršení zdravotního stavu abiotickými činiteli. Z biotických pak jediným významnějším problémem zůstává napadení určitého množství jedinců sypavkami. Z hlediska tvárnosti kmene a hustoty jednotlivých přeslenů je patrná přímá korelace mezi rychlostí růstu jedince a hustotou zápoje, resp. použitým sponem. Na ploše 254 – Studená Loučka, kde byl použit hustější spon a DG pomaleji přirůstá, je pak tvárnost kmene lepší a stromy se vyznačují slabší tloušťkou větví.

Provenience 389 Oak Ridge je objemovou produkcí druhá nejlepší na ploše Studená Loučka a je nadprůměrná i na ploše Horní Lhota. Vzhledem ke stávajícím klimatickým změnám bude velmi vhodné se v blízkém období zaměřit i na ověření možnosti využití douglasky tisolisté var. *glauca*. Tato varieta se sice vyznačuje slabším růstem, ale z hlediska odolnosti k suchu a klimatickým podmínkám (lépe snáší drsnější klima, což je dáno jejím areálem výskytu) se jeví jako možná alternativa pro některé polohy.

### Poděkování:

Příspěvek vznikl jako součást řešení výzkumného projektu NAZV QJ1520299 „Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR“ a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0118.

## LITERATURA

- BASTIEN J.-C., SANCHEZ L., MICHAUD D. 2013. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In: Pâques, L.E. (ed.): Forest tree breeding in Europe. Current state-of-the-art and perspectives. Dordrecht, Springer: 325–369. Managing Forest Ecosystems, v. 25.
- BERAN F. 1993. Fenotypová proměnlivost a růst douglasky tisolisté na školním poli Hůrka (SLŠ Písek). Zprávy lesnického výzkumu, 38 (3): 5–15.
- BERAN F. 1995. Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČR. Zprávy lesnického výzkumu, 40 (3-4): 7–13.
- BERAN F. 2014. Douglaska tisolisté v ČR – biologie, genetika, provenienční výzkum. In: Slodičák M. et al.: Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 34.
- BERGEL D. 1971. Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 142: 247–256.
- BERGEL D. 1986. Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 157: 49–59.
- BMEL. 2014. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur, 2014. Dostupné na/Available on: <http://www.bundeswaldinventur.de/service/infografiken>
- DOLEJSKÝ V. 2000. Najde douglaska větší uplatnění v našich lesích? Lesnická práce, 79 (11): 492–494.
- EILMANN B., VRIES S.M.G. DE, OUDEN J. DEN, MOHREN G.M.J., SAUREN P., SASS-KLAASSEN U. 2013. Origin matters! Difference in drought tolerance and productivity of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)) provenances. Forest Ecology and Management, 302: 133–143. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.03.031
- HERMAN R.K., LAVENDER D.P. 1990. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In: Silvics of North America. Volume 1. Conifers. Washington, D.C., USDA Forest Service: 675 s. Agriculture Handbook 654.
- HOFMAN J., VACKOVÁ M., HEGER B. 1964. Zpráva o prvních provenienčních pokusech s douglaskou tisolistou v ČSSR. Acta musei Silesiae, Opava, CIII: 43–50.
- ISAAC-RENTON M.G., ROBERTS D., HAMANN A., SPIECKER H. 2014. Douglas-fir plantations in Europe: a retrospective test of assisted migration to address climate change. Global Change Biology, 20: 2607–2617.
- KANTOR P. 2008. Production potential of Douglas fir at mesotrophic sites of Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 54 (7): 321–332.
- KENK G., EHRLING A. 2004. Variation in Herkunftsversuchen. Veränderungen in der Höhenwuchsleistung (h200) beim Internationalen Douglasien-Provenienzversuch 1958 in Baden-Württemberg. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, 54: 79–89.
- KLEINSCHMIT J., RACZ J., WEISGERBER H., DIETZE W., DIETERICH H., DIMPFLMEIER R. 1974. Ergebnisse aus dem internationalen Douglasien-Herkunftsversuch von 1970 in der Bundesrepublik Deutschland. Silvae Genetica, 23: 167–176.
- KLEINSCHMIT, J., SVOLBA J., WEISGERBER H., RAU H.-M., DIMPFLMEIER H., RUETZ W. 1991. Ergebnisse des IUFRO-Douglasien-Herkunftsversuches in West-Deutschland im Alter 20. Forst und Holz, 46: 238–241.
- KLEINSCHMIT J. 1993. Erste Teilergebnisse aus Hassen über den Internationalen Douglasien-Provenienzversuch der IUFRO. Allgemeine Forstzeitschrift, 36: 476–477.
- KLEINSCHMIT J. 2000. Mit der Douglasie in die Zukunft. Forst und Holz, 22: 713–715.
- KÖNIG A.O. 2005. Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation. In: Geburek T., Turok J. (eds.): Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Zvolen, Arbora Publishers: 275–333.
- KONNERT M. 2009. Genetische Aspekte und Herkunftsfragen bei der Douglasie. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, 43: 28–32.
- KRISTÖFEL F. 2008. 120 Jahre ertragskundliche Versuche mit Douglasie. BFW-Praxisinformation, 16: 14–16.

- MUNGER T.T., MORRIS W.G. 1936. Growth of Douglas-fir trees of known seed source. Washington, D. C., USDA, Technical Bulletin, 537: 40 s.
- MUSIL I., HAMERNÍK A. 2007. Jehličnaté dřeviny. Přehled nahosemenných i výtrusných dřevin. Lesnická dendrologie 1. Praha, Academia: 352 s.
- NCSS10 Statistical Software 2015. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. Dostupné na/Available on: [www.ncss.com/software/ncss](http://www.ncss.com/software/ncss).
- NOVÁK J., KACÁLEK D., PODRÁZSKÝ V., ŠIMERDA L. et al. 2018. Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 216 s.
- PETKOVA K., GEORGIEVA M., UZUNOV M. 2014. Investigation of Douglas-fir provenance test in North-Western Bulgaria at the age of 24 years. Journal of Forest Science, 60 (7): 288–296.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., HART V., TAUCHMAN P. 2009. Douglaska a její pěstování – test českého lesnictví. Lesnická práce, 88 (6): 28–30.
- RAIS A., KUILEN J.-W.G. VAN DE, PRETZSCH H. 2014. Growth reaction pattern of tree height, diameter and volume of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) under acute drought stress in Southern Germany. European Journal of Forest Research, 133: 1043–1056. DOI: 10.1007/s10342-014-0821-7
- RAU H.-M. 1985. Der Douglasien-Provenienzversuch von 1958 in Hessen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 156: 72–79.
- RAU H.-M. 2005. Der Internationale Douglasien-Provenienzversuch in Hessen. Ergebnisse bis zum Alter 27. Forst und Holz, 60: 291–294.
- RUETZ W. 1989. Provenienzforschung bei der Douglasie. Allgemeine Forstzeitschrift, 43: 563–565.
- SCHULTZE V., RASCHKA H.-D. 2002. Douglasienherkünfte für den „Sommerwarmen Osten“ Österreichs. Ergebnisse aus Douglasien-Herkunftsversuchen des Institutes für Forstgenetik FBVA-Wien. FBVA-Berichte, 126: 95 s.
- ŠLODIČÁK M., NOVÁK J., MAUER O., PODRÁZSKÝ V. et al. 2014. Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 272 s.
- SPELLMANN H. 2004. Ursachen-Wirkungs-Beziehungen am Beispiel der Douglasie, waldwachstumskundliche Entscheidungshilfen für Waldbewirtschaftung und Forstplanung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 175: 142–150.
- SPELLMANN H., ALBERT M., SCHMIDT M., SUTMÖLLER J., OVERBECK M. 2011. Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. AFZ/Der Wald, 66 (11): 19–23.
- SUTMÖLLER J., AHRENDTS B., SCHMIDT M., ALBERT M., FLECK S., PLAŠIL P., HANSEN J., OVERBECK M., NAGEL R., EVERS J., SPELLMANN H., MEESENBURG H. 2013. Klimafolgenstudie 2012: Forstwirtschaft. Untersuchungen zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 8: 150 s.
- ŠIKA A., HEGER B. 1972. Vyhodnocení prvních provenienčních pokusů s douglaskou tisolistou v českých zemích. Práce VÚLHM, 41: 105–121
- ŠIKA A., VINŠ B. 1978. Růst douglasky v ČSR. Závěrečná zpráva, dílčí výzkumný úkol šlechtění douglasky. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 62 s.
- ŠIKA A. 1982. Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČSR. Práce VÚLHM, 60: 7–25.
- ŠIKA A. 1983. Zhodnocení vybraných proveniencí douglasky v ČSR. Dílčí závěrečná zpráva. Jíloviště – Strnady, VÚLHM: 51s.
- ŠIKA A. 1988. Zhodnocení výzkumných provenienčních ploch s douglaskou tisolistou. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 65 s.
- ŠINDELÁŘ J., BERAN F. 2004. K některým aktuálním problémům pěstování douglasky tisolisté (orientační studie). Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 34 s. Lesnický průvodce 3/2004.
- ŮHŮL. 2018. Datový katalog informací. Informace o stavu lesa a myslivosti v ČR k 31. 12. 2017 [online] Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [cit. 2018-09-15]. Dostupné na/Available on: <http://www.uhul.cz/mapy-a-data/katalog-datovych-informaci>.
- WELLER A. 2011. Prüfung der Anbaueignung von 38 autochthonen bzw. nichtautochthonen Douglasienherkünften (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) in Bezug auf ihre Wuchsleistung und qualitative Entwicklung. Ergebnisse einer waldwachstumskundlichen Auswertung langfristig beobachteter Versuchsflächen der II. Internationalen Douglasien-Provenienzversuchsserie von 1961 in Nordwestdeutschland. Göttingen, Cuvillier: 274 s.
- WELLER A. 2012. Douglasien-Provenienzversuch von 1961 in Nordwestdeutschland: Ergebnisse nach 38 Jahren. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 163: 105–114.
- WELLER A., SPELLMANN H. 2014. Wachstum der Douglasie abhängig von Ausgangspflanzenzahl und Pflanzverband. Forstarchiv, 85: 3–15.
- WELLER A., JANSEN M. 2017. Internationale Douglasien-Provenienzversuchsserie von 1961: Vergleich ausgewählter Herkünfte auf Basis von Oberhöhenleistung und Rangveränderungen bis Alter 58 Jahre. Forstarchiv, 88 (1): 3–16.
- WOLF H., GEROLD D., BACH C. 2007. Ergebnisse des Internationalen Provenienzversuches von 1958 und des IUFRO-Provenienzversuches von 1970. Kolloquium Staatsbetrieb Sachsenforst am 13. März 2007. Autoren-Manuskript: 19 s.

## EVALUATION OF THE OLDEST DOUGLAS-FIR PROVENANCE EXPERIMENTS IN THE CZECH REPUBLIC

### SUMMARY

Douglas-fir is the most important introduced tree species in the Czech Republic. According to the inventory in 2017, it is present within the area larger than 6 160 ha. Regarding current disastrous dying of domestic tree species, Douglas-fir could be applied as a partial substitute for Norway spruce. There is, however, a very limited possibility to get viable seed from domestic sources; which means that Czech forestry has to import reproductive material from abroad. Given the extensive area of Douglas-fir's distribution in its North American natural range, the question of appropriate provenance use is of great importance in the Czech Republic. There have been established several Douglas-fir research trials. The evaluation of the two oldest provenances is the objective of this study.

Both experiments, (i) Studená Loučka and (ii) Horní Lhota, were established in 1959 on the area of 1 ha each. These trials are located in the 4<sup>th</sup> – beech forest vegetation zone, on fertile sites of middle altitudes. Both research trials are about 100 km apart. Within the Horní Lhota experiment, 11 provenances were planted, in spacing 3 m × 3 m. Two provenances were of British Columbia (Canada), five provenances of Washington (USA), and four provenances of Oregon (USA) origins. Within the Studená Loučka experiment, 9 identical provenances in spacing 2 m × 2 m were planted; two Oregon provenances were not available. Both experiments were measured at the age of 58 years. Within the Horní Lhota experiment, 307 trees were found, which represents 28% of initial number, whereas 278 surviving trees, i.e. 15% of initially planted individuals were found in Studená Loučka. Both quantitative and qualitative characteristics were evaluated on both trials. As for quantitative characteristics, height and DBH growth were measured. Then, average value of volume production was calculated for each tree of all provenances present. On the base of obtained results of growth variables, the volume production was calculated, together with growing stock per 1 ha of individual provenances. Regarding the qualitative characteristics, the health, stem form, thickness of branches, whorls' distance and type of the bark were assessed. Mentioned characteristics were assessed according to the same classification scale on both plots. Based on our database, a development of number of trees was also investigated.

Average height 27.6 m was registered on the provenance trial Horní Lhota in the spring 2017. Differences between individual provenances were found as less significant. A little lower average height 24.7 m was found on the trial Studená Loučka, where intervals between individual provenances were from 20 m to 26.5 m. Also average DBH was found higher on Horní Lhota, compared to Studená Loučka. Average standing volume 424 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> was determined on the trial Horní Lhota, and 358 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> on the trial Studená Loučka. The most suitable provenance for the given site seemed to be Wind River (Washington) with growing stand stock 546 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> in Horní Lhota and 580 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> in Studená Loučka.

It is also confirmed that a thinner planting spacing (trial Horní Lhota) lead to formation of thicker and longer branches and also showed poor self-pruning. Oregon provenances were slightly above the average, on Horní Lhota, which is not obvious on the other Czech provenance trials. The most suitable provenances for the trial Studená Loučka were those of Washington origin. Canadian provenance Nr. 114 Nanaimo was found unsuitable in the Czech Republic conditions. This provenance showed the greatest values of height and DBH on Horní Lhota, but on the trial Studená Loučka this provenance failed. Besides that, this provenance had the highest mortality on both trials. The results found on these both trials Horní Lhota and Studená Loučka are comparable with the findings from neighbouring countries, especially in continental climate conditions.

*Zasláno/Received: 29. 12. 2018*

*Přijato do tisku/Accepted: 08. 02. 2019*