

VYHODNOCENÍ RŮSTU PROVENIENCÍ BOROVICE LESNÍ V ČECHÁCH

EVALUATION OF THE GROWTH OF SCOTS PINE PROVENANCES IN BOHEMIA

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

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 165 00 Praha 5 - Zbraslav, Czech Republic

✉ email: fulin@vulhm.cz

ORCID: M. Fulín 0009-0008-1380-846X

ABSTRACT

This study examines the variability of Scots pine provenances in four Czech research plots from the same series of experiments conducted in 1972. 121 provenances from the Czech Republic and Slovakia were evaluated in terms of growth and morphological characteristics. The quantitative traits measured for each tree were its tree height and DBH. The stem volume was also calculated according to the volume equation (PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Among the qualitative traits, stem form, health status, branch thickness in the crown, stem damage, stem twist, stem clearing, stem cross-section, and taper were evaluated. The large variance in growth characteristics of provenances does not specify the suitability of a particular reproductive material for a given area. Slovak provenances even from a relatively small land unit (Šaštín area) planted in the same research plot have different quantitative and qualitative traits. However, the evaluation of the test plots of Scots pine in Bohemia showed impaired growth performance of most of the Slovak provenances. Therefore, it is necessary to test more provenances from a larger area of the Scots pine range to obtain the possibility of using a wider range of reproductive material of the tree in our conditions. In the long term, further provenance trials with new reproductive material are needed to assess suitability under changing natural conditions.

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

Klíčová slova: *Pinus sylvestris*; výzkumná plocha; kvalitativní znaky; kvantitativní charakteristiky; proměnlivost

Key words: *Pinus sylvestris*; research plot; qualitative features; quantitative characteristics; variability

ÚVOD

Z rodu *Pinus* je druh borovice lesní nejrozšířenější dřevinou na evropském a asijském kontinentě (PRACIAK et al. 2013). Zastoupení dřeviny na obrovském území ukazuje na její plasticitu, která umožňuje růst na velmi chudých i bohatších stanovištích od 0 do 2600 m n. m. (ECKENWALDER 2013). Borovice lesní tak obývá bažiny, rašeliniště, smíšené a jehličnaté lesy, vřesoviště, duny, stepi, skalní svahy či horské oblasti (VOLOSJANČUK 2002).

Rozsáhlé rozšíření dřeviny je důsledkem evolučního vývoje lesů v postglaciálním a holocenním období. Po poslední době ledové v preboreálu došlo k postupnému oteplování a první dřeviny, jako například břízy a borovice, se začaly z izolovaných míst šířit do okolních oblastí. Vzni-

kaly tzv. světlé tajgy, kde tyto dřeviny dominovaly a jejich příměs představovaly osika, jeřáb, jalovec, keřovité formy vrb a čeledi vřesovcovitých. Později se v boreálu po dalším oteplení přidávaly ostatní dřeviny jako dub, jilm, lípa, javor a smrk (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

V České republice byla v roce 2021 borovice lesní druhou nejvíce využívanou hospodářskou dřevinou se zastoupením 16 % (Zpráva 2022). Na Slovensku v roce 2021 byla se 6,5 % druhou nejvíce zastoupenou jehličnatou dřevinou (Správa 2022). Důvodem pro toto poměrně vysoké zastoupení je její pěstební nenáročnost, dobrý růst, relativně kvalitní dřevo a všestranné využití dříví ve stavebnictví, nábytkářství, v dolech, na pražce, sloupovinu, palety, OSB desky, štěpku apod. (BÍLEK et al. 2018). Využívána je její pryskyřice pro různé účely. Kůra a jehličí jsou používány pro farmaceutické účely.

Proměnlivost druhu ukazuje na vysoké adaptační schopnosti, které se vyvinuly během obsazování různých oblastí a stanovišť touto pionýrskou dřevinou (NÁROVCOVÁ, NÁROVEC 2008). Vzhledem k postglaciálnímu vývoji, rozšíření a zastoupení v České republice (ČR) a na Slovensku (SR) tvoří borovice i na tak malém území několik regionálních cenných populací (např. třeboňská, malenovická, heraltická, tatranská, záhorská) či ekotypů v rámci vertikálního členění (nížinná, chlumní, náhorní a horská) (ŠINDELÁŘ 1992; ČÁP, NOVOTNÝ 2020). Proměnlivost dřeviny lze určit vyhodnocením fenotypových znaků a v současné době i pomocí genetických analýz. Vznikly podrobnější studie, například ČÁP et al. (2016), MÁCHOVÁ et al. (2016), CVRČKOVÁ et al. (2017), zabývající se genetickou charakterizací některých českých cenných subpopulací borovice lesní pomocí molekulárních metod. Podobná šetření lze najít i v publikacích zahraničních autorů COATES, BYRNE (2005), SCALFI et al. (2009), BELLETTI et al. (2012) a LUČIČ et al. (2014).

Vzhledem k variabilitě geneticky jedinečných populací se již v minulosti prováděly rajonizace lesních dřevin. Důležitým úkolem pro zachování genofondu je správné určení oblastí vymezených pro přenos reprodukčního materiálu tak, aby nedocházelo k jeho genetické degradaci a zároveň tato pravidla přispívala k lepší stabilitě a vnitrodruhové diverzitě. Podkladem pro rozhodování jsou založené dlouhodobě provenienční pokusy reagující na měnící se prostředí. Pro borovici lesní jsou u nás jejich výsledky k dispozici již z počátku 50. let minulého století (VINCENT, POLNAR 1953) i z pozdějšího období (např. ŠINDELÁŘ 1981; KAŇÁK, NÁROVCOVÁ 2004; ŠINDELÁŘ et al. 2007a, 2007b). Pěstování porostů s nevhodnými proveniencemi borovice lesní může zvýšit pravděpodobnost jejich poškození abiotickými (zlomy z těžkého sněhu, polomy z větru atd.) a biotickými (např. klikoroh borový, krasec borový, lýkohub borový a sosnový, lýkožrout vrcholkový, červená sypavka borovic, sypavka borová) činiteli (ZAHRADNÍK 2014). Naopak ověřený reprodukční materiál je menším rizikem vzniku rozpadu hospodářského porostu.

Cílem příspěvku je vyhodnotit variabilitu proveniencí borovice lesní z hlediska produkce na čtyřech výzkumných plochách stejné série a doplnit informace o zdravotním stavu a variabilitě morfologických znaků mezi proveniencemi. Výsledky mohou přispět k výběru vhodného osiva v zájmové oblasti, úpravám legislativních předpisů apod. Též případně pomohou vlastníkům a správcům lesa vyvarovat se použití nevhodného reprodukčního materiálu.

MATERIÁL A METODIKA

V prezentované studii zabývající se proměnlivostí proveniencí borovice lesní z ČR a SR bylo provedeno měření a hodnocení čtyř z pěti výzkumných ploch ve středních Čechách (Zelená Bouda č. 47) a v jižních Čechách (Čimelice č. 48, Hůrky č. 74, Kolence č. 75), bohužel pátá plocha (Jakule č. 48) byla zničena abiotickými faktory. Jedná se o výsadby sortimentu borovice lesní, založené v sérii v roce 1972. Založení ploch je ve schématu dvojité mříže. Velikost jednotlivých ploch byla dána disponibilní možností plochy k výsadbě. Celkově bylo na jednotlivých výzkumných plochách v různém počtu vysazeno 125 českých a slovenských proveniencí. Osivo bylo sbíráno z uznávaných porostů fenotypové kategorie B a vypěstováno v lokálních lesních školkách. Výsadba byla provedena dvouletými sazenicemi ve sponu 1,4 m × 0,7 m na parcely o velikosti 7 m × 7 m, vždy ve 4 opakováních na každé ploše. Na výzkumné ploše Kolence č. 75 ale došlo k znehodnocení opakování 1 a 3 vylepšením původními standardními proveniencemi z polesí Kardašova Řečice, tudíž jsou k hodnocení způsobilá pouze opakování 2 a 4. Popis a charakteristiky výzkumných ploch jsou přehledně uvedeny v tabulce 1. V tabulce 2 je uveden popis proveniencí, růstové a morfologické charakteristiky. Název proveniencí je ponechán v původním znění jako při založení výzkumných ploch.

Tab. 1.
Popis výzkumných ploch
Description of the research areas

Číslo plochy/Plot no.	47	48	74	75
Lesní závod/Forest enterprise	LS LČR Brandýs n. L.	Obec Horosedly	KŠH České Budějovice	LS LČR Jindřichův Hradec
Lokalita/Locality	Zelená Bouda	Čimelice	Hůrky	Kolence
Nadmožská výška/Altitude (m)	184	490	400	536
Průměrná roční teplota/ Average annual temperature (°C)	8,6	7,1	7,5	7,8
Průměrné roční srážky/ Average annual precipitation (mm)	542	590	539	616
Délka vegetačního období (dny)/ Growing season (days)	170	140	150	145
Geologický podklad/ Geological base	Písčité sediment/ Sandy sediment	Žula/Granite	Ortorula/Orthogneiss	Štěrko-písky/Gravel sands
Lesní typ/Forest type	borová doubrava kostřavová/ pine-oak stand fescue	dubová bučina svízelová/ oak-beech stand bedstraw	buková doubrava borůvková/ beech-oak stand blueberry	borová bučina třtinová/ pine-beech stand cane
Přírodní lesní oblast/ Natural forest area	17 – Polabí	10 – Středočeská pahorkatina	15 – Jihočeské pánve	15 – Jihočeské pánve
Bývalá semenářská oblast/ Former seed zone	V – východočeská	VI – středočeská	III – třeboňská	III – třeboňská
Počet proveniencí/ Number of provenances	100	49	36	36
Velikost plochy/ Plot size (ha)	1,96	0,96	0,71	0,71

Tab. 2.

Popis proveniencí a jejich zastoupení na výzkumných plochách
Description of provenances and their distribution in the research plots

Číslo provenience/ Provenance no.	Provenience/ Provenance	Země původu/Origin	Nadm. výška/ Altitude (m)	Region/Region ¹	Regionální populace/ Regional population ²	Přírodní lesní oblast/ Natural forest region	Semenářská oblast/ Seed zone	Lesní vegetační stupeň/Altitudinal vegetation zone	Zastoupení proveniencí na výzk. ploše/Representation of provenances in the research plot			
									47	48	74	75
1	Habovka-Vítanová	Slovensko/Slovakia	720	6064	S33	5		x	x		x	
2	Hrabušice-Koryto	Slovensko/Slovakia	680	6064	S29	4		x	x			
3	Kláštor pod Znievom-Slovany	Slovensko/Slovakia	800	6064	S26	2		x	x		x	
4	Poprad-Kvetnica	Slovensko/Slovakia	800	6064	S46	2		x	x	x	x	
5	Povážska Bystrica-Trstie	Slovensko/Slovakia	560	6063	S16	5		x	x	x	x	
6	Spišské Podhradie-Spišské Vlchy	Slovensko/Slovakia	770	6061	S29	4		x	x			
7	Spišské Podhradie-Branisko	Slovensko/Slovakia	770	6061	S40	4		x	x	x	x	
8	Stupava-Lozorno	Slovensko/Slovakia	200	6070	S13	7		x	x			
9	Stupava-Vysoká pri Morave	Slovensko/Slovakia	150	6070	S01	7		x	x			
10	Šaštín-Stráže-Šaštín (1)	Slovensko/Slovakia	200	6070	S01	7		x	x	x		
11	Bánovce nad Bebravou-Uhrovec	Slovensko/Slovakia	300	6070	S25	5		x	x		x	
12	Humenné-Kamenica	Slovensko/Slovakia	340	6061	S30	8		x	x	x		
13	Malacky-Lakšárska Nová Ves	Slovensko/Slovakia	200	6070	S01	7		x	x	x	x	
14	Modrý Kameň-Šaštín	Slovensko/Slovakia	200	6070	S10	8		x	x			
15	Nové Mesto nad Váhom-Vaďovce	Slovensko/Slovakia	320	6070	S14	5		x	x			
16	Piešťany-Planinka	Slovensko/Slovakia	350	6070	S02	8		x	x	x		
17	Prešov-Krížovany	Slovensko/Slovakia	600	6061	S22	4		x	x		x	
18	Rajecké Teplice-Rajec	Slovensko/Slovakia	550	6070	S34	5		x	x	x	x	
19	Topoľčany-Bojná	Slovensko/Slovakia	300	6070	S02	8		x	x		x	
20	Trenčín-Omšenie	Slovensko/Slovakia	300	6070	S15	5		x				
21	Šaštín-Stráže-Šaštín (2)	Slovensko/Slovakia	200	6070	S01	7		x				
22	Šaštín	Slovensko/Slovakia	200	6070	S10	7		x				
50	Jindřichův Hradec-Lovětín	ČR/CZ	505-640	3130	1	16	VII	4	x	x		
51	Žlutice-Smilov	ČR/CZ	540	3060	3	3	I	4	x	x	x	
52	Jindřichův Hradec-Dírná	ČR/CZ	485	3130	1	15	III	3	x			
53	Jindřichův Hradec-Kolence	ČR/CZ	436	3051	1	15	III	3	x		x	
54	Rožmitál pod Třemšínem-Smolotely	ČR/CZ	340-450	3120	9	10	I	3			x	
55	Horní Planá-Boletice	ČR/CZ	590-990	3054	2	12	II	6	x	x		
56	Třeboň-Hamr	ČR/CZ	445-460	3054	1	15	III	3	x	x		
57	Třeboň-Zámecké	ČR/CZ	440-460	3054	1	15	III	3	x		x	
58	Protivín-Skočice	ČR/CZ	400-580	3120	9	12	II	4	x		x	
59	Protivín-Libějovice	ČR/CZ	550	3120	9	15	III	4	x			
60	Horšovský Týn-Mělnice	ČR/CZ	490-540	3054	2	6	I	3	x	x		
61	Doksy-Valdštýn	ČR/CZ	320	3120	5	18	IV	1	x			
62	Nepomuk-Horažďovice	ČR/CZ	530-680	3054	9	10	VI	5	x		x	
63	Český Rudolec-Český Rudolec	ČR/CZ	510-540	3130	1	16	VII	3	x	x		
64	Tábor-Strkov	ČR/CZ	430-440	3130	9	15	III	3	x			
65	Hluboká nad Vltavou-Nová Obora	ČR/CZ	400-470	3070	9	15	III	3	x	x	x	
66	VLS Sušice-Křemelná	ČR/CZ	820	3054	2	13	II	6	x	x		
67	Strakonice-Štěkeň	ČR/CZ	410-450	3120	9	15	III	3	x			
68	Třeboň-Halámky	ČR/CZ	480	3054	1	15	III	3		x		
69	Milevsko-Ostrovec	ČR/CZ	340-375	3070	1	10	VI	2	x		x	
70	Tachov-Lesná	ČR/CZ	530-650	3054	2	11	I	5	x			
71	Lužná-Pšovky	ČR/CZ	380-429	3070	9	9	I	3	x		x	
72	Liberec-Sychrov	ČR/CZ	320-420	3051	5	18	IV	2	x			
73	Kroměříž-Halenkovice	ČR/CZ	290-320	3140	12	36	X	1	x			
74	Jeseník-Mikulovice	ČR/CZ	370	3051	8	32	VIII	2	x			

Tab. 2. Pokračování

75	Strážnice-Soboňky	ČR/CZ	197-207	6130	7	35	XI	1	x	
76	Kuřim-Vohančice	ČR/CZ	480	3130	6	33	VII	3	x	
77	Strážnice-Vracov	ČR/CZ	195-200	6130	7	35	XI	1		x
78	Chlumeck nad Cidlinou-Hlavečnick (1)	ČR/CZ	210	3110	4	17	V	1	x	
79	Rosice-Lukovany	ČR/CZ	420	3130	6	33	VII	3	x	x
80	Chlumeck nad Cidlinou-Kladruby (1)	ČR/CZ	215	3130	4	17	V	1		x
81	Litovel-Mírov (1)	ČR/CZ	410	3140	11	31	VII	3	x	
82	Broumov-Koruna (1)	ČR/CZ	460-500	3051	5	24	IV	3	x	
83	Jaroměřice nad Rokytnou-Dukovany	ČR/CZ	300-390	3130	6	33	VII	2	x	
84	Vysoké Chvojno-Poběžovice u Holic	ČR/CZ	280	3110	10	17	V	1	x	x
85	Náměšť nad Oslavou-Kladeruby nad Oslavou (1)	ČR/CZ	410-440	3130	6	33	VII	3	x	
86	Náměšť nad Oslavou-Kladeruby nad Oslavou (2)	ČR/CZ	420	3130	6	33	VII	3	x	x
88	Jaroměřice nad Rokytnou-Radkovice u Hrotovic (1)	ČR/CZ	410-490	3130	6	33	VII	3	x	
89	Kuřim-Doubravník	ČR/CZ	320	3130	6	33	VII	1	x	
90	Kuřim-Deblín	ČR/CZ	490	3130	6	33	VII	3	x	
91	Ruda nad Moravou-Ruda nad Moravou	ČR/CZ	420	3051	6	28	VIII	3	x	
92	Opočno-Týniště nad Orlicí (1)	ČR/CZ	260-270	3110	10	17	V	1	x	x
94	Telč-Horní Dubenky (1)	ČR/CZ	615	3130	6	16	VII	5	x	
95	Lomnice-Dolní Rožínky	ČR/CZ	500-530	3130	6	33	VII	3	x	
96	Lomnice	ČR/CZ	515	3130	6	33	VII	3	x	
97	Stříbro-Sulislav	ČR/CZ	380-450	3060	3	6	I	3	x	x
98	Znojmo-Višňové	ČR/CZ	330-350	3130	6	33	VII	1	x	x
99	Rosice-Oslavany	ČR/CZ	320-350	3130	6	33	VII	1	x	
100	Petrohrad-Kryry (1)	ČR/CZ	400	3120	9	9	I	3	x	x
104	Konopiště- Neveklov	ČR/CZ	340-450	3070	9	10	VI	3	x	x
106	Petrohrad-Kryry (2)	ČR/CZ	400	3120	9	9	I	3	x	
107	Broumov-Koruna (2)	ČR/CZ	460-500	3051	5	24	IV	3	x	x
108	Dvůr Králové-Kocbeře	ČR/CZ	470-495	3120	5	23	IV	3	x	x
109	Chlumeck nad Cidlinou-Štít	ČR/CZ	217	3110	4	17	V	1	x	
110	Chlumeck nad Cidlinou-Kladruby (2)	ČR/CZ	210	3110	4	17	V	1		x
111	Chlumeck nad Cidlinou-Hlavečnick (2)	ČR/CZ	210	3110	4	17	V	1	x	
112	Opočno-Týniště nad Orlicí (2)	ČR/CZ	270	3110	10	17	V	1	x	
113	Opočno-Bědovice	ČR/CZ	260-270	3110	10	17	V	1		x
114	Vysoké Chvojno-Poběžovice u Holic (2)	ČR/CZ	280-320	3110	10	17	V	1	x	
116	Brumov-Slavičín (1)	ČR/CZ	370-420	6130	12	38	X	3	x	
117	Brumov-Slavičín (2)	ČR/CZ	370-420	6130	12	38	X	3		x
118	Jaroměřice nad Rokytnou-Radkovice u Hrotovic (2)	ČR/CZ	410-490	3130	6	33	VII	3		x
119	Buchlovice-Kvasice	ČR/CZ	300-320	6130	6	36	X	1		x
121	Kuřim-Svinošice	ČR/CZ	350	3130	6	30	VII	2	x	x
122	Kuřim-Vohančice (2)	ČR/CZ	420	3130	6	33	VII	3		x
124	Nové Město na Moravě-Horní Rožínka	ČR/CZ	500-530	3130	6	16	VII	3	x	x
125	Prostějov-Ptení (1)	ČR/CZ	400-470	3140	11	30	VII	3	x	
126	Prostějov-Seloutky	ČR/CZ	225-230	3140	11	30	VII	1		x
128	Prostějov-Ptení (2)	ČR/CZ	400-470	3140	11	30	VII	3	x	
131	Rájec-Jestřebí-Punkva	ČR/CZ	470-480	3140	11	30	VII	3	x	x
132	Náměšť nad Oslavou-Lukovany	ČR/CZ	420	3130	6	33	VII	3		x
134	Strážnice-Vracov (2)	ČR/CZ	200-215	6130	7	35	XI	1	x	x
135	Strážnice-Soboňky (2)	ČR/CZ	197-208	6130	7	35	XI	1	x	
136	Telč-Horní Dubenky (2)	ČR/CZ	615	3130	6	16	VII	5		x
137	Luhačovice-Malenovice	ČR/CZ	240-340	6130	12	38	X	1		x
138	Hradec nad Moravicí-Bor	ČR/CZ	270-280	3051	8	29	VIII	1	x	
139	Jeseník-Mikulovice (2)	ČR/CZ	370	3051	8	32	VIII	2		x
140	Krnov-Cvilín (1)	ČR/CZ	330-340	3051	8	32	VIII	1	x	x
141	Krnov-Cvilín (2)	ČR/CZ	380-400	3051	8	32	VIII	2		x
142	Litovel-Mírov (2)	ČR/CZ	410	3140	11	31	VII	3		x

Tab. 2. Pokračování

143	Opava-Chuchelná	ČR/CZ	250	3054	8	32	VIII	1			x
144	Jemnice-Kosová	ČR/CZ	470-530	3054	6	33	VII	3	x	x	x
145	Lomnice nad Popelkou-Střeleč	ČR/CZ	300-310	3130	5	18	IV	1	x	x	x
146	Přibyslav-Nové Veselí	ČR/CZ	550-575	3130	6	16	VII	4	x	x	x
147	Písek-Údraž	ČR/CZ	420	3070	9	10	VI	3	x		x x
148	Písek-Nová Ves	ČR/CZ	450	3070	9	10	VI	3	x		x
149	Písek-Ostrovec	ČR/CZ	340-375	3070	9	10	VI	2	x	x	
150	Vysoké Chvojno-Poběžovice u Holic (3)	ČR/CZ	280-320	3110	10	17	V	1	x	x	
151	Ronov nad Doubravou-Chlumek	ČR/CZ	400-480	3070	9	10	VI	3	x	x	x
152	Vysoké Chvojno-Svinary	ČR/CZ	249-255	3110	10	17	V	1	x	x	x x
153	Kácov-Psáře	ČR/CZ	440	3070	9	10	VI	3	x		x
154	Ronov nad Doubravou-Morašice	ČR/CZ	300	3070	9	10	VI	1	x	x	
155	Znojmo-Zálesí	ČR/CZ	380-430	3130	6	33	VII	3	x		
156	Znojmo-Čížov	ČR/CZ	400-450	3130	6	33	VII	3	x	x	x
157	Český Krumlov-Nová Ves	ČR/CZ	500	3054	2	12	II	3	x	x	x
158	Tábor-Černice	ČR/CZ	435-475	3070	1	15	III	3	x	x	x x
159	Červené Poříčí-Merklín	ČR/CZ	380-450	3060	3	6	I	3	x	x	x x
160	Český Rudolec-Lipnice	ČR/CZ	550-600	3130	6	16	VII	4	x	x	x
165	Písek-Hůrky-Obůrka	ČR/CZ	450	3070	9	15	III	3			x

¹⁾ Podle RUBNER, REINHOLD (1953) / According to RUBNER, REINHOLD (1953)

²⁾ Podle SVOBODY (1953), upraveno ŠINDELÁŘ (2003)/According to SVOBODA (1953), modified by ŠINDELÁŘ (2003)

Měření bylo provedeno na ploše Čimelice č. 48 v roce 2018, v roce 2019 byly změřeny plochy Hůrky 74, Kolence č. 75 a v dubnu 2020 byla změřena poslední plocha Zelená Bouda č. 47. Pomocí výškoměru Vertex Haglůf s přesností na 0,1 m a milimetrové průměrky Haglůf byly u každého stromu změřeny výška a výčetní tloušťka. U každého stromu byl následně vypočten objem kmene pomocí objemové rovnice (PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Dále byly hodnoceny kvalitativní charakteristiky tvárnosti kmene (1 – zcela přímý; 2 – jednostranně zakřivený v přízemní části; 3 – jednostranně zakřivený po celé délce; 4 – silně esovitě prohnutý; 5 – vícenásobně prohnutý, zvlněný), zdravotní stav (1 – zdravý; 2 – mírně zhoršený, počínající symptomy; 3 – zhoršený, výrazné symptomy; 4 – výrazně zhoršený, odumírající; 5 – odumřelý), tloušťka větví v koruně (1 – jemné, do 1/10 tloušťky kmene v místě větvení; 2 – hrubší, do 1/4 tloušťky kmene v místě větvení; 3 – hrubé, do 1/2 tloušťky kmene v místě větvení; 4 – tlusté, více jak 1/2 tloušťky kmene v místě větvení), poškození kmene (1 – bez poškození; 2 – poškozen pouze ve vrcholové části; 3 – vícenásobný zlom, dobrý zárůst; 4 – vícenásobný zlom, špatný zárůst; 5 – poškozen ve spodní části kmene), točitost kmene (1 – žádná; 2 – mírná; 3 – výrazná), čistění kmene, kde se neuvazuje se zelenou korunou (1 – celý kmen bez větví, odumřelých nebo ojedinělých zelených nesouvisejících s korunou; 2 – dolní 3/5 kmene bez větví; 3 – dolní 2/5 kmene bez větví; 4 – dolní 1/5 kmene bez větví; 5 – větve po celém kmenu), průřez kmene (1 – kruhový; 2 – eliptický; 3 – nepravidelný), sbíhavost kmene (1 – plnodřevná; 2 – mírná; 3 – výrazná). Na výzkumné ploše Čimelice č. 48 měřené v roce 2018, kde nebyla ještě sjednocena a rozšířena používaná klasifikace morfologických znaků, byla hodnocena pouze tvárnost kmene. Ze všech vysazených 125 proveniencí v pokusné sérii 1972 jich bylo vzhledem ke zničené výzkumné ploše č. 48 – Jakule a odumřelým proveniencím na výzkumných plochách vyhodnoceno pouze 121.

Statistické vyhodnocení souborů dat bylo provedeno v programech Excel 2013, QCExpert 3.3.6.5, NCSS 10, Statistica 12 a PAST 2.17c. Pro vyhodnocení naměřených dat, která byla nenormálního rozděle-

ní, byla zvolena neparametrická jednofaktorová Kruskal-Wallis ANOVA ($\alpha = 0,05$) s následným Kruskal-Wallis (Dunn) testem mnohonásobného porovnání. Pro vícerozměrnou analýzu hlavních komponent (PCA) byly využity mediány proměnných. Růstové údaje a indexy jsou uváděny v mediánové hodnotě. Indexem je míněn medián kvalitativních tříd.

VÝSLEDKY

Při srovnání růstových vlastností dřeviny na všech čtyřech výzkumných plochách dosahovala výzkumná plocha č. 48 – Čimelice nejvyšších hodnot: mediánová výška stromů 22,05 m, mediánová výčetní tloušťka 19,60 cm a mediánový objem kmene 0,295 m³. Následovala výzkumná plocha č. 75 – Kolence s mediánovou výškou stromů 19,9 m, mediánovou výčetní tloušťkou 18,43 cm a mediánovým objemem kmene 0,231 m³. Třetí v pořadí růstových hodnot byla výzkumná plocha č. 74 – Hůrky s mediánovou výškou stromů 19,5 m, mediánovou výčetní tloušťkou 18,3 cm a mediánovým objemem kmene 0,222 m³. Poslední s nejnižšími růstovými vlastnostmi dřeviny byla výzkumná plocha č. 47 – Zelená Bouda, kde dosahovala mediánová výška stromů 18,7 m, mediánová výčetní tloušťka 14,95 cm a mediánový objem kmene 0,140 m³. V tvárnosti kmene dosahovaly na výzkumných plochách č. 47, 48 a 74 indexy hodnoty 2 (jednostranně zakřivený v přízemní části), až na výzkumnou plochu č. 75 s indexem 1,5, hraničícím mezi zcela přímým a jednostranně zakřiveným kmenem v přízemní části.

Z pohledu hodnocených vlastností proveniencí na výzkumné ploše č. 47 – Zelená Bouda dosahovala nejvyšší mediánové výšky stromů (tab. 3) proveniencie č. 138 – Hradec nad Moravicí, Bor s hodnotou 19,80 m, za níž následovala proveniencie č. 104 – Konopiště, Neveklov s hodnotou 19,65 m. Nejnižší mediánové výšky byly zjištěny u proveniencie č. 20 – Trenčín, Omšenie s hodnotou 16,70 m a u proveniencie č. 5 – Považská Bystrica, Trstie s hodnotou 17,20 m. V tloušťkovém

růstu vynikala provenience č. 10 – Šaštín, Stráže, Šaštín (1) s mediánovou výčetní tloušťkou 18,45 cm a provenience č. 156 – Znojmo, Čížov s hodnotou 17,85 cm. Naopak nejnižších hodnot dorůstala provenience č. 4 – Poprad, Kvetnica s tloušťkou 11,88 cm a č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie s hodnotou 12,60 cm. Nejvyšší mediánové hodnoty vypočteného objemu kmene byly zjištěny u provenience č. 10 – Šaštín, Stráže, Šaštín (1) o objemu 0,223 m³ a č. 128 – Prostějov, Ptení (2) o objemu 0,203 m³. Nejnižších mediánových objemů dosahovala provenience č. 4 – Poprad, Kvetnica (0,073 m³) a č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie (0,086 m³). Základním hodnocením morfologických rysů stromu byl tvar kmene, kde převažovaly nejlépe hodnocené stromy provenience č. 90 – Kuřim, Deblín a provenience č. 70 – Tachov, Lesná se zcela přímým kmenem. Naopak provenience č. 72 – Liberec, Sychrov a č. 50 – Jindřichův Hradec, Lovětín dosahují indexu 2. Zdravotní stav byl většinou hodnocen indexem 1 – zdravý, ale u provenience č. 55 – Horní Planá, Boletice a č. 89 – Kuřim, Doubravník byl hodnocen indexem 1,5 (rozhraní mezi zdravým a mírně zhoršeným) a u provenience č. 153 – Kácov, Psáře indexem 2 (mírně zhoršený stav). Ostatní morfologické rysy byly zjištěny bez statisticky významného rozdílu. Celkově tloušťka větví v koruně dosahovala indexu 2 – hrubší – do ¼ tloušťky kmene v místě větvení, poškození kmene indexu 1 – bez poškození, točitost kmene indexu 1 – žádná, čištění kmene indexu 2 – dolní 3/5 kmene bez větví, průřez kmene indexu 1 – kruhový a sbíhavost kmene indexu 1 – plnodřevná.

Na výzkumné ploše č. 48 – Čimelice dosahovala nejvyšší mediánové výšky stromů provenience č. 144 – Jemnice, Kosová s hodnotou 24,05 m, za níž následovala provenience č. 77 – Strážnice, Vracov s hodnotou 23,50 m. Nejnižší mediánové výšky byly zjištěny u provenience č. 19 – Topolčany, Bojná s hodnotou 20,55 m a u provenience č. 156 – Znojmo, Čížov s hodnotou 20,60 m. V tloušťkovém růstu vynikala provenience č. 8 – Stupava, Lozorno s mediánovou výčetní tloušťkou 22,50 cm a provenience č. 156 – Znojmo, Čížov s hodnotou 22,35 cm. Naopak nejnižších hodnot dorostly provenience č. 157 – Český Krumlov, Nová Ves s tloušťkou 17,30 cm a provenience č. 15 – Nové Mesto nad Váhom, Vaďovce s hodnotou 17,70 cm. Nejvyšší mediánové hodnoty objemu kmene byly zjištěny u provenience č. 158 – Tábor, Černice o objemu 0,399 m³ a provenience č. 8 – Stupava, Lozorno o objemu 0,378 m³. Nejnižších mediánových objemů dosahovala provenience č. 15 – Nové Mesto nad Váhom, Vaďovce (0,215 m³) a č. 157 – Český Krumlov, Nová Ves (0,230 m³). Z morfologických rysů byla hodnocena pouze tvárnost kmene, kde většina proveniencí vykazovala jednostranně zakřivený kmen v přízemní části. Nejlépe hodnocené stromy podle průměru (v tabulce mediánový index 2) vycházely u provenience č. 7 – Spišské Podhradie, Branisko a provenience č. 152 – Vysoké Chvojno, Svinary. Naopak horší kvalitu kmene dosahovala provenience č. 50 – Jindřichův Hradec, Lovětín s indexem 3 (jednostranně zakřivený po celé délce).

Na výzkumné ploše č. 74 – Hůrky dosahovala nejvyšší mediánové výšky stromů provenience č. 118 – Jaroměřice nad Rokytnou, Radkovic u Hrotovic (2) s hodnotou 20,50 m, za níž následovala provenience č. 159 – Červené Poříčí, Merklín s hodnotou 20,45 m. Nejnižší mediánové výšky byly zjištěny u provenience č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie s hodnotou 18,20 m a u provenience č. 140 – Krnov, Cvilín (1) s hodnotou 18,30 m. V tloušťkovém růstu vynikala provenience č. 118 – Jaroměřice nad Rokytnou, Radkovic u Hrotovic (2) s mediánovou výčetní tloušťkou 22,00 cm a provenience č. 4 – Poprad, Kvetnica s hodnotou 21,93 cm. Naopak nejnižších hodnot dorůstala provenience č. 147 – Písek, Údraž s tloušťkou 16,15 cm a provenience č. 158 – Tábor, Černice s hodnotou 16,45 cm. Nejvyšší mediánové hodnoty vypočteného objemu kmene byly zjištěny u provenience č. 4 – Poprad, Kvetnica o objemu 0,336 m³ a u provenience č. 118 – Jaroměřice nad Rokytnou, Radkovic u Hrotovic (2) o objemu 0,334 m³. Nejnižších mediánových objemů dosahovala provenience č. 158 – Tábor, Černice (0,159 m³) a č. 147 – Písek, Údraž (0,169 m³). Nejlépe hodno-

né stromy v případě tvaru kmene převažovaly u provenience č. 136 – Telč, Horní Dubenky (2) a provenience č. 16 – Piešťany, Planinka se zcela přímým kmenem (index 1). Naopak provenience č. 147 – Písek, Údraž dosahovala indexu 3 (jednostranně zakřivený po celé délce). Zdravotní stav byl většinou hodnocen indexem 2 – mírně zhoršený, ale u provenience č. 126 – Prostějov, Seloutky byl hodnocen indexem 1 (zdravý), a naopak u proveniencí č. 18, 79, 132 a 165 byl indexován číslem 3 (zhoršený stav). Čištění kmene bylo u většiny proveniencí na indexu 2 – dolní 3/5 kmene bez větví. Pouze u provenience č. 16 – Piešťany, Planinka a č. 139 – Jeseník, Mikulovice (2) dosahoval index 1 (celý kmen bez větví) a u provenience č. 4 – Poprad, Kvetnica index 3 (dolní 2/5 kmene bez větví). Další hodnocené morfologické rysy byly vyhodnoceny bez statisticky významného rozdílu. Celkově tloušťka větví v koruně dosahovala indexu 1 – jemně do 1/10 tl. kmene v místě větvení, poškození kmene indexu 1 – bez poškození, točitost kmene indexu 1 – žádná, průřez kmene indexu 1 – kruhový a sbíhavost kmene indexu 1 – plnodřevná.

Na výzkumné ploše č. 75 – Kolence dosahovala nejvyšší mediánové výšky stromů provenience č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie s hodnotou 23,40 m, za níž následovaly provenience č. 84 – Vysoké Chvojno, Poběžovice u Holic a č. 91 – Ruda nad Moravou, Ruda nad Moravou se shodnou hodnotou 21,70 m. Nejnižší mediánové výšky byly zjištěny u provenience č. 17 – Prešov, Krížovany s hodnotou 16,60 m a u provenience č. 3 – Kláštor pod Znievom, Slovyany s hodnotou 17,70 m. V tloušťkovém růstu vynikala provenience č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie s mediánovou výčetní tloušťkou 29,90 cm a provenience č. 80 – Chlumeck nad Cidlinou, Kladruba (1) s hodnotou 27,43 cm. Naopak nejnižších hodnot dorůstala provenience č. 17 – Prešov-Krížovany s tloušťkou 14,60 cm a provenience č. 51 – Žlutice, Smilov s hodnotou 14,70 cm. Nejvyšší mediánové hodnoty objemu kmene byly zjištěny u provenience č. 5 – Povážská Bystrica, Trstie o objemu 0,724 m³ a u provenience č. 80 – Chlumeck nad Cidlinou, Kladruba (1) o objemu 0,558 m³. Nejnižších mediánových objemů dosahovaly provenience č. 17 – Prešov, Krížovany (0,120 m³) a č. 51 – Žlutice, Smilov (0,139 m³). U hodnocení tvárnosti kmene nejlépe vycházely stromy provenience č. 51 – Žlutice, Smilov a provenience č. 1 – Habovka, Vitanová se zcela přímým kmenem. Naopak nejhorší kvalitu projevovaly stromy u provenience č. 80 – Chlumeck nad Cidlinou, Kladruba (1) s indexem 3,5 (přechod mezi jednostranně zakřiveným po celé délce až silně esovitě prohnutým). Zdravotní stav byl většinou hodnocen indexem 1 – zdravý, ale u proveniencí č. 1 – Habovka, Vitanová a č. 18 – Rajecké Teplice, Rajec byl hodnocen indexem 1,5 (rozhraní mezi zdravým a mírně zhoršeným) a u provenience č. 7 – Spišské Podhradie, Branisko a č. 152 – Vysoké Chvojno, Svinary indexem 2 (mírně zhoršený stav). U čištění kmene převažovalo hodnocení indexem 2 (dolní 3/5 kmene bez větví), ale u 12 proveniencí (č. 3, 4, 7, 13, 17, 53, 58, 100, 152, 153, 160) bylo zjištěno i horší čištění s indexem 3 (dolní 2/5 kmene bez větví). Ostatní morfologické rysy byly zjištěny bez statisticky významného rozdílu. Celkově tloušťka větví v koruně dosahovala indexu 1 – jemně do 1/10 tl. kmene v místě větvení, poškození kmene indexu 1 – bez poškození, točitost kmene indexu 1 – žádná, průřez kmene indexu 1 – kruhový a sbíhavost kmene indexu 1 – plnodřevná.

Analýzy hlavních komponent byly graficky znázorněny biploty (obr. 1, 2, 3). Pro zpracování byly využity shodné znaky s dostatečným podílem informací: výška stromů, výčetní tloušťka, tvárnost kmene a zdravotní stav. Z hodnocených dat měřených na výzkumné ploše č. 47 – Zelená Bouda se v grafu (obr. 1) projeví dvě silně významné vysvětlující proměnné – výčetní tloušťka a výška stromů, které tvoří linie proveniencí od jejich nejmenších hodnot (provenience č. 4, 5, 20) až po nejvyšší hodnoty (č. 156, 128, 10). Rozdělení na dvě velké skupiny (linií) zapříčinila vysvětlující proměnná tvar kmene. Poslední malý shluk je tvořen ve IV. kvadrantu třemi proveniencemi (153, 55, 89), kde se navíc projevil jejich zhoršený zdravotní stav. Z dat

Tab. 3. Pokračování

153	Kácov-Pšáfe	18,70	x	x	19,00	15,50	x	16,68	0,159	x	0,185	2	x	x	1	2	x	1	2	x	1	1	x	1	2	x	3	1	x	1	1	x	1			
154	Ronov nad Doubravou-Morašice	19,00	21,90	x	x	16,45	19,55	x	0,175	0,300	x	2	2	x	x	1	x	x	2	x	x	1	x	x	2	x	1	x	1	x	1	x	x			
155	Znojmo-Zálesí	18,25	x	x	x	14,18	x	x	0,127	x	x	2	x	x	x	1	x	x	2	x	x	1	x	x	2	x	x	1	x	1	x	1	x	x		
156	Znojmo-Čížov	19,50	20,60	19,60	x	17,85	22,35	17,90	x	0,201	0,366	0,219	x	1	2	1	x	1	2	x	2	1	x	1	1	2	2	x	1	1	x	1	1	x	x	
157	Český Krumlov-Nová Ves	18,60	22,00	x	20,10	14,60	17,30	x	17,70	0,132	0,230	x	0,205	2	2	x	1	x	1	2	x	1	x	1	1	2	x	2	1	1	x	1	1	1	x	1
158	Tábor-Čermice	18,10	23,40	18,85	20,15	15,28	22,05	16,45	20,60	0,139	0,389	0,159	2	2	1	1	2,5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2,5	1	1	1	1	1	1	1
159	Červené Poříčí-Merklin	18,20	22,35	20,45	20,40	13,55	19,35	19,10	18,20	0,115	0,274	0,239	0,230	2	1,5	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
160	Český Rudolec-Lipnice	18,60	21,60	x	21,20	16,25	19,35	x	21,60	0,172	0,286	x	0,386	1	2	x	2	1	x	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1
165	Písek-Hůrky-Obůrka	x	x	19,85	x	x	x	18,025	x	x	0,224	x	x	x	1	x	3	x	x	x	x	1	x	1	x	x	2	x	1	x	1	x	1	x	1	x

Poznámky: Podbarvení tmavě zelenou značí nejlepší hodnotu, světle zelená značí druhou nejlepší hodnotu, červená značí nejhorší hodnotu. U výzkumné plochy č. 48 byla měřena pouze morfologická charakteristika tvárnosti kmene.
Notes: Dark green indicates the best value, light green the second best value, red indicates the worst value, and orange the second worst value. Only the morphological characteristic of the stem form index was measured in research plot No. 48.

z výzkumné plochy č. 48 – Čimelice nebyl dostatek proměnných pro tvorbu grafického výstupu v podobě biplotu. V biplotu (obr. 2) zahrnujícím provenience z výzkumné plochy č. 74 – Hůrky se opět projevila úzká vazba na růstové proměnné (podprůměrné provenience č. 5, 137, 147; nadprůměrné provenience č. 118, 4), ale trend byl ovlivněn proměnnou tvárností kmene v opačném směru, což se ukázalo na provenienci č. 136. U provenience č. 126 se navíc pozitivně projevil ukazatel proměnné zdravotní stav, který osamostatnil provenience ve IV. kvadrantu. Provenience negativně ovlivněné zdravotním stavem (č. 165, 79, 18, 132) se nacházejí na okraji I. a II. kvadrantu. Z poslední hodnocené výzkumné plochy č. 75 – Kolence se na biplotu (obr. 3) projevují ve stejném trendu v I. kvadrantu obě růstové veličiny/proměnné a naproti sobě jsou v II. kvadrantu proměnné zdravotního stavu a ve IV. kvadrantu tvárnosti kmene. Opět se vylíšily dvě skupiny (linie) v důsledku růstových veličin, ale již méně výrazně oproti prvnímu biplotu. Důvodem je větší proměnlivost ve tvárnosti kmene, která provenience více roztržila (např. nekvalitní kmen u provenienci č. 17, 159, 80), a v opačném směru proměnná zdravotní stav s méně vitálními proveniencemi č. 7 a 152.

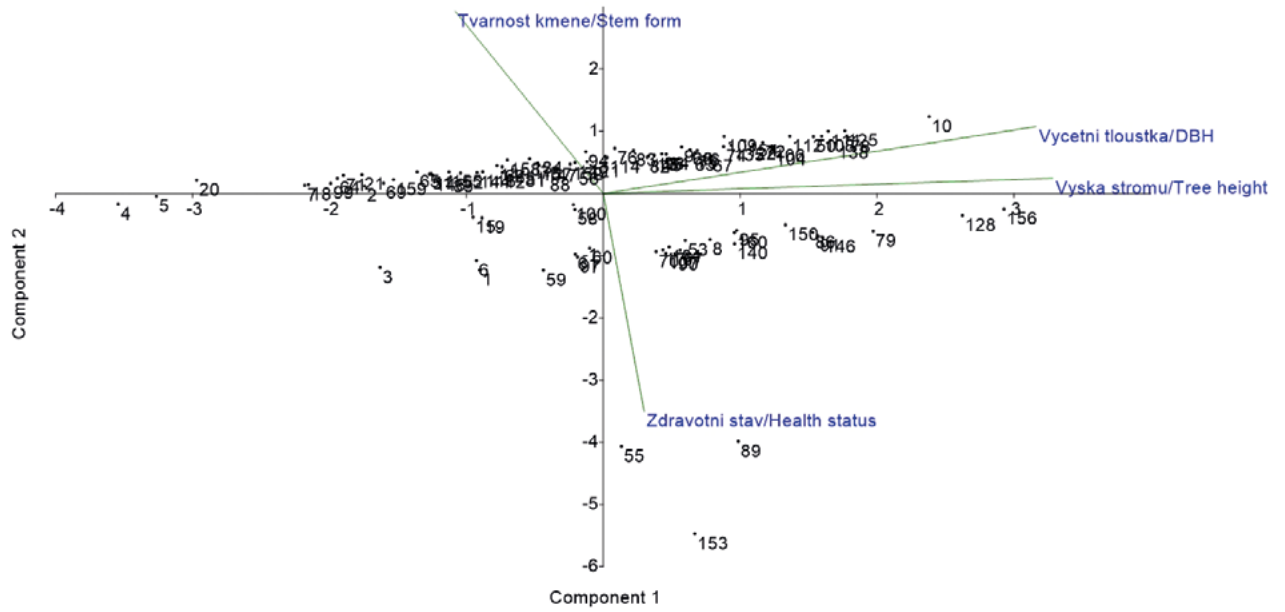
DISKUSE

Provenience borovice lesní z vybraných československých porostů se na čtyřech lokalitách projevuje rozdílnými kvantitativními a kvalitativními znaky. Na bohatším stanovišti výzkumné plochy č. 48 – Čimelice se tvar kmene (pro celý porost) celkově projevoval oproti ostatním plochám jako zhoršený. Vyhodnocené charakteristiky dřeviny mezi výzkumnými plochami byly pravděpodobně ovlivněny odlišným typem stanoviště a rozdílným provedením výchovných zásahů (SLODIČÁK et al. 2013).

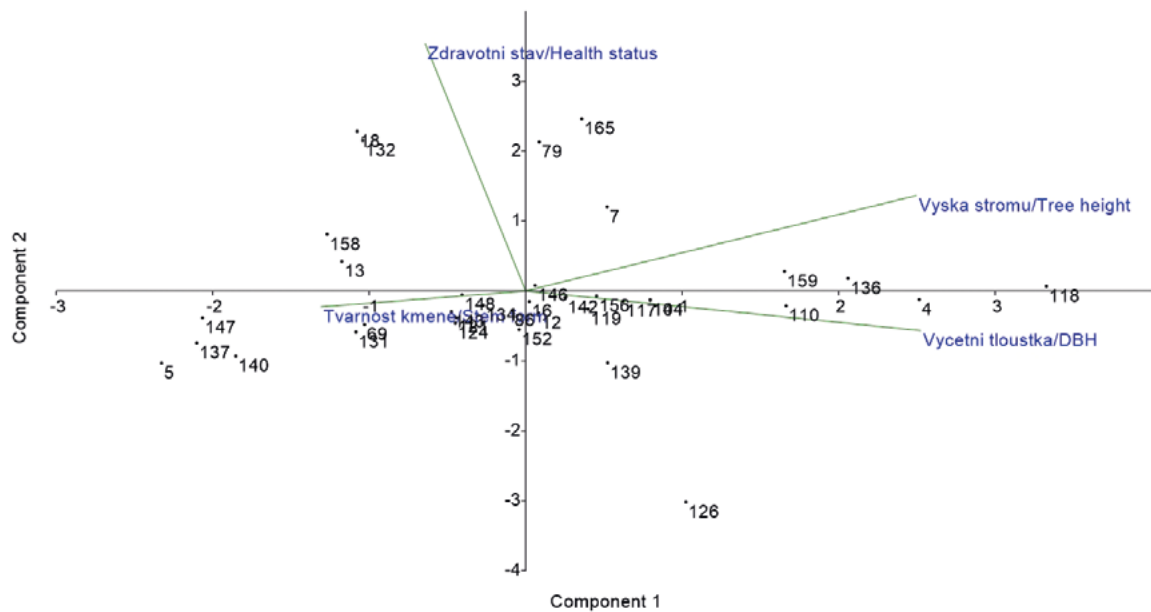
Na výzkumné ploše č. 47 odpovídala růstově nejlepší provenience č. 138 bonitě 3 (ČERNÝ et al. 1996), zatímco nejhorší provenience č. 20 bonitě 5. Na výzkumné ploše č. 48 s nejvyššími růstovými hodnotami odpovídala provenience č. 144 bonitě +1, naopak s nejnižšími růstovými hodnotami provenience č. 19 odpovídala bonitě 2. Na výzkumné ploše č. 74 dosáhla nejlepších růstových hodnot provenience č. 118 s bonitou 2, a naopak provenience č. 5 odpovídala bonitě 4. Na poslední výzkumné ploše č. 75 byla nejlépe růstově hodnocena provenience č. 5 odpovídající bonitě 1, což však bylo způsobeno malým počtem jedinců (3 ks) s výhodou menší konkurence a většího světlostního přírůstu. Na druhou stranu nejnižších růstových hodnot dosahovala provenience č. 17, pro kterou byla stanovena bonita 5. Rozdíl mezi bonitami provenience byl většinou o dva stupně, s výjimkou poslední výzkumné plochy, kde se rozdíl zvýšil na čtyři stupně kvůli zmíněným vlivům na růst stromů na parcele.

Proměnlivost vybraných proveniencí borovice lesní ukazuje v prvním případě na relativně značné rozdíly, což již deklarovali ŠINDELÁŘ et al. (2007a, 2007b) na stejných výzkumných plochách ve věku 17 let s odůvodněním, že se jedná z největší části o provenience kulturního, vesměs rozmanitého a neznámého původu. V druhém případě je zajímavostí, že slovenské provenience (č. 10, 21, 22), jejichž osivo bylo odebrané ze stejného katastrálního území, ale jiného lesního porostu, mají na ověřovací ploše č. 47 rozdílné růstové charakteristiky. I když jsou pěstovány na stejném stanovišti, mají shodnou výchovu a i hustota stromů je podobná, jsou mediánové hodnoty růstových charakteristik odlišné. Téměř podobný případ je zaznamenán autory GÜLCÜ a BİLİR (2017) v Turecku, kde hlavně z lokálních a tří zahraničních zdrojů borovice lesní byly založeny dvě výzkumné plochy a při jejich vyhodnocení ve věku 13 let byly zjištěny značné růstové rozdíly a různé vysoká mortalita.

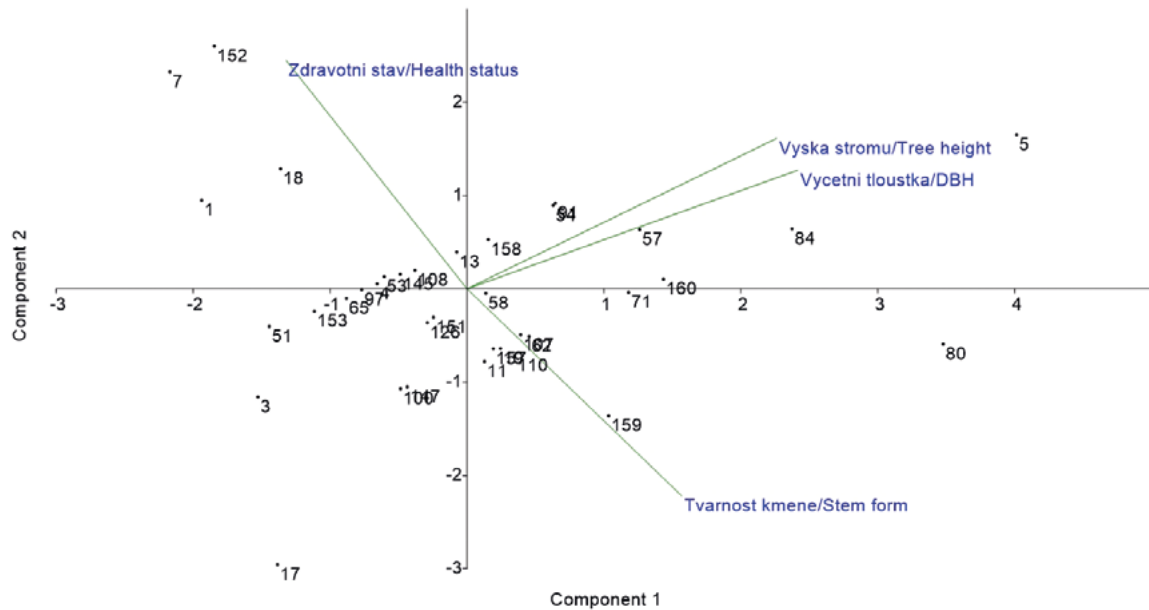
Nelze tedy jednoznačně doporučit vhodné provenience na konkrétní lokalitu, nicméně z našich výsledků je možné vyzorovat, že horší růstové vlastnosti byly na výzkumných plochách většinou u sloven-



Obr. 1.
 PCA hodnocených dat z výzkumné plochy č. 47
Fig. 1.
 PCA of the evaluated data from research plot No. 47 in the form of a biplot



Obr. 2.
 PCA hodnocených dat z výzkumné plochy č. 74
Fig. 2.
 PCA of the evaluated data from research plot No. 74


Obr. 3.

PCA hodnocených dat z výzkumné plochy č. 75

Fig. 3.

PCA of the evaluated data from research plot No. 75

ských proveniencí oproti českým dílčím populacím. Konkrétní lokální provenienci vhodnou pro pěstování v Polsku nenalezla ani provenienční studie (SZELIGOWSKI et al. 2023) řešená na výzkumné ploše v centru Polska, přesto byly stanoveny nejlepší proveniencie ze západní a centrální části Polska. Navíc bylo dodáno, že je nutné otestovat další provenienční pokusy borovice lesní v různých částech státu, aby bylo možné zpřesnit interpretaci výsledků pro současné podmínky.

V naší studii bylo sice při vyhodnocení rajonizace zahrnuto i přiřazení proveniencí na výzkumných plochách do jednotlivých přírodních lesních oblastí (PLO) a také semenářských oblastí (SO), ale u takto sjednocených proveniencí do větších areálů byl zjištěn velmi malý rozdíl mezi PLO a až bezvýznamný rozdíl mezi SO z důvodu velkého rozptýlení hodnot. V důsledku vyhodnocení širšího areálu zastoupených proveniencí (PLO až SO) byly rozdíly ve zjištěných kvantitativních a kvalitativních charakteristikách postupně minimalizovány. U zařazení proveniencí k regionům podle autorů RUBNER, REINHOLD (1953) to vede skoro až k minimálním rozdílům mezi regiony. Bylo by vhodné otestovat reprodukční materiál z více oblastí (států) areálu borovice lesní, jelikož např. vědecká publikace z Bosny a Hercegoviny (BALLIAN, ŠITO 2017) zabývající se juvenilními růstovými a fenotypovými vlastnostmi mezinárodních proveniencí borovice lesní ukazuje na dobré výsledky výškového růstu polských, slovenských a skotských proveniencí.

Je důležité pokračovat ve výzkumu provenienčních pokusů na borovici lesní v celoevropském i světovém měřítku z důvodů globálních změn klimatu a hledat nejvhodnější cestu pro zajištění trvale udržitelného lesního hospodářství. Jednou ze zvažovaných cest je i asistovaná migrace otestovaného materiálu. Jenže je už málo zemí zabývajících se touto dlouhodobou problematikou a postupně jejich zastoupení klesá, proto je nutné vynaložit úsilí o vybudování další sítě provenienčních ploch (KRAKAU et al. 2013). Nicméně v současné době opět dochází k renesanci provenienčních výzkumů.

ZÁVĚR

Vyhodnocení provenienčního pokusu proveniencí borovice lesní na čtyřech výzkumných plochách vysazených v roce 1972 potvrzuje širokou ekovalenci dřeviny, i když růstové schopnosti proveniencí byly na jednotlivých stanovištích různé. Velký rozptyl v růstových charakteristikách proveniencí nespécifikuje vhodnost konkrétního reprodukčního materiálu pro danou oblast. Je zajímavé, že například na výzkumné ploše č. 47 měly slovenské proveniencie i z relativně malé uzemní jednotky (oblast Šaštín) odlišné kvantitativní a kvalitativní znaky. Nicméně při vyhodnocení ověřovacích ploch borovice lesní v Čechách se projevil zhoršené růstové schopnosti u většiny slovenských proveniencí. Je proto nutné otestovat více proveniencí z větší oblasti areálu borovice lesní pro získání možnosti využití širšího množství reprodukčního materiálu dřeviny v našich podmínkách. Z dlouhodobého hlediska je potřeba zajistit další provenienční pokusy s novým reprodukčním materiálem pro posouzení vhodnosti v měnících se přírodních podmínkách.

Poděkování:

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK22020062 a institucionální podpory MZE-RO0123.

LITERATURA

- BALLIAN D., ŠITO S. 2017. Analysis of differences of growth and phenology of provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in provenance experiment at Žepče. *Biosystems Diversity*, 25 (3): 228–235. DOI: 10.15421/011735
- BELLETTI P., FERRAZZINI D., PIOTTI A., MONTELEONE I., DUCCI F. 2012. Genetic variation and divergence in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) within its natural range in Italy. *European Journal of Forest Research*, 131: 1127–1138. DOI: 10.1007/s10342-011-0584-3
- BÍLEK L., ZEIDLER A., PULKRAB K., ULBRICHOVÁ I., VACEK S., BORŮVKA V., VÍTÁMVÁS J., REMEŠ J., VACEK Z., SLOUP R. 2018. Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 56 s. *Lesnický průvodce* 4/2018.
- COATES D.J., BYRNE M. 2005. Genetic variation in plant populations: assessing cause and pattern. In: Henry, R.J. (ed.): *Plant diversity and evolution: genotypic and phenotypic variation in higher plants*. Wallingford, CABI Publishing: 139–164.
- CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., POLÁKOVÁ L., TRČKOVÁ O. 2017. Hodnocení genetických charakteristik u borovice lesní s využitím mikrosatelitových markerů. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 43 s. *Lesnický průvodce*, 4/2017.
- ČÁP J., FULÍN M., NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., TRČKOVÁ O., POLÁKOVÁ L., DOSTÁL J., FRÝDL J. 2016. Genetická charakterizace významných regionálních populací borovice lesní v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 41 s. *Lesnický průvodce* 19/2016.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P. 2020. Rozšíření a ekologické nároky borovice lesní. *Zpravodaj ochrany lesa*, 23: 37–39.
- ČERNÝ M., PAŘEZ J., MALÍK Z. 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). *Jílové u Prahy, IFER*: 245 s.
- ECKENWALDER J.E. 2013. *Conifers of the world: the complete reference*. Portland – London, Timber Press: 720 s.
- GÜLCÜ S., BILIR N. 2017. Growth and survival variation among Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances. *International Journal of Genomics*, 2017: ID 1904623 [7 s]. <https://doi.org/10.1155/2017/1904623>
- KAŇÁK J., NÁROVCOVÁ J. 2004. Proměnlivost borovice lesní. *Lesnická práce*, 83 (8): 422–423.
- KRAKAU U.K., LIESEBACH M., ARONEN T., LELU-WALTER M.A., SCHNECK V. 2013. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). In: Pâques, L.E. (ed.): *Forest tree breeding in Europe: Current state-of-the-art and perspectives*. Dordrecht, Springer: 267–323. *Managing Forest Ecosystems*, 25.
- LUČIČ A., POPOVIČ V., NEVENIČ M., RISTIČ D., RAKONJAC L., ČIRKOVIČ-MITROVIČ T., MLADENOVIČ-DRINIČ S. 2014. Genetic diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations in Serbia revealed by SSR markers. *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 66 (4): 1485–1492.
- MÁCHOVÁ P., CVRČKOVÁ H., POLÁKOVÁ L., TRČKOVÁ O. 2016. Genetická variabilita vybraných populací borovice lesní v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61 (3): 223–229.
- MUSIL I., HAMERNÍK J. 2007. *Jehličnaté dřeviny: Lesnická dendrologie 1*. Praha, Academia: 352 s.
- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2008. Proměnlivost asimilačního a transpiračního kompartmentu borovice lesní. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53 (2): 120–127.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabulek dřevín. *Lesnický časopis*, 37 (1): 49–56.
- PRACIAK A., PASIECZNIK N., SHEIL D., VAN HEIST M., SASSEN M., CORREIRA C.S., DIXON CH., FYSON G.F., RUSHFORTH K., TEELING C. (comps.). 2013. *The CABI encyclopedia of forest trees*. Croydon, CAB International: 523 s.
- RUBNER K., REINHOLD F. 1953. *Das natürliche Waldbild Europas*. Hamburg, Parey Verlag: 288 s.
- SCALFI M., PIOTTI A., ROSSI M., PIOVANI P. 2009. Genetic variability of Italian southern Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) populations: the rear edge of the range. *European Journal of Forest Research*, 128: 377–386. DOI: 10.1007/s10342-009-0273-7
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., DUŠEK D. 2013. Výchova porostů borovice lesní. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 23 s. *Lesnický průvodce*, 5/2013.
- Správa. 2022. *Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike za rok 2021*. Bratislava, Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky: 77 s.
- SVOBODA P. 1953. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I*. Praha, SZN: 411 s.
- SZELIGOWSKI H., BURACZYK W., KONECKA A., STUDNICKI M., DROZDOWSKI S. 2023. A multi-trait assessment of selected provenances of Scots pine following 50 years of growth on a provenance experiment in Central Poland, in the light of climate change. *European Journal of Forest Research*, 142: 509–520. DOI: 10.1007/s10342-023-01538-z
- ŠINDELÁŘ J. 1981. Výškový růst a některé morfologické vlastnosti koruny borovice lesní *P. sylvestris* L. z ČSSR v juvenilním stadiu vývoje. *Práce VÚLHM*, 58: 65–90.
- ŠINDELÁŘ J. 1992. Proměnlivost borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na území České a Slovenské republiky z hlediska rajonizace reprodukčního materiálu. *Jíloviště-Strnady, VÚLHM*: 58 s. *Lesnický průvodce* 2/1992.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2007a. Příspěvek k charakteristikám regionálních populací – ekotypů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (2): 148–159.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J. 2007b. Hodnocení proměnlivosti potomstev borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na základě geografických charakteristik lokalit jejich původu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (3): 214–225.
- VOLOSANCHUK R.T. 2002. *Pinus sylvestris* L. In: *Pines of silvicultural importance*. Wallingford, CAB International: 449–465.
- VINCENT G., POLNAR M. 1953. Pokusné provenienční plochy s borovicí. *Práce výzkumných ústavů lesnických v ČSR*, 3: 238–278.
- ZAHRADNÍK P. (ed.) 2014. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 376 s.
- Zpráva. 2022. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021*. Praha, Ministerstvo zemědělství: 140 s.

EVALUATION OF THE GROWTH OF SCOTS PINE PROVENANCES IN BOHEMIA

SUMMARY

Of the genus *Pinus*, the Scots pine is the most widespread tree species extending across the European and Asian continents (PRACIAK et al. 2013). The variability of the species indicates its high adaptive capacity, evolving during the occupation of different areas and habitats as a pioneer tree species (NÁROVCOVÁ, NÁROVEC 2008). Due to the variability and genetically unique populations, forest tree species have been regionalized in the past to ensure the conservation of the gene pool. An important task for the conservation of the gene pool is also the correct identification of the areas possible for the transfer of reproductive material, so as to avoid genetic degradation while contributing to better stability and intraspecific diversity. Long-term provenance trials that respond to a changing environment are the basis for decision-making.

In the presented study dealing with the variability of pine provenances from the Czech Republic and Slovak Republic, measurements and evaluation of four out of five research plots in Central Bohemia (Zelená Bouda No. 47) and in South Bohemia (Čimelice No. 48, Hůrky No. 74, Kolence No. 75) were carried out, unfortunately the fifth plot (Jakule No. 48) was destroyed by abiotic factors. This is a planting of an assortment of Scots pine established in a series in 1972. In total, 125 Czech and Slovak provenances were planted in varying amount in the individual research plots. The description and characteristics of the research plots and provenances are summarised in Table 1 and 2. Measurements started in 2018 at Čimelice No. 48, then in 2019 the plots Hůrky 74 and Kolence No. 75 were measured, and in April 2020 the last plot Zelená Bouda No. 47 was measured. Quantitative parameters, namely tree height and DBH, were measured for each tree. The stem volume of each tree was calculated using the volume equation (PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Furthermore, qualitative characteristics stem form, health status, branch thickness, stem damage, natural pruning, stem twisted growth, stem cross-section and taper were evaluated.

The results of the quantitative and qualitative characteristics of the provenances are shown in Table 3. When the data were evaluated, a large variability in growth values was found, indicating a wide ecovalence of Scots pine. Different provenance rankings within growth and morphological traits were found in each research plot. Multivariate statistics were also performed, resulting in a graphical representation in the form of a biplot (Fig. 1, 2, and 3). Significant variables were tree height, DBH, stem form and health status. When comparing the clusters formed in the graphs between the research plots, no identical group of provenances was found showing their dominance. It is not possible to clearly recommend suitable provenances for a specific site, however, from our results we can observe that the worse growth characteristics in the research plots were mostly in Slovak provenances compared to Czech subpopulations.

It is important to continue research on provenance trials of Scots pine on the European and global scale due to global climate change, and to find the most appropriate way to ensure sustainable forest management. However, there are few countries dealing with this long-term issue and their representation is gradually declining, so efforts must be made to build up another network of provenance plots.

Zasláno/Received: 18. 09. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 11. 12. 2023