

VÝSLEDKY PROVENIENČNÍHO POKUSU SE SMRKEM ZTEPILÝM NA STŘEDNÍ MORAVĚ VE VĚKU 35 LET

RESULTS OF PROVENANCE TRIAL WITH NORWAY SPRUCE IN CENTRAL MORAVIA AT THE AGE OF 35 YEARS

MARTIN FULÍN ✉ - PETR NOVOTNÝ - JAROSLAV DOSTÁL - JIŘÍ ČÁP

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

✉ e-mail: fulin@vulhm.cz

ABSTRACT

The lack of high-quality local reproductive material, which makes it impossible to reforest large clearings after the calamity, results in the search for other suitable sources. Extensive testing of the spruce provenances in various conditions started as early as in 1960s and lasts until today. The presented study is focused on research plots from the series 1984/86–1990 with the Norway spruce's progenies of certified units of category IIA taken within the whole territory of the Czech Republic. On two selected research plots Úsov and Jedovnice evaluation of both quantitative (tree height, DBH) and qualitative traits (stem form, stem damage, defoliation and health state) was performed. Measured provenances in young middle age growing in the conditions with a lack of precipitation showed initial growth and morphological differentiation. The highest growing stock as for the Úsov plot was achieved by provenance 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2, and in the Jedovnice plot it was provenance 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva. Low defoliation and overall good health state on both plots indicate resistance to external abiotic and biotic factors. In both research plots it was possible to define sets of above-average, average and below-average evaluated provenances. In summary, provenances originated from the Vysočina, Jeseníky and Beskydy mountains thrived in both plots.

[For more information see the Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: *Picea abies*; růst; fenotypové hodnocení; přírodní lesní oblast; semenářská oblast; dlouhodobý výzkum

Key words: *Picea abies*; growth; phenotypic evaluation; nature forest region; seed zone; long-term research

ÚVOD

Zastoupení smrku ztepilého v lesních porostech ČR v důsledku současné kalamity klesá, nicméně tento druh i nadále zůstane jednou z hlavních hospodářských dřevin. Postupné ubývání donorových jedinců, resp. snížení možnosti sběru kvalitního osiva či částí rostlin bude napříč republikou znemožňovat vypěstování dostatečného počtu sazenic vhodných pro umělou obnovu. V takových situacích je potřebné zvýšit úsilí zaměřené na vyhledávání a uznávání stromů či porostů jakožto zdrojů sloužících k napěstování materiálu pro konkrétní přírodní lesní oblasti (PLO), reprezentující území s obdobnými geologickými, klimatickými, orografickými a fyto geograficko typologickými poměry, v jejichž rámci je umožněn horizontální přenos reprodukčního materiálu lesních dřevin. V širším kontextu připadá v úvahu myšlenka návratu ke slučování sousedních PLO do tzv. semenářských oblastí (SO), kterých bylo v ČR v minulosti (např. vyhláška č. 82/1996 Sb.) pro smrk ztepilý vymezeno osm. I při vzniku rozsáhlých holin tedy existují potenciální způsoby, jak zajistit obnovu kvalitním sadebním

materiálem. V případě nedostatku místního reprodukčního materiálu lesních dřevin (RMLD) v rámci dané PLO (relativní zachování dílčích populací dřevin) by bylo možné připustit horizontální přenos v SO. V současné době je přenos RMLD mimořádně rozvolněn v rozsahu vydaného opatření obecné povahy (do konce roku 2022).

Problematika rajonizace nebyla od nástupu využívání umělé obnovy v 16. století až do začátku 20. století nijak řešena, a proto postupně docházelo k promíchávání RMLD z různých populací. Do dnešní doby se tak dochovaly pouze lokální zbytky původních populací (zejména v důsledku pozdějších kalamit). Osivo bylo v některých případech dováženo i ze zahraničí a pěstováno na lesních majetcích společně s místní sortou, přičemž u dospělých stromů docházelo k vzájemnému křížení. Vzniklé porosty v některých případech neposkytovaly kvalitní sortimenty, příp. je dokonce poškozovali abiotičtí činitelé. Proto se začalo uvažovat o stanovení oblastí vhodných pro vzájemný přenos reprodukčního materiálu lesních dřevin. Rajonizací se u nás zabýval již v roce 1927 G. Vincent (NOVOTNÝ et al. 2019),

což však není z hlediska dosahovaného věku dřevin příliš dlouhá doba. Legislativně byla rajonizační pravidla zakotvena až v roce 1940 (PAŘÍZEK 2019). Návrhy rajonizace RMLD byly postupně upravovány (v pozdější době např. HÝNEK 2000; ŠINDELÁŘ et al. 2008; NOVOTNÝ, FRÝDL 2009). Současná pravidla obsažená ve vyhlášce č. 139/2004 Sb. jsou aktuálně nahrazena výše zmíněným opatřením obecné povahy, současně však tato vyhláška prochází novelizační procedurou.

Z hlediska rajonizace je žádoucí disponovat znalostí o regionální původnosti dřevin. V případě smrku lze informace čerpat například z publikace NOŽIČKY (1972), který z dostupných archivních podkladů postupně určil lokality s pravděpodobně původními smrkovými porosty, příp. stromy. Jinou možností, jak odhadnout původnost smrku, je posoudit jeho morfologické charakteristiky (např. SAMEK 1964; ROUDNÁ 1972; SCHMIDT-VOGT 1986; GEBUREK et al. 2008; GÖMÖRY et al. 2010). K rozlišení horizontálně (smrk krušnohorský, šumavský, beskydský apod.) či vertikálně členěných (chlumní, vrchovinný, horský, vysokohorský) místních populací (ekotypů) lze využít specifické znaky. V současné době jsou k dispozici i stále dokonalejší moderní metody založené na analýzách DNA (např. SCHUELER et al. 2013; ČÁP et al. 2017).

Pro hodnocení vlastností různých proveniencí dřevin v konkrétním prostředí je však potřeba zakládat a vyhodnocovat provenienční pokusy (PACALAJ et al. 2002; ULBRICHOVÁ et al. 2015; NOVOTNÝ et al. 2020), které dávají reálnou odpověď na otázku vhodného přenosu RMLD. S měnicími se klimatickými podmínkami a zvyšující se hrozbou rozpadu lesa se provenienční výzkum stává podpůrnou součástí dlouhodobých strategií v lesním hospodářství (např. MZe 2020).

Cílem této práce je posoudit ve věku 35 let proměnlivost růstu, fenotypových charakteristik a zdravotního stavu souboru proveniencí smrku ztepilého, ověřovaných na výzkumných plochách Jedovnice a Úsov. Výsledky umožňují získat přehled o chování potomstev v experimentálních podmínkách a výběr potenciálně vhodného zdrojového materiálu pro možnost vypěstování kvalitních porostů ve stanovištně blíž-

kých poměrech, kde přetrvává zájem na udržení smrku ztepilého jako jedné z dřevin přirozené skladby.

MATERIÁL A METODIKA

Semenný rok smrku ztepilého (1981) byl využit ke sběru šišek z celkem 53 uznaných porostů kategorie IIA (tab. 1), které byly v daných podmínkách považovány za nejkvalitnější. Z vypěstovaného materiálu založil Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště-Strnady v letech 1986–1990 sérii 23 výzkumných ploch. Na každou z nich připadlo z důvodu omezeného počtu disponibilních sazenic pouze 49 proveniencí (z celkového souboru 53 jednotek vždy některé čtyři chybějí). Výzkumné plochy o velikosti 1,96 ha byly založeny systémem dvojité mříže (7 × 7 potomstev) se čtyřmi opakováními. Na celkem 196 parcelách o rozměrech 10 m × 10 m bylo ve sponu 2 m × 1 m vysazeno po 50 jedincích, tj. 200 od každé provenience. Podrobnosti o založení pokusu viz např. VANČURA, VINŠ (1990) nebo ŠINDELÁŘ et al. (2003, 2008). Údaje o průměrných ročních srážkových úhrnech a průměrných ročních teplotách (období 1981–2010) uváděné v textu a v tabulce 1 byly převzaty z mapového portálu www.klimatickazmena.cz. K posouzení vhodnosti podmínek pro růst vegetace byly vypočteny hodnoty Langova dešťového faktoru *df*.

První z měřených výzkumných ploch, č. 265 – Úsov, Bradlo, byla založena v roce 1987 tříletými sazenicemi (1 + 2) vypěstovanými ve školce Artmanov (Město Albrechtice). Průměrná roční teplota na ploše dosahuje 8,0 °C, roční úhrn srážek 625 mm, lokalita má západní expozici s mírným sklonem (do 5 %) a nadmořskou výšku 490–520 m n. m. Podloží tvoří dvojslídlná rula, půdním typem je kambizem. Plocha spadá do lesního typu 4K6 – kyselá bučina borůvková. Druhá výzkumná plocha, č. 272 – Jedovnice, Křtiny, byla založena v roce 1988 čtyřletými sazenicemi (1 + 3) vypěstovanými ve školce Budišov (Valašské Meziříčí). Průměrná roční teplota je zde nižší (7,5 °C), roční úhrn srážek činí 625 mm. Svah má severozápadní expozici s mírným

Tab. 1.

Přehled a charakteristika ověřovaných proveniencí
Overview and characteristics of verified provenances

Provenience/Provenance		Přírodní lesní oblast/Nature forest region	Bývalá semenářská oblast/Former seed zone	Nadmořská výška (m n. m.)/Altitude (m a.s.l.)	Lesní vegetační stupeň/Forest vegetation zone	Severní zeměpisná šířka/Latitude N (°)	Východní zeměpisná délka/Longitude E (°)	Roční úhrn srážek/Annual sum of precipitation** (mm)	Průměrná roční teplota/Average annual temperature** (°C)	Langův dešťový faktor/Lang's Rain Factor	Oblast/Zone***
1	Rožmitál pod Třemšínem, Hutě pod Třemšínem	7	II	460	3	49,59	13,79	750	7,5	100,0	IV
2	Vlašim, Mladá Vožice	16	IV	460	3	49,53	14,83	625	8,5	73,5	III
3	Vysoký Chlumec, Veletín	10	II	660	5	49,55	14,47	675	6,5	103,8	V
4	Milevsko, Milevsko	10	II	670	5	49,44	14,35	625	7,5	83,3	IV
5	Český Krumlov, Vltava	12	III	780	6	48,85	14,30	625	8,5	73,5	III
6	Český Rudolec, Kunžak	16	IV	720	6	49,11	15,19	750	7,5	100,0	IV
7	Pelhřimov, Častrov	16	IV	700	6	49,31	15,19	750	7,5	100,0	IV
8	Pelhřimov, Pacov	16	IV	600	5	49,47	15,01	675	7,5	90,0	IV
9	Nové Hradky, Černé Údolí	9	II	850	6	48,69	14,67	900	7,5	120,0	V

Tab. 1. – PokračováníPřehled a charakteristika ověřovaných proveniencí
Overview and characteristics of verified provenances

10	Kaplice, Pohorská Ves	10	II	800	6	48,67	14,64	900	6,5	138,5	V
11	Prachatice, Zátoň	13	III	900	7	48,94	13,80	900	6,5	138,5	V
12	Prachatice, České Žleby	13	III	880	6	48,88	13,77	900	5,5	163,6	V
13	Prachatice, Boubín	13	III	1010	7	48,98	13,81	1100	4,0	275,0	V
14	Vimperk, Strážný	13	III	920	7	48,91	13,70	900	5,5	163,6	V
15	Vyšší Brod, Vítkův kámen	13	III	860	6	48,64	14,10	1100	5,5	200,0	V
16	Domažlice, Výhledy	11	III	600	5	49,41	12,80	900	7,5	120,0	V
17	Kašperské Hory, Rejštejn	13	III	940	7	49,13	13,51	900	7,5	120,0	V
18	Kašperské Hory, Svatobor	12	III	740	6	49,23	13,48	900	7,5	120,0	V
19	Nýrsko, Královský hvozd	13	III	700	5	49,20	13,17	1200	7,5	160,0	V
20	Nýrsko, Liščí	11	III	600	5	49,31	13,05	900	8,5	105,9	V
21	Planá, Kamenec	11	III	710	6	49,95	12,58	750	7,5	100,0	IV
22	Teplá, Podhora	3	II	700	5	49,96	12,80	750	6,5	115,4	V
23	Rumburk, Jedlová	19	IV	550	4	50,85	14,56	850	7,0	121,4	V
24	Broumov, Adršpach	24	V	660	5	50,61	16,11	850	6,5	130,8	V
25	Lanškroun, Damníkov	31	IV	490	3	49,88	16,52	750	7,5	100,0	IV
26	Ledeč nad Sázavou, Orlovy	16	IV	600	5	49,58	15,40	750	7,5	100,0	IV
27	Nasavrky, Lány-Kameničky	16	IV	700	6	49,80	15,79	850	7,5	113,3	V
28	Opočno, Deštné v Orlických horách	25	VII	850	6	50,30	16,36	1000	5,5	181,8	V
29	Polička, Vysoký Les	31	IV	500	3	49,75	16,29	750	7,5	100,0	IV
30	Přibyslav, Polná	16	IV	640	5	49,47	15,71	675	7,5	90,0	IV
31	Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice	25	VII	800	6	50,24	16,41	1100	5,5	200,0	V
32	Rychnov nad Kněžnou, Říčky	25	VII	840	6	50,20	16,46	1100	5,5	200,0	V
33	Svitavy, Boršov	31	IV	460	3	49,74	16,59	700	7,5	93,3	IV
34	Vysoké Chvojno, Vysoké Chvojno	17	---	320	1	50,10	15,97	625	8,5	73,5	III
35	Brumov-Bylnice, Valašské Klobouky	38	VIII	380	2	49,13	18,03	900	8,5	105,9	V
36	Bystřice pod Hostýnem, Rajnochovice	41	VIII	660	5	49,41	17,81	900	7,5	120,0	V
37	Jihlava, Štoky	16	IV	640	5	49,50	15,59	675	7,5	90,0	IV
38	Nové Město na Moravě, Cikháj	16	IV	730	6	49,64	15,97	850	6,5	130,8	V
39	Nové Město na Moravě, Herálec	16	IV	750	6	49,68	16,00	850	6,5	130,8	V
40	Telč, Řásná	16	IV	670	5	49,22	15,38	750	6,5	115,4	V
41	Telč, Horní Dubenky	16	IV	700	5	49,25	15,32	750	6,5	115,4	V
42	Bruntál, Moravský Beroun	29	VII	680	5	49,82	17,44	750	7,0	107,1	V
43	Frýdek-Místek, Morávka	40	VIII	720	6	49,58	18,53	1100	7,5	146,7	V
44	Hanušovice, Františkov	27	VII	820	6	50,13	17,01	900	6,5	138,5	V
45	Janovice, Karlov pod Pradědem 1	27	VII	1100	8	49,96	17,23	900	6,5	138,5	V
46	Janovice, Karlov pod Pradědem 2	27	VII	800	6	49,96	17,23	900	6,5	138,5	V
47	Javorník, Nýznerov	27	VII	800	6	50,28	17,07	900	7,0	128,6	V
48	Karlovice, Karlovice	27	VII	650	5	50,10	17,44	750	7,5	100,0	IV
49	Ostravice, Staré Hamry	40	VIII	720	6	49,47	18,44	1100	7,5	146,7	V
50	Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva	40	VIII	680	5	49,42	18,31	1100	7,5	146,7	V
51	Velké Karlovice, Malé Karlovice	41	VIII	700	5	49,34	18,32	1100	6,5	169,2	V
52	Vítkov, Skřipov	29	VII	430	3	49,81	17,91	750	7,5	100,0	IV
53	Vsetín, Pozděchov	41	VIII	460	3	49,22	17,96	900	7,5	120,0	V

* Semenářská oblast není vymezena/Seed zone was not defined

** Průměrné údaje ročních úhrnů srážek a průměrných teplot za období 1981–2010 jsou převzaty z mapového portálu www.klimatickazmena.cz/The average data of annual precipitation sums and temperatures for the period 1981–2010 are taken from the map portal www.klimatickazmena.cz

*** Oblasti dle MÍNÁŘE (1948) ex PETRÍK et al. (1986): III – přechodná, IV – vlhká, V – velmi vlhká/Zones according to MÍNÁŘ (1948) ex PETRÍK et al. (1986): III – transient, IV – moist, V – very moist

sklonem (do 2 %), nadmořská výška dosahuje 540 m n. m. Podloží je tvořeno kulmskou drobou, půdním typem je kambizem, lesním typem bohatá bučina mařinková (4B1).

Obě výzkumné plochy byly měřeny v roce 2019 ve věku 35 let, kdy byly hodnoceny kvantitativní a kvalitativní ukazatele, charakterizující především objemovou produkci a odolnost proveniencí k abiotickým škodlivým vlivům. Z biometrických znaků byly měřeny výšky stromů pomocí ultrazvukového výškoměru VERTEX III (přesnost 0,1 m) a výčetní tloušťky dvojnásobným kolmým měřením milimetrovou průměrkou (0,1 cm). Na základě výsledků měření výšek a $d_{1,3}$ byly s využitím objemové rovnice (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) vypočteny objemy kmene (s. k.). Kvalitativní charakteristiky byly hodnoceny podle příslušných ordinačních stupnic (tab. 2). Indexy kvalitativních znaků představují průměrné hodnoty z číselných označení klasifikačních tříd.

Na obou výzkumných plochách nebylo průzkumovou analýzou (NCSS 10.0.6) zjištěno porušení normality dat, a proto byla v návaznosti provedena jednofaktorová ANOVA, resp. v případech zamítnutí nulové hypotézy Tuckeyho–Kramerův test mnohonásobného porovnání. Pro možnost využití vícerozměrné analýzy PCA (PAST 2.07) byly proveniencence seskupeny podle jejich příslušnosti k přírodním lesním oblastem, lesním vegetačním stupňům a bývalým semenářským oblastem. Před výpočty PCA byla s ohledem na rozdílnost jednotek vstupních veličin data dostatečně variabilních znaků redukována na jejich střední hodnoty a škálována pomocí Z-skóre.

Tab. 2.

Stupnice hodnocení kvalitativních ukazatelů
Scale for evaluating qualitative indicators

Tvárnost kmene/Stem shape:

- 1 – kmen zcela rovný/Stem completely straight
- 2 – 1× slabě prohnutý/Once slightly bent
- 3 – 1× silně prohnutý/Once strongly bent
- 4 – slabě esovitý/Slightly sigmoid
- 5 – silně esovitý/Strongly sigmoid

Poškození kmene/Stem damage:

- 1 – bez poškození/without damage
- 2 – poškození pouze ve vrcholové části/Damage only in the top part
- 3 – vícenásobný zlom, dobře zhojený/Multiple break, well healed
- 4 – vícenásobný zlom, špatně zhojený/Multiple break, badly healed
- 5 – poškození ve spodní části kmene (mechanicky, houbou atd.)/
Damage in the lower part of stem (mechanically, by sponge, etc.)

Defoliace/Defoliation:

0–100 % (odstup po 20 %)/ 0–100% (20% distance)

Zdravotní stav/Health condition:

- 1 – výborný/Excellent
- 2 – dobrý (mírné známky poškození)/Good (slight signs of damage)
- 3 – zhoršený (výrazné známky poškození)/
Worse (significant signs of damage)
- 4 – odumírající strom/dying tree
- 5 – odumřelý/suchý strom/dead/dry tree

VÝSLEDKY

Na výzkumné ploše Úsov (tab. 3) bylo zjištěno nejvíce rostoucích stromů u proveniencí 52 – Vítkov, Skřipov a 40 – Telč, Řásná (shodně 93 ks), dále 21 – Planá, Kamenec (92 ks), 26 – Ledec nad Sázavou, Orlovy a 8 – Pelhřimov, Pacov (obě 91 ks). Nejmenší počty byly zaznamenány u proveniencí 11 – Prachatice, Zátoň (54 ks), 36 – Bystrice pod Hostýnem, Rajnochovice (62 ks) a 47 – Javorník, Nýznerov (66 ks). Průměrně připadalo na každou provenienci 80 smrků. Na lokalitě Jedovnice (tab. 4) byly nejvyšší počty stromů nižší: 5 – Český Krumlov, Vltava (84 ks), 21 – Planá, Kamenec (83 ks), 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (82 ks). Počty jedinců u proveniencí s nejvyšší mortalitou, tj. 3 – Vysoký Chlumec, Veletín (50 ks), 2 – Vlašim, Mladá Vožice, 18 – Kašperské Hory, Svatobor (obě 51 ks), 9 – Nové Hrady, Černé Údolí, 16 – Domažlice, Výhledy a 19 – Nýrsko, Královský hvozd (shodně 53 ks), však byly u obou ploch podobné. Na lokalitě Jedovnice připadalo na každou provenienci průměrně 69 smrků.

Medián výšek stromů byl na ploše Úsov (obr. 1) nejvyšší u proveniencí 53 – Vsetín, Pozdětchov (17,9 m), 43 – Frýdek-Místek, Morávka (17,3 m), 24 – Broumov, Adršpach, 26 – Ledec nad Sázavou, Orlovy a 35 – Brumov-Bylnice, Valašské Klobouky (shodně 17,2 m). Nejnižší mediány výšek byly zjištěny u proveniencí 15 – Vyšší Brod, Vítkův kámen (15,0 m), 30 – Přibyslav, Polná (15,4 m), 3 – Vysoký Chlumec, Veletín a 52 – Vítkov, Skřipov (shodně 15,5 m). Medián výšek pro celou lokalitu činil 16,4 m. Na jedovnické ploše (obr. 2) dosáhly nejvyššího mediánu (16,9 m) proveniencí 2 – Vlašim, Mladá Vožice, 23 – Rumburk, Jedlová, 47 – Javorník, Nýznerov, 48 – Karlovice, Karlovice a 52 – Vítkov, Skřipov, zatímco nejnižší výšky byly zjištěny u proveniencí 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj (15,3 m), 14 – Vimperk, Strážný (15,4 m), 24 – Broumov, Adršpach a 32 – Rychnov nad Kněžnou, Říčky (shodně 15,6 m). Celkový medián výšek na lokalitě dosahoval 16,3 m.

Nejvyšší medián výčetní tloušťky byl na úsovské ploše (obr. 3) zjištěn u proveniencí 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 (16,1 cm), za kterou následovaly proveniencí 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (15,7 cm), 13 – Prachatice, Boubín a 27 – Nasavrky, Lány-Kameničky (shodně 15,5 cm). Naopak nejtenčí stromy byly zjištěny u proveniencí 42 – Bruntál, Moravský Beroun (13,2 cm), 21 – Planá, Kamenec, 47 – Javorník, Nýznerov (obě 13,4 cm), 9 – Nové Hrady, Černé Údolí a 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj (shodně 13,5 cm). Pro celou plochu činil medián tlouštěk 14,6 cm. Na jedovnické ploše (obr. 4) byla mediánová hodnota o něco vyšší (16,7 cm). Nejvyšších výčetních tlouštěk dosahovaly proveniencí 1 – Rožmitál pod Třemšínem, Hutě pod Třemšínem, 2 – Vlašim, Mladá Vožice a 6 – Český Rudolec, Kunžak (medián 18,1 cm). Nejnižší tloušťkou se naopak vyznačovaly proveniencí 28 – Opočno, Deštné v Orlických horách, 37 – Jihlava, Štoky (mediány 15,6 cm) a 44 – Hanušovice, Františkov (15,7 cm).

Na ploše Úsov v Litovelském Pomoraví dosáhly smrky mediánového objemu kmene 0,142 m³ (tab. 3). Nejvyšší objem byl zjištěn u proveniencí 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 (0,181 m³), 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (0,170 m³) a 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (0,167 m³), nejnižší u proveniencí 42 – Bruntál, Moravský Beroun (0,118 m³), 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj a 47 – Javorník, Nýznerov (shodně 0,119 m³). Plocha Jedovnice na Dražanské vrchovině dosahuje mediánového objemu kmene 0,178 m³ (tab. 4). Mezi proveniencí s největším objemovým přírůstkem patří 2 – Vlašim, Mladá Vožice (0,213 m³), 1 – Rožmitál pod Třemšínem (0,210 m³), 7 – Pelhřimov, Častrov a 49 – Ostravice, Staré Hamry (shodně 0,199 m³). Nejmenší objemy byly naopak zjištěny u proveniencí 14 – Vimperk, Strážný (0,144 m³), 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (0,152 m³), 19 – Nýrsko, Královský hvozd, 28 – Opočno, Deštné v Orlických horách a 37 – Jihlava, Štoky (shodně 0,157 m³).

Průměrná porostní zásoba na úsovské ploše byla 308,6 m³·ha⁻¹, na jedovnické 307,9 m³·ha⁻¹. Nejvyšší produkce na lokalitě Úsov byly zjištěny u proveniencí 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 (391,9 m³·ha⁻¹), 48 – Karlovice, Karlovice (376,0 m³·ha⁻¹) a 26 – Ledec nad Sázavou, Orlovy (362,2 m³·ha⁻¹). Na výsadbě Jedovnice patří k nejproduktivnějším proveniencím 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (398,6 m³·ha⁻¹), 7 – Pelhřimov, Častrov (397,2 m³·ha⁻¹) a 5 – Český Krumlov, Vltava (391,7 m³·ha⁻¹). Nejnižší zásoby byly zjištěny u proveniencí 11 – Prachatice, Zátoň (216,6 m³·ha⁻¹), 47 – Javorník, Nýznerov (219,9 m³·ha⁻¹) a 36 – Bystřice pod Hostýnem, Rajnochovice (240,4 m³·ha⁻¹), resp. 19 – Nýrsko, Královský hvozď (207,9 m³·ha⁻¹), 24 – Broumov, Adršpach (213,8 m³·ha⁻¹) a 16 – Domažlice, Výhledy (219,8 m³·ha⁻¹).

Hodnocení defoliace (tab. 3 a 4) bylo na obou plochách přibližně srovnatelné (průměry 28,5 %, resp. 22,4 %). Na úsovské ploše byly zjištěny nejvyšší defoliace u proveniencí 49 – Ostravice, Staré Hamry (40,3 %), 30 – Příbyslav, Polná (38,6 %) a 39 – Nové Město na Moravě, Herálec (34,2 %), nejnižší naopak u proveniencí 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (24,2 %), 36 – Bystřice pod Hostýnem, Rajnochovice (24,8 %) a 45 – Janovice, Karlov pod Pradědem 1 (24,9 %). Na jedovnické ploše měly nejvyšší defoliaci proveniencí 4 – Milevsko, Milevsko, 14 – Vimperk, Strážný (shodně 24,6 %), 6 – Český Rudolec, Kunžak (24,3 %) a 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (23,6 %), nejnižší naopak proveniencí 2 – Vlašim, Mladá Vožice, 49 – Ostravice, Staré Hamry (obě 20,8 %), 9 – Nové Hradky, Černé Údolí, 39 – Nové Město na Moravě, Herálec a 47 – Javorník, Nýznerov (shodně 21,1 %). V některých případech je pořadí proveniencí podobné i u zdravotního stavu, kdy na ploše Úsov byly zjištěny nejnižší indexy (tj. nejlepší zdravotní stav) u proveniencí 31 – Rychnov nad Kněžnou, Zdobnice (1,447), 35 – Brumov-Bylnice, Valašské Klobouky (1,484) a 27 – Nasavrky, Lány-Kameničky (1,521), zatímco nejvyšší indexy byly zaznamenány u proveniencí 49 – Ostravice, Staré Hamry (2,250), 30 – Příbyslav, Polná (2,235) a 48 – Karlovice, Karlovice (2,012). Průměrná hodnota indexu zdravotního stavu činila 1,698. Na jedovnické ploše byly nejnižší indexy zjištěny u proveniencí 8 – Pelhřimov, Pacov (1,167), 47 – Javorník, Nýznerov (1,132) a 33 – Svitavy, Boršov (1,172), nejvyšší pak u proveniencí 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (1,439), 22 – Teplá, Podhora (1,429) a 32 – Rychnov nad Kněžnou, Říčky (1,418). Průměrný index na ploše měl hodnotu 1,288.

Index tvárnosti kmene na výzkumné ploše Úsov dosahoval nejlepších hodnot u proveniencí 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj (1,625), 16 – Domažlice, Výhledy (1,691) a 5 – Český Krumlov, Vltava (1,706), což značí tvar kmene zcela rovný až slabě prohnutý. Naopak proveniencí 39 – Nové Město na Moravě, Herálec, 29 – Polička, Vysoký Les a 3 – Vysoký Chlumec, Veletín vykazovaly indexy 2,487; 2,371 a 2,341, tj. kmény převážně slabě až silně prohnuté. Průměrná hodnota indexu tvárnosti kmene na ploše činila 2,036. Na jedovnické ploše měl průměrný index tvárnosti kmene hodnotu 1,452. Nejnižší indexy tvárnosti kmene byly zjištěny u proveniencí 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj (1,246), 3 – Vysoký Chlumec, Veletín (1,260) a 9 – Nové Hradky, Černé Údolí (1,264). Nejvyšších hodnot dosahovaly proveniencí 25 – Lanškroun, Damníkovo (1,783), 47 – Javorník, Nýznerov (1,776) a 37 – Jihlava, Štoky (1,769).

Průměrný index poškození kmene na ploše Úsov měl hodnotu 1,155, na jedovnické ploše 1,676. Nejméně poškozené kmény byly na úsovské ploše zjištěny u proveniencí 13 – Prachatice, Boubín a 45 – Janovice, Karlov pod Pradědem 1 (obě index 1,000), 49 – Ostravice, Staré Hamry (1,029) a 7 – Pelhřimov, Častrov (1,049), na jedovnické ploše pak u proveniencí 8 – Pelhřimov, Pacov (1,167), 19 – Nýrsko, Královský hvozď (1,170), 25 – Lanškroun, Damníkovo, 36 – Bystřice pod Hostýnem, Rajnochovice (shodně 1,250). Nejvíce poškozených kménů na úsovské ploše bylo zaznamenáno u proveniencí 20 – Nýrsko, Liščí (1,300), 38 – Nové Město na Moravě, Cikháj (1,295) a 43 – Frý-

dek-Místek, Morávka (1,288), na jedovnické ploše pak u proveniencí 12 – Prachatice, České Žleby (2,275), 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (2,183) a 29 – Polička, Vysoký Les (2,135).

Z grafického výstupu (biplotu) analýzy hlavních komponent (PCA) pro plochu Úsov (obr. 5) je patrné, že spolu koreluje zdravotní stav a počet rostoucích jedinců. Silná pozitivní korelace je i mezi výškou stromů, tvarem kmene a výčetní tloušťkou. Z hlediska vazby na PLO vytvořily společné shluky proveniencí 43 – Frýdek-Místek, Morávka, 49 – Ostravice, Staré Hamry a 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva (PLO 40), dále 25 – Lanškroun, Damníkovo, 29 – Polička, Vysoký Les a 33 – Svitavy, Boršov (PLO 31), jakož i 44 – Hanušovice, Františkov, 45 – Janovice, Karlov pod Pradědem 1, 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 a 48 – Karlovice, Karlovice (PLO 27). Proveniencí z ostatních PLO kompaktní shluky nevytvořily. V případě jedovnické plochy nebyly na základě hodnocených znaků shluky proveniencí odpovídající přírodním lesním oblastem rozeznatelné ani v jednom případě.

DISKUSE

Počty jedinců u proveniencí dosahují na úsovské ploše 1350–2350 ks·ha⁻¹, na jedovnické 1250–2100 ks·ha⁻¹, takže mezi proveniencemi existují značné rozdíly v zásobě. Přestože je úsovská plocha založena na kyselých a jedovnická plocha na bohatších půdách, je celkový počet stromů v obou případech podobný. V porovnání s výchovnými modely smrkových porostů (SLODIČÁK, NOVÁK 2007) zásoby proveniencí s nízkými hektarovými počty stromů dobře odpovídají modelu pro střední polohy, zatímco proveniencí s vyššími počty stromů lze již považovat za mírně přehoustlé.

Trend výškového růstu jednotlivých proveniencí mezi měřeními v letech 1998 (ŠINDELÁŘ et al. 2008) a 2019 zůstal zachován. V případě plochy Úsov se při obou měřeních objevují stejné proveniencí jak mezi nejrychleji, tak mezi nejpomaleji rostoucími. Na jedovnické ploše byla podobná situace zaznamenána pouze v případě nejrychleji rostoucích proveniencí.

Absence významných rozdílů v tloušťkovém růstu proveniencí na obou plochách, a to i při seskupení podle LVS, PLO a SO, souvisí patrně s lokalizací ploch ve středních polohách, kde nelze díky průměrným klimatickým podmínkám jednoznačně vymezit homogenní soubor proveniencí s vynikajícími růstovými vlastnostmi. Větší tloušťkové rozdíly smrkových proveniencí v interakci s klimatem výzkumných ploch byly zaznamenány např. ve Finsku (SUVANTO et al. 2016), kde jejich odlišná reakce na nárůst, resp. pokles teplot na jaře a na podzim v závislosti na geografické poloze zajišťuje výhodu či nevýhodu související s délkou vegetačního období (severní proveniencí jsou lépe přizpůsobeny nižším teplotám, zatímco jižní jsou schopny účinněji využívat teplé období). Tento všeobecný trend byl již popsán i v dřívějších studiích (např. KRUTZSCH 1992).

Zásoby proveniencí odpovídají v porovnání s modelovými údaji růstových a taxačních tabulek (ČERNÝ et al. 1996) rozdílným relativním výškovým bonitám. Na úsovské ploše se jako nejproduktivnější projevila proveniencí 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 odpovídající bonitě +1, zatímco nejméně produktivní proveniencí 11 – Prachatice, Zátoň se naopak blíží bonitě 4. V případě jedovnické plochy rovněž odpovídá nejproduktivnější proveniencí 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva bonitě +1 a nejméně produktivní proveniencí 19 – Nýrsko, Královský hvozď bonitě 4. Na obou výzkumných plochách je tak rozpětí dosahovaných hodnot obdobné. Velké rozdíly mezi zásobami proveniencí potvrzují jejich odlišnou růstovou reakci v daném prostředí.

Tab. 3.

Výsledky zjišťovaných charakteristik jednotlivých proveniencí (plocha č. 265 – Ůsov, Bradlo, věk 35 let)
Results of investigated characteristics of individual provenances (plot No. 265 – Ůsov, Bradlo, age 35 years)

Provenience/ Provenience	Počet rostoucích jedinců/Number of growing individuals	Průměrná výška v roce 1998**/ Average height in 1998** (m)	Medián výšky/ Median of height (m)	Medián $d_{1,3}$ /Median of DBH (cm)	Medián objemu kmene/Median stem volume (m ³)***	Porostní zásoba/ Standing volume (m ³ ·ha ⁻¹)	Defoliace/ Defoliation (%)	Index tvárnosti kmene/Stem form index	Index poškození kmene/Stem damage index	Index zdravotního stavu/Health state index
1*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	90	5,1	16,1	14,7	0,126	343,4	29,1	2,233	1,111	1,756
3	85	5,1	15,5	14,2	0,129	305,0	25,4	2,341	1,094	1,600
4	77	5,0	16,5	15,0	0,147	297,5	26,8	2,234	1,065	1,597
5	68	4,8	15,8	13,9	0,127	261,7	28,8	1,706	1,147	1,691
6	89	5,0	16,8	13,8	0,130	336,5	33,0	1,955	1,180	1,921
7	82	4,9	16,5	15,0	0,146	319,9	29,3	2,146	1,049	1,683
8	91	5,0	16,2	13,6	0,129	314,6	29,0	1,978	1,132	1,692
9	84	4,8	16,3	13,5	0,128	319,5	29,5	1,905	1,107	1,798
10	86	4,9	15,7	14,2	0,128	327,5	27,2	1,930	1,186	1,628
11	54	4,5	16,2	15,1	0,147	216,6	27,4	2,148	1,259	1,815
12	75	5,1	17,1	15,2	0,152	339,1	27,2	2,013	1,200	1,667
13	72	5,2	16,1	15,5	0,159	296,0	25,8	1,972	1,000	1,569
14	69	4,8	16,2	14,4	0,136	253,4	28,7	2,014	1,246	1,812
15	76	5,1	15,9	14,8	0,136	285,9	26,8	1,974	1,132	1,553
16	81	5,0	15,8	14,2	0,133	294,0	28,1	1,691	1,123	1,580
17	78	4,8	16,3	14,0	0,133	293,1	32,1	1,846	1,128	1,808
18*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	78	4,9	15,9	14,3	0,128	291,6	25,6	1,987	1,179	1,577
20	90	5,2	16,7	14,7	0,149	340,3	26,7	2,233	1,300	1,633
21	92	4,9	15,9	13,4	0,125	316,5	27,0	1,837	1,196	1,620
22	74	5,0	16,2	14,5	0,145	279,8	27,8	1,986	1,122	1,554
23	72	5,1	15,7	13,9	0,125	242,5	25,8	2,139	1,069	1,556
24	79	5,1	17,2	15,1	0,157	329,8	30,4	2,190	1,139	1,810
25	88	5,0	16,3	14,4	0,140	308,8	30,2	1,830	1,205	1,739
26	91	5,5	17,2	14,9	0,149	362,2	26,6	2,198	1,132	1,659
27	73	4,9	17,0	15,5	0,164	309,4	25,8	1,986	1,219	1,521
28*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	89	5,2	16,6	14,9	0,149	331,8	29,2	2,371	1,191	1,629
30	85	5,3	15,4	14,3	0,131	289,3	38,6	1,894	1,106	2,235
31	76	4,8	16,5	15,7	0,170	317,8	24,2	2,092	1,197	1,447
32	85	4,7	16,1	14,2	0,135	322,4	32,9	2,035	1,141	1,929
33	80	5,2	17,0	14,3	0,145	299,6	26,5	1,900	1,175	1,625
34	80	5,4	16,9	14,4	0,140	310,9	27,5	2,150	1,138	1,563
35	76	5,1	17,2	15,1	0,163	309,7	26,1	2,039	1,171	1,487
36	62	5,0	16,8	14,7	0,150	240,4	24,8	2,177	1,081	1,548
37	88	5,1	16,6	13,9	0,135	337,3	29,1	2,182	1,091	1,773
38	88	4,9	15,8	13,5	0,119	306,0	29,1	1,625	1,295	1,670
39	76	5,1	16,2	15,4	0,161	314,9	34,2	2,487	1,224	1,974
40	92	5,3	16,5	14,5	0,149	344,4	28,5	2,217	1,283	1,663
41*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	87	4,8	15,7	13,2	0,118	286,1	26,9	1,713	1,241	1,724
43	73	4,9	17,3	14,6	0,156	302,2	26,3	2,219	1,288	1,699

Tab. 3. – Pokračování

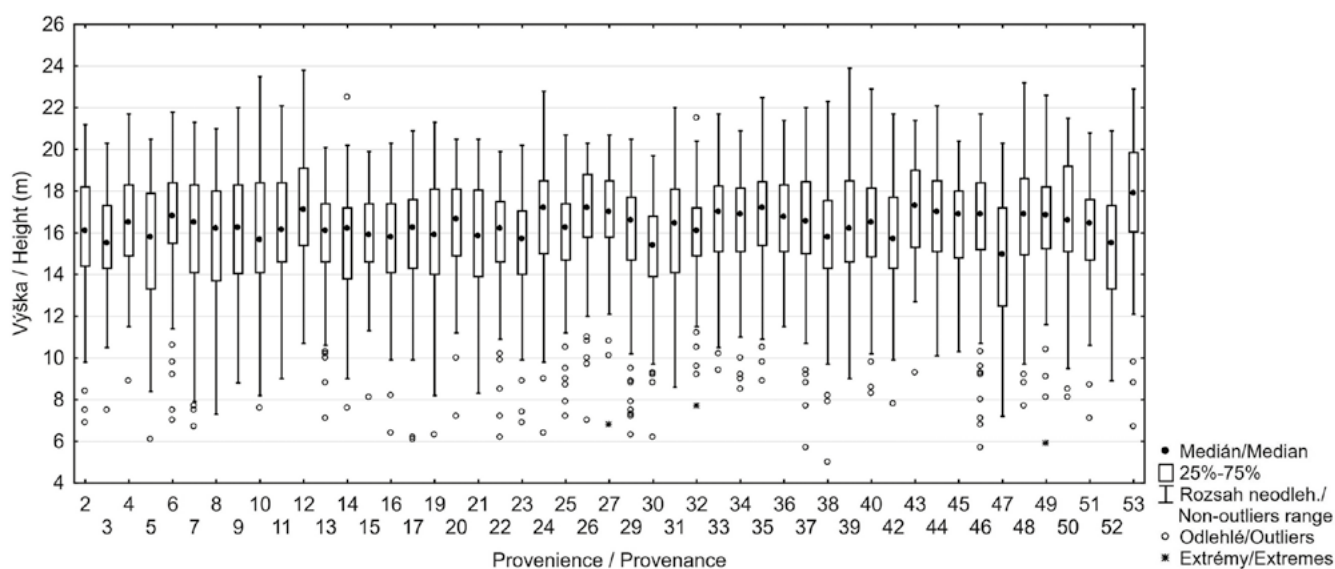
Výsledky zjišťovaných charakteristik jednotlivých proveniencí (plocha č. 265 – Úsov-Bradlo, věk 35 let)
Results of investigated characteristics of individual provenances (plot No. 265 – Úsov-Bradlo, age 35 years)

44	83	5,0	17,0	14,4	0,147	321,6	28,0	2,217	1,193	1,639
45	85	5,1	16,9	14,7	0,148	320,1	24,9	2,153	1,000	1,565
46	85	5,2	16,9	16,1	0,181	391,9	26,8	1,929	1,165	1,553
47	66	4,6	15,0	13,4	0,119	219,9	27,6	1,924	1,152	1,636
48	84	5,1	16,9	15,3	0,161	376,0	33,3	1,940	1,119	2,012
49	68	5,4	16,9	14,9	0,157	278,7	40,3	1,882	1,029	2,250
50	85	5,3	16,6	14,7	0,167	353,3	27,5	1,929	1,094	1,694
51	78	5,2	16,5	15,0	0,152	297,3	28,2	2,167	1,167	1,628
52	93	5,3	15,5	13,6	0,121	316,9	27,1	2,108	1,172	1,753
53	76	5,0	17,9	15,0	0,166	348,2	28,2	1,934	1,171	1,658
Průměr (medián) /Mean (median)	80	5,0	16,4	14,6	0,142	308,6	28,5	2,036	1,155	1,698

* Chybějící provenience/Missing provenance

** ŠINDELÁŘ et al. (2008)

*** Objem kmene (s. k.) byl vypočten podle rovnice pro smrk (PETRÁŠ, PAJTIK 1991)/Stem volume (o.b.) was calculated according to equation for Norway spruce (PETRÁŠ, PAJTIK 1991)



Obr. 1.

Hodnoty výšek proveniencí na výzkumné ploše č. 265 – Úsov, Bradlo

Fig. 1.

Height values of provenances on the research plot No. 265 – Úsov, Bradlo

Tab. 4.

Výsledky zjišťovaných charakteristik jednotlivých proveniencí (plocha č. 272 – Jedovnice, Křtiny, věk 35 let)
Results of investigated characteristics of individual provenances (plot No. 272 – Jedovnice, Křtiny, age 35 years)

Provenience/ Provenance	Počet rostoucích jedinců (2019)/ Number of growing individuals (2019)	Průměrná výška v roce 1998** / Average height in 1998** (m)	Medián výšky v roce 2019/ Median of height in 2019 (m)	Medián $d_{1,3}$ v roce 2019/ Median of dbh in 2019 (cm)	Medián objemu kmene v roce 2019/ Median stem volume in 2019 (m ³)***	Porostní zásoba v roce 2019/ Standing volume in 2019 (m ³ .ha ⁻¹)	Defoliace 2019/ Defoliation 2019 (%)	Index tvárnosti kmene 2019/Stem form index 2019	Index poškození kmene 2019/Stem damage index 2019	Index zdravotního stavu 2019/Health state index 2019
1	55	4,7	16,5	18,1	0,210	289,1	22,9	1,364	1,364	1,255
2	51	4,5	16,9	18,1	0,213	271,9	20,8	1,314	1,549	1,216
3	50	4,6	16,1	17,4	0,192	239,9	23,2	1,260	1,340	1,240
4	63	4,4	16,1	17,6	0,188	296,8	24,6	1,333	1,476	1,302
5	84	4,5	16,3	17,2	0,187	391,7	22,6	1,488	1,548	1,250
6	75	4,7	16,3	18,1	0,197	369,3	24,3	1,573	1,600	1,373
7	80	4,6	16,6	17,8	0,199	397,2	21,3	1,663	1,700	1,188
8	54	4,8	16,1	16,8	0,181	244,8	22,6	1,352	1,167	1,167
9	53	4,5	16,4	17,0	0,176	233,7	21,1	1,264	1,887	1,226
10	60	4,6	16,0	15,9	0,161	241,5	22,0	1,367	1,500	1,233
11	67	4,7	15,8	16,2	0,162	271,1	23,3	1,493	1,836	1,373
12	80	4,9	16,5	16,2	0,167	333,1	22,0	1,450	2,275	1,388
13	74	4,7	16,6	15,8	0,172	319,0	23,0	1,311	1,878	1,311
14	74	4,0	15,4	16,2	0,144	266,0	24,6	1,527	1,432	1,351
15*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	53	4,7	16,5	16,0	0,166	219,8	22,3	1,283	1,377	1,245
17*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	51	4,8	16,0	17,2	0,192	245,1	21,6	1,510	1,686	1,275
19	53	4,6	16,0	16,2	0,157	207,9	23,0	1,377	1,170	1,264
20	71	4,8	16,3	16,4	0,171	303,7	22,5	1,535	1,817	1,324
21	83	4,7	16,5	16,5	0,181	376,1	21,2	1,530	1,892	1,277
22	77	4,7	16,8	17,4	0,187	360,4	22,6	1,675	1,987	1,429
23	78	4,7	16,9	17,0	0,188	365,8	22,1	1,372	1,577	1,269
24	54	4,7	15,6	16,5	0,158	213,8	22,6	1,370	1,278	1,204
25	60	4,9	16,7	16,3	0,171	256,7	21,7	1,783	1,250	1,183
26	63	4,6	15,8	16,7	0,167	262,4	22,5	1,492	1,524	1,270
27	77	4,8	16,6	16,7	0,165	318,5	22,1	1,532	2,039	1,390
28	75	4,6	16,1	15,6	0,157	293,7	22,1	1,320	1,827	1,333
29	74	4,7	16,7	17,0	0,190	350,8	22,2	1,419	2,135	1,297
30	73	4,4	16,4	17,3	0,188	342,4	21,4	1,397	1,630	1,178
31	61	4,4	16,2	16,9	0,175	266,5	23,6	1,311	1,426	1,344
32	67	4,4	15,6	16,1	0,152	254,3	22,4	1,448	2,000	1,418
33	64	4,7	16,6	17,5	0,179	287,0	22,5	1,547	1,281	1,172
34	62	4,7	16,6	17,5	0,197	305,8	22,6	1,387	1,823	1,323
35	71	4,5	16,3	16,5	0,171	302,9	22,3	1,535	2,042	1,211
36	64	4,5	16,8	17,4	0,195	311,2	23,4	1,453	1,250	1,234
37	78	4,6	16,2	15,6	0,157	305,8	21,8	1,769	1,962	1,410
38	57	4,5	15,3	15,9	0,158	225,8	23,2	1,246	1,702	1,298
39	75	4,7	16,0	16,7	0,178	334,5	21,1	1,507	1,773	1,293
40	73	4,3	16,6	16,7	0,188	343,2	21,4	1,466	1,548	1,219
41	76	4,4	16,1	16,1	0,163	310,0	21,8	1,289	1,895	1,316
42*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tab. 4. – Pokračování

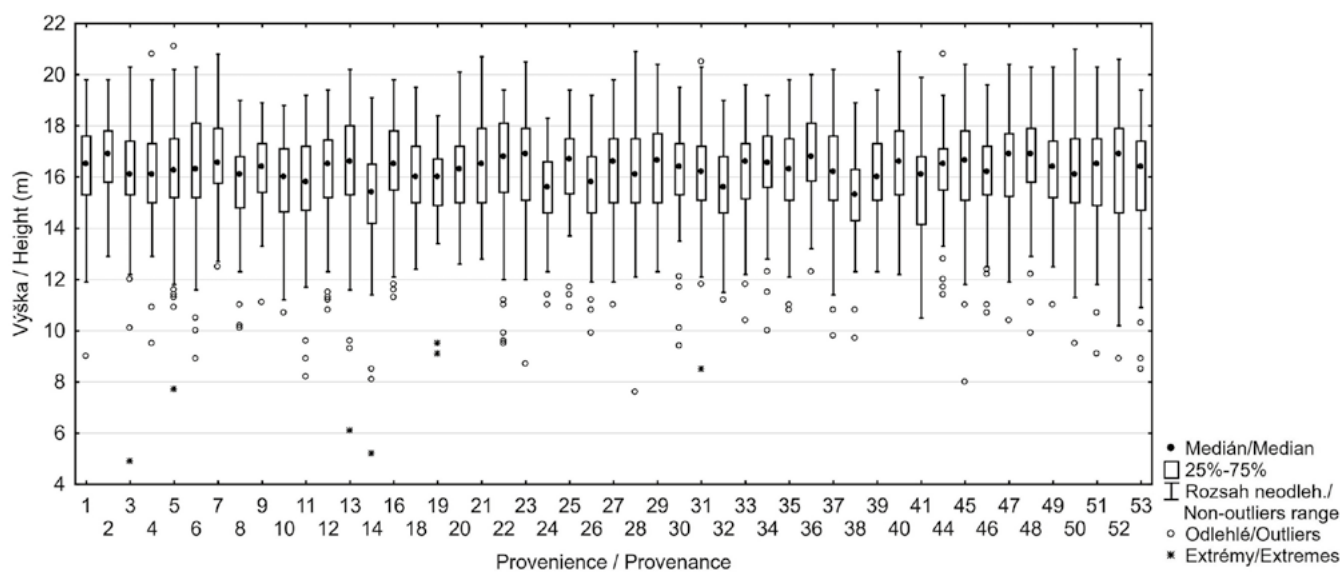
Výsledky zjišťovaných charakteristik jednotlivých proveniencí (plocha č. 272 – Jedovnice, Křtiny, věk 35 let)
Results of investigated characteristics of individual provenances (plot No. 272 – Jedovnice, Křtiny, age 35 years)

43*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
44	81	4,6	16,5	15,7	0,163	329,3	21,2	1,420	1,938	1,272
45	72	4,7	16,7	17,0	0,180	324,8	22,5	1,500	2,014	1,375
46	81	4,5	16,2	16,6	0,177	357,8	22,5	1,543	1,519	1,309
47	76	4,7	16,9	17,1	0,193	365,8	21,1	1,776	1,737	1,132
48	75	4,9	16,9	17,1	0,195	365,6	21,3	1,453	1,520	1,227
49	73	4,7	16,4	17,6	0,199	362,9	20,8	1,466	1,466	1,247
50	82	4,7	16,1	17,3	0,194	398,6	23,2	1,317	2,183	1,439
51	73	4,3	16,5	16,8	0,172	313,5	22,7	1,479	1,603	1,301
52	75	4,5	16,9	16,9	0,191	358,9	23,5	1,587	1,760	1,360
53	81	4,3	16,4	17,3	0,188	380,2	23,0	1,309	1,951	1,407
Průměr (medián)/ Mean (median)	69	4,6	16,3	16,7	0,178	307,9	22,4	1,452	1,676	1,288

* Chybějící provenience/Missing provenance

** ŠINDELÁŘ et al. (2008)

*** Objem kmene (s. k.) byl vypočten podle rovnice pro smrk (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991)/Stem volume (o.b.) was calculated according to equation for Norway spruce (PETRÁŠ, PAJTÍK 1991)

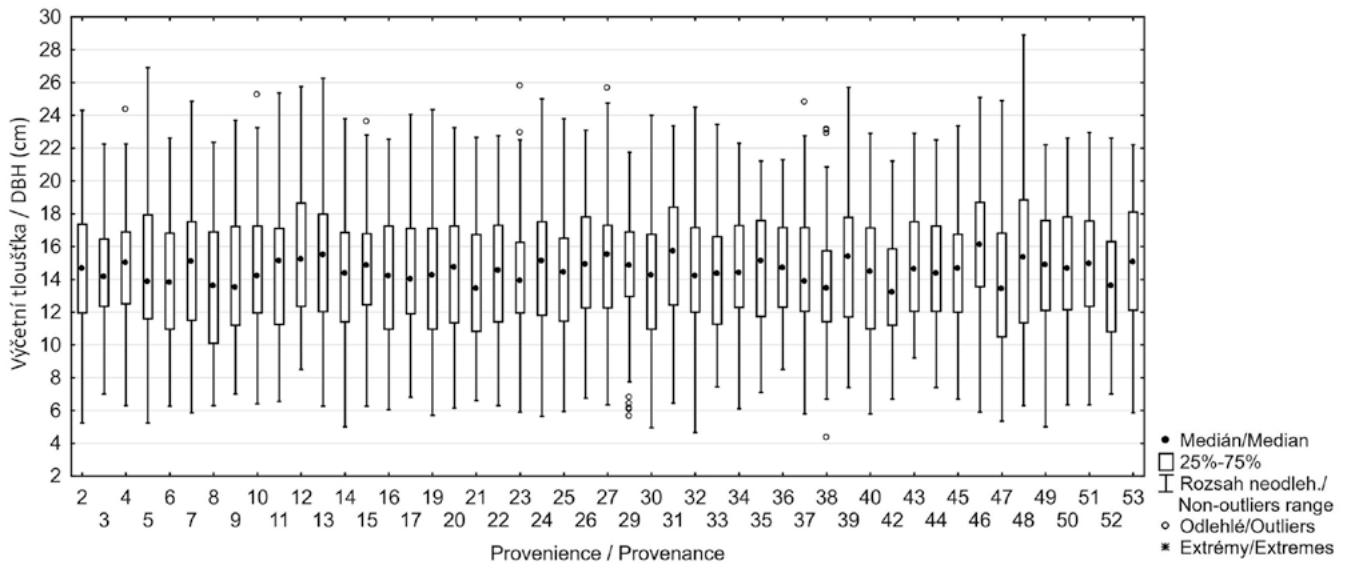


Obr. 2.

Hodnoty výšek proveniencí na výzkumné ploše č. 272 – Jedovnice, Křtiny

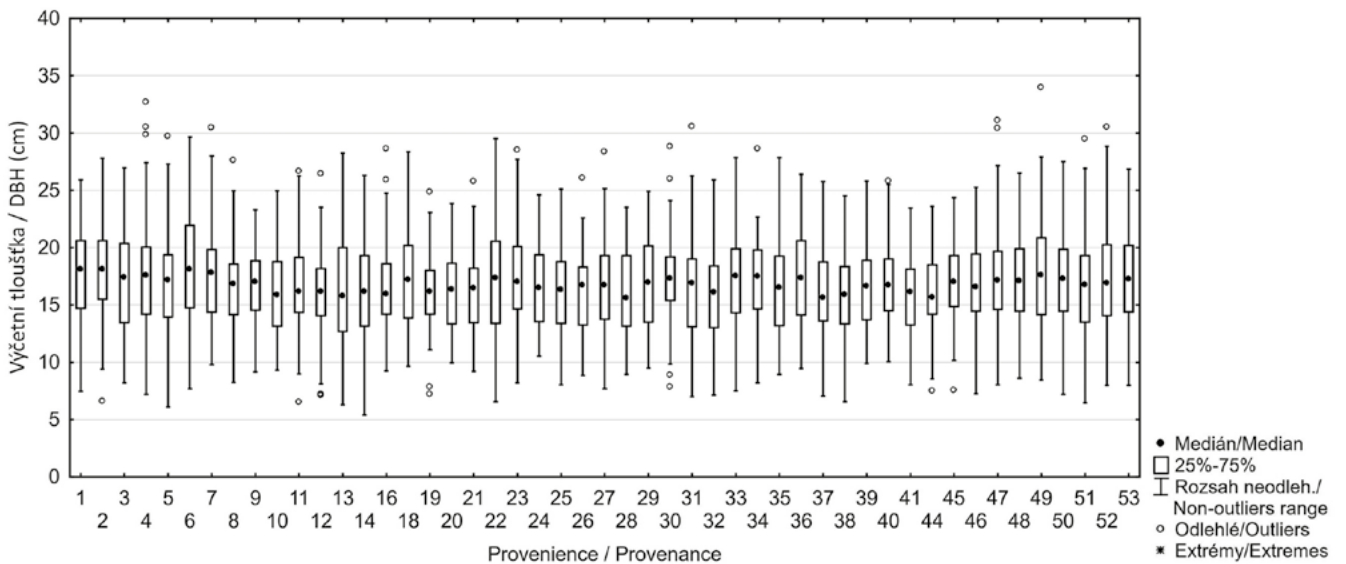
Fig. 2.

Height values of provenances on the research plot No. 272 – Jedovnice, Křtiny



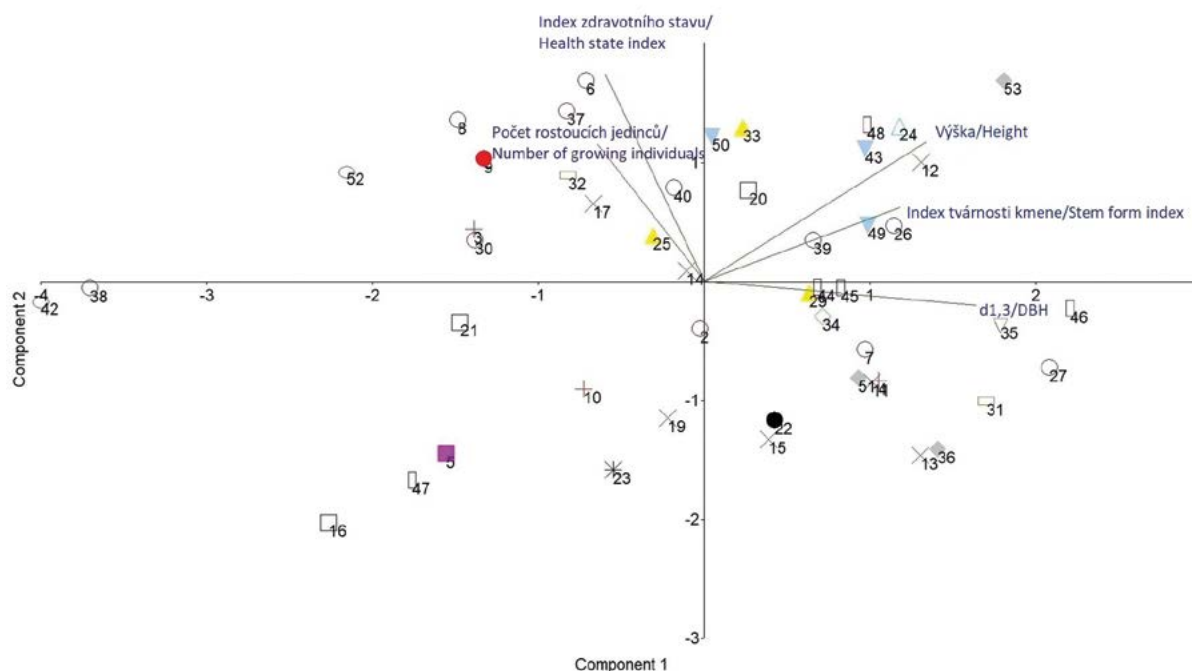
Obr. 3.
Hodnoty výčetních tloušťek proveniencí na výzkumné ploše č. 265 – Úsov, Bradlo

Fig. 3.
DBH values of provenances on the research plot No. 265 – Úsov, Bradlo



Obr. 4.
Hodnoty výčetních tloušťek proveniencí na výzkumné ploše č. 272 – Jedovnice, Křtiny

Fig. 4.
DBH values of provenances on the research plot No. 272 – Jedovnice, Křtiny

**Obr. 5.**

Výstup PCA (PAST 2.07), rozlišení proveniencí podle přírodních lesních oblastí, výzkumná plocha č. 265 – Ůsov, Bradlo

Fig. 5.

Output of PCA (PAST 2.07), distinction of provenances according to nature forest regions, research plot No. 265 – Ůsov, Bradlo

Indexy kvalitativních znaků nejsou na provenienčních plochách příliš proměnlivé. Zdravotní stav a defoliace naznačují dobrou vitalitu, i když okolní lesní porosty již zasáhla kůrovcová kalamita. Většina stromů je bez poškození kmene, některé provenience však mají vysoký podíl stromů poškozených ve vrcholové části. Na jedovnické ploše převažují zcela rovné kmeny, zatímco na Ůsově se vyskytuje spíše tvar 1× slabě prohnutý. Podobný výzkum prováděli rovněž NOVOTNÝ et al. (2020), kteří hodnotili o deset let starší provenienční smrkové plochy, na kterých dosahovala v podmínkách severní Moravy tvárnost kmene lepších hodnot. Pozitivní hodnocení kvalitativních znaků patrně souvisí s větším počtem provedených výchovných zásahů ve starších porostech.

Data z předchozích měření ploch ve věku 14 let (ŠINDELÁŘ et al. 2008) umožňují porovnat pouze výškový růst a mortalitu proveniencí. V daném věku se již začínala projevovat diferenciace proveniencí. Ve 35 letech, kdy byly hodnoceny i další znaky, vynikala na ploše Ůsov zejména provenience 46 – Janovice, Karlov pod Pradědem 2 a na ploše Jedovnice provenience 50 – Rožnov pod Radhoštěm, Horní Bečva. Na obou plochách bylo možné na základě kvantitativních znaků vymezit soubory nadprůměrné, průměrné a podprůměrné hodnocených proveniencí, přičemž v obou případech celkově dominovaly především provenience původem z Vysočiny, Jeseníků a Beskyd. Z hodnocení kvalitativních charakteristik zatím nelze vyvodit další souvislosti. Analýza závislosti růstových charakteristik na Langově dešťovém faktoru, podle jehož hodnot se dle MINÁŘE (1948) ex PETRÍK et al. (1986) nachází lokalita Ůsov v oblasti přechodné ($df = 78,1$), lokalita Jedovnice v oblasti vlhké ($df = 83,3$), většina ověřovaných proveniencí pochází z oblasti velmi vlhké, menší část z oblasti vlhké a tři zbývající (2 – Vlašim, Mladá Vožice, 5 – Český Krumlov, Vltava,

34 – Vysoké Chvojno) z oblasti přechodné, průkazné výsledky rovněž neposkytl. Výsledky mohou být zatím ovlivněny především nízkým věkem stromů, s nímž souvisí i zatím nižší proměnlivost kvalitativních ukazatelů, proto je důležité ve výzkumu pokračovat i v dalších letech, aby bylo možné předběžný výběr pozitivně ověřovaných proveniencí upřesnit.

ZÁVĚRY

Hodnocení provenienčních výzkumných ploch na střední Moravě prokázalo významnou diferenciaci proveniencí, zvláště v případě výšek a porostních zásob. Na obou plochách dominovaly zejména provenience z Vysočiny, Jeseníků a Beskyd. U kvalitativních znaků se vybrané charakteristiky zatím výrazně neprojevily z důvodu dosud nízkého věku proveniencí. Metodou analýzy hlavních komponent bylo na Ůsovské ploše zjištěno částečné shlukování proveniencí podle přírodních lesních oblastí. Pro zpřesnění výsledků je potřeba hodnocení zopakovat ve vyšším věku a současně zvýšit počet ověřovaných charakteristik (např. typ borky, větvení 1. a 2. řádu, tvar koruny). Získáním cenných dat lze do budoucna lépe reagovat případnými úpravami regulačních pravidel přenosu reprodukčního materiálu. Provenienční výzkum tak i nadále zůstává jedním z důležitých zdrojů poznatků o adaptační schopnosti dřevin na měnící se klimatické podmínky v konkrétních geograficky vymezených územích.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK1820091 a institucionální podpory MZE-RO0118.

LITERATURA

- ČÁP J., NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., FULÍN M., FRÝDL J., DOSTÁL J., BURIÁNEK V., BERAN F., LEFNAR R., POLÁKOVÁ L., MALÁ J. 2017. Genetická charakterizace významných regionálních populací smrku ztepilého v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem (aktualizované vydání). Strnady, VÚLHM: 43 s., 5 map. Lesnický průvodce 2/2017.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). Jílové u Prahy, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 245 s.
- GEBUREK T., ROBITSCHKE K., MILASOWSKY N. 2008. A tree of many faces: why are there different crown types in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.)? *Flora*, 203 (2): 126–133.
- GÖMÖRY D., PAULE L., LONGAUER R., PACALAJ M., KRAJMEROVÁ D. 2010. Hodnotenie mechanizmov utvárajúcich adaptívnu genetickú premenlivosť smreka a buka. *Acta Facultatis Forestalis*, 52 (2): 7–20.
- HYNEK V. 2000. Návrh semenářských oblastí a přenosu reprodukčního materiálu pro buk lesní, dub zimní a letní, lípu malolistou a velkolistou, javor mlč a klen, jasan ztepilý a úzkolistý a pro jedli bělokorou v ČR. *Lesnická práce*, 79 (4): 174–176.
- KRUTZSCH P. 1992. IUFRO's role in coniferous tree improvement: Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica*, 41 (3): 143–150.
- MZe. 2020. Koncepce státní lesnické politiky do roku 2035. Praha, Ministerstvo zemědělství: 32 s. Dostupné na/Available on: http://eagri.cz/public/web/file/646382/Koncepce_statni_lesnicke_politiky_do_roku_2035.pdf
- NOVOTNÝ P., FRÝDL J. (eds.). 2009. Rajonizace reprodukčního materiálu lesních dřevin. Sborník z pracovního semináře. Strnady, 4. června 2009. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 70 s.
- NOVOTNÝ P., KOTRLA P., FRÝDL J. 2019. Historické důvody přijetí regulačních pravidel přenosů reprodukčního materiálu lesních dřevin. *Lesnická práce*, 98 (7): 452–453.
- NOVOTNÝ P., FULÍN M., DOSTÁL J., ČÁP J., FRÝDL J. 2020. Zhodnocení růstu proveniencí smrku ztepilého na Jesenicku a v Krušných horách ve věku 46 a 45 let. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65 (2): 112–124.
- NOŽIČKA J. 1972. Původní výskyt smrku v českých zemích. In: *Lesnické aktuality*, 21. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 177 s., mapy.
- PACALAJ M., LONGAUER R., KRAJMEROVÁ D., GÖMÖRY D. 2002. Effect of site altitude on the growth and survival of Norway spruce (*Picea abies* L.) provenances on the Slovak plots of IUFRO experiment 1972. *Journal of Forest Science*, 48 (1): 16–26.
- PAŘÍZEK M. 2019. Poválečná historie pravidel přenosů reprodukčního materiálu. *Lesnická práce*, 98 (9): 19–21.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Systava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnícky časopis*, 37 (1): 49–56.
- PETRÍK M., HAVLÍČEK V., UHRECKÝ I. 1986. *Lesnícka bioklimatológia*. Bratislava, Príroda: 352 s.
- ROUDNÁ M. 1972. Morfologická proměnlivost původních populací smrku v různých oblastech Československa. *Rozpravy Československé akademie věd, řada matematických a přírodních věd*, 82 (4): 98 s., přílohy.
- SAMEK V. 1964. Metodika výzkumu morfologické proměnlivosti smrku z hlediska fytogeografického. *Zprávy lesnického výzkumu*, 10 (2–3): 18–25.
- SCHMIDT-VOGT H. 1986. *Die Fichte. Ein Handbuch in zwei Bänden. Band II/1. Wachstum Züchtung Boden Umwelt Holz*. Hamburg, Parey: 563 s.
- SCHUELER S., KAPPELLER S., KONRAD H., GEBUREK T., MENGL M., BOZZANO M., KOSKELA J., LEFÈVRE F., HUBERT J., KRAIGHER H., LONGAUER R., OLRİK D.C. 2013. Adaptive genetic diversity of trees for forest conservation in a future climate: a case study on Norway spruce in Austria. *Biodiversity and Conservation*, 22 (5): 1151–1166. DOI: 10.1007/s10531-012-0313-3
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007. Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 46 s. *Lesnický průvodce* 4/2007.
- SUVANTO S., NÖJD P., HENTTONEN H.M., BEUKER E., MÄKINEN H. 2016. Geographical patterns in the radial growth response of Norway spruce provenances to climatic variation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 222: 10–20. DOI: 10.1016/j.agrformet.2016.03.003
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2003. Příspěvek k poznání proměnlivosti smrku ztepilého (*Picea abies* [L.] Karst.) na území České republiky se zvláštním zřetelem k rajonizaci reprodukčního materiálu. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 89 s., přílohy. MS, dep.: VÚLHM.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2008. Evaluation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karsten) genetic variability related to regionalization of reproduction material in the Czech Republic. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 24: 81–97.
- ULBRICHOVÁ I., PODRÁZSKÝ V., BERAN F., ZAHRADNÍK D., FULÍN M., PROCHÁZKA J., KUBEČEK J. 2015. *Picea abies* provenance test in the Czech Republic after 36 years – Central European provenances. *Journal of Forest Science*, 61 (11): 465–477.
- VANČURA K., VINŠ B. 1990. Založení ověřovací série ploch pro vybrané uznané porosty smrku ztepilého kategorie II A. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 44 s., přílohy. MS, dep.: VÚLHM.
- Vyhlaška č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. *Sbírka zákonů Česká republika*, 46: 1955–1963.
- Vyhlaška č. 82/1996 Sb., o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin. *Sbírka zákonů České republiky*, 27: 921–943.

RESULTS OF PROVENANCE TRIAL WITH NORWAY SPRUCE IN CENTRAL MORAVIA AT THE AGE OF 35 YEARS

SUMMARY

At the beginning of the 1980s, there was a mast year of Norway spruce, enabling the collection of seeds from 53 recognized units of category IIA (Table 1), which were considered to be the best stands in the given conditions. The obtained seeds were sown in eleven forest nurseries in the spring 1984. In the years 1986–1990, 23 research plots were established in total.

The aim of the paper is to assess the variability of growth, phenotypic characteristics and health state of Norway spruce provenances in the research plots Jedovnice and Úsov at the age of 35 years. The evaluation provides an overview of the behaviour of spruce provenances in relevant site conditions and their possible grouping according to similar growth features.

In all cases, 49 spruce provenances were planted on the established research plots, but four each time (different according to localities) were not planted due to the cultivation of different amounts of planting stock. Each research plot reaches a size of 1.96 ha, and the distribution of provenances was performed by a double grid system of 7×7 provenances with four repetitions. The plots of interest in Úsov and Jedovnice were measured in 2019 at the age of 35, where quantitative and qualitative indicators of volume production were evaluated, and resistance of provenances to abiotic harmful effects, respectively. From the biometric data, the tree height and DBH were measured. Based on the results of measurements of heights and DBH, the stem volume (o.b.) was calculated using the volume equation. The evaluation of qualitative features (stem form, stem damage, defoliation, and health state) focused on resistance to negative influences was also performed (Table 2).

When comparing heights (Fig. 1 and 2) and standing volumes (Table 3 and 4), there was a significant differentiation compared to the values of DBH (Fig. 3 and 4). In the case of qualitative indicators, only slight amount of variability was observed. The health status and defoliation of spruce in the research plots point to good vitality, even though the bark calamity has already manifested itself in the surrounding forest stands. Most trees are without stem damage, but there are some provenances with prevailing damaged stems in the top part. On the Jedovnice plot, a completely straight stem form predominates, while on the Úsov plot, once slightly bent form is more pronounced. PCA method taking into account significant dendrometric and morphological features gives good results only for research plot Úsov. The data show a strong relationship between tree height, stem form and DBH, and also between health state and the number of growing individuals (Fig. 5). Partial clustering of provenances according to natural forest areas was found.

The evaluation of provenance plots in Central Moravia showed that significant differentiation among provenances was found especially in heights and standing volumes. Both plots were dominated by provenances from the Vysočina, Jeseníky and Beskydy mountains. For qualitative traits, the selected characteristics have not manifested themselves significantly due to the young age of experimental material. For the next phase of research, there is supposed to add more morphological characteristics, which can be evaluated only at older age.

Zasláno/Received: 14. 12. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 27. 01. 2021