GENETICKÁ CHARAKTERIZACE VÝZNAMNÝCH REGIONÁLNÍCH POPULACÍ SMRKU ZTEPILÉHO V ČESKÉ REPUBLICE

LESNICKÝ PRŮVODCE

Ing. JIŘÍ ČÁP
a kol.

Certifikované METODIKY PRO PRAXI

2/2017

Genetická charakterizace významných regionálních populací smrku ztepilého v České republice

Specializovaná mapa s odborným obsahem (aktualizované vydání)

Ing. Jiří Čáp

Bc. Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.

Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.

Ing. Martin Fulín, Ph.D.

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. Bc. Jaroslav Dostál

RNDr. Václav Buriánek

Ing. František Beran

Bc. Radek Lefnar

Mgr. Lucie Poláková

RNDr. Jana Malá, CSc.

Strnady 2017

Lesnický průvodce 2/2017

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště
www.vulhm.cz
Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:
http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz
Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz
Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-138-3
ISSN 0862-7657

GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF NORWAY SPRUCE IN THE CZECH REPUBLIC

Abstract

Czech Republic, compared with other countries, has available only little genetic information about populations of tree species. Presented work summarizes the basic genetic characteristics of 12 Norway spruce's populations obtained by DNA analysis. Furthermore, it provides mapped overview which contains declared (ERMA 2) as well as former (Musil et al. 2006; Novotný et al. 2008) genetic conservation units with Norway spruce, significant populations of Norway spruce which were defined by Macků et al. (1995), and populations, where the information were obtained within a questionnaire survey. The next map shows locations with more significant as well as less substantial occurrence of Norway spruce in protected areas. There are also stated approximate geographic coordinates, or local naming populations and their characteristics in the tabular list. In the frame of all 12 analysed populations were recorded higher values of genetic diversity. Differentiation between populations is not inconsiderable and indicates a structuring of Norway spruce populations. The shares of heterozygotes observed in populations ranged from 65% to 82%. Significant differences between populations were reflected in the frequency representation of specific alleles. The genetic distances of the monitored populations approximately correspond to their geographic distances.

Key words: *Picea abies*, population, genetic diversity, DNA analysis, Czech Republic

Oponenti: RNDr. Radka Podlipná, Ph.D., Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i.

Ing. Miloš Pařízek, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Hradec Králové

Foto na obálce:

Porost smrku ztepilého na lokalitě Údolí Bílé Opavy, CHKO Jeseníky (J. Čáp, 20. 6. 2016)

Adresa autorů:

Ing. Jiří Čáp
Bc. Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.
Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.
Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.
Ing. Martin Fulín, Ph.D.
Ing. Josef Frýdl, CSc.
Ing. Bc. Jaroslav Dostál
RNDr. Václav Buriánek
Ing. František Beran
Bc. Radek Lefnar
Mgr. Lucie Poláková
RNDr. Jana Malá, CSc.

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

cap@vulhm.cz; pnovotny@vulhm.cz; cvrckova@vulhm.cz; machova@vulhm.cz; fulin@vulhm.cz; frydl@vulhm.cz; dostal@vulhm.cz; burianek@vulhm.cz; beran@vulhm.cz; radeklefnar@gmail.com; polakova@vulhm.cz; mala@jiloviste.cz

O B S A H

1 ÚVOD 7

2 SEZNAM A LESNICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝZNAČNÝCH POPULACÍ SMRKU ZTEPILÉHO V ČR 10

3 GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA U DOSUD ZKOUMANÝCH POPULACÍ SMRKU POMOCÍ ANALÝZ DNA 24

4 VYUŽITÍ (UPLATNĚNÍ) MAPY A JEJÍ PŘÍNOS PRO UŽIVATELE 33

5 DEDIKACE 34

6 LITERATURA 35

6.1 Seznam použitých zdrojů 35

6.2 Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy 39

SUMMARY 41

MAPOVÉ PŘÍLOHY 43

PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují všem respondentům dotazníkové akce i dalším osloveným zaměstnancům různých lesnických pracovišť a institucí ochrany přírody, kteří obětovali svůj čas a umožnili tak zvýšit hodnotu předkládané práce.

1 ÚVOD

Smrk ztepilý je na našem území jednou z hlavních hospodářsky významných dřevin. Jeho přirozené zastoupení před začátkem výraznějších antropogenních vlivů činilo 11,2 %. Aktuálně dosahuje s 1 315 487 ha redukované plochy 50,6 %, do budoucna se však uvažuje, že by měl jeho podíl v ČR dosáhnout 36,5 % (Zpráva 2016).

Jedním z příspěvků k zachování vhodného genofondu smrku ztepilého je i vyhlašování chráněných území různých kategorií a genových základen. Zatímco k 31. 12. 2005 jich bylo pro tuto dřevinu platně vyhlášeno 82 (Musil et al. 2006; Novotný et al. 2008), k 15. 3. 2017 již aplikace ERMA 2, spravovaná Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, evidovala pouze 51 těchto objektů. Podporu zvyšování počtu a výměry genových základen, uznaných porostů i dalších zdrojů reprodukčního materiálu smrku ztepilého by mělo představovat vyhlášení Národního programu ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2014–2018 (dále jen „Národní program“), na který budou v dalších obdobích postupně navazovat jeho další etapy. Národní program vyhlašuje Ministerstvo zemědělství ČR v souladu se zákonem č. 149/2003 Sb., v platném znění. Hlavním cílem uvedeného programu je zachovat a reprodukovat genofond lesních dřevin jako součást národního bohatství pro budoucí generace.

Česká republika patří dosud mezi země s velmi nízkou znalostí údajů o genetických charakteristikách populací lesních dřevin. Ve středoevropském prostoru je tento stav již spíše výjimečný. V ČR není dokonce k dispozici ani úplný soupis ekotypů a dalších významných populací lesních dřevin, i když v tomto případě určitý solidní základ existuje (např. Svoboda 1953; Šindelář 1990; Macků et al. 1995; Culek 1996; Šindelář et al. 2005; Novotný et al. 2008; Svoboda et al. 2010). Důležité informační zdroje představují v tomto směru rovněž seznam genových základen jako součást webové aplikace ERMA 2 (http://www.uhul.cz/nase-cinnost/reprodukcnim-materialem-lesnich-drevin/erma) a oblastní plány rozvoje lesů – OPRL (http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu).

Pro účely sestavení předkládaných map bylo kromě uvedených zdrojů vycházeno i z dalších publikovaných podkladů (Freudl 1925; Pokorný 1955; Mráz 1959; Samek 1959; Málek 1961; Hošek 1962; Vincent 1962; Samek 1964; Samek et al. 1964; Vincent, Vincent 1964; Nožička 1972; Roudná 1972; Opravil 1978; Průša 1990; Mánek 1999; Hrdlička 2005; Musil, Hamerník 2007; Klápště et al. 2009; Matějka 2009) a z odborných znalostí členů autorského kolektivu. Dalším zdrojem informací bylo pro tento konkrétní účel realizované dotazníkové šetření

(2013–2015), v rámci kterého byly osloveny všechny lesní správy a lesní závody LČR, s. p., a další významní vlastníci a správci lesních majetků (VLS, s. p., obecní a velké soukromé majetky, školní lesní podniky ap.).

Pro sestavení map byl využit podkladový rastr základní mapy České republiky (zdroj dat: ČÚZK). Dále byla zobrazena vektorová data pro hranice přírodních lesních oblastí – PLO a lesních vegetačních stupňů – LVS (zdroj dat: ÚHÚL Brandýs nad Labem). V tabelárním soupisu populací (kapitola 2) jsou uvedeny orientační zeměpisné souřadnice, případně místní pojmenování populací a typické znaky, které danou populaci charakterizují. Konečné zpracování map bylo provedeno v prostředí programu QGIS 2.10.1.

Mapa v příloze 1 zobrazuje lokality aktuálně i v minulosti (k 31. 12. 2005) vyhlášených genových základen pro smrk ztepilý a rovněž populace, které vymezili Macků et al. (1995), případně byly informace o nich získány v rámci zmiňovaného dotazníkového průzkumu. Na mapě v příloze 2 je znázorněna poloha lokalit s významnějším výskytem smrku ztepilého v národních parcích, národních přírodních rezervacích a přírodních rezervacích, který byl zjišťován z dostupných publikovaných prací (Maršáková et al. 1977; Němec et al. 1996, 1997; Mackovčin et al. 1999, 2002a, 2002b, 2007; Čech et al. 2002; Faltysová et al. 2002a, 2002b; Albrecht et al. 2003; Šafář et al. 2003; Weissmannová et al. 2004; Zahradnický et al. 2004; Kubíková et al. 2005; Ložek et al. 2005). Výskyt smrku v národních přírodních památkách a přírodních památkách v této práci s ohledem na většinou odlišné předměty ochrany v těchto typech maloplošných zvláště chráněných území uvažován není.

Základní genetické charakteristiky populací[1] smrku ztepilého získané pomocí analýz DNA jsou v ČR zatím k dispozici z 12 lokalit[2], viz přílohy 3–5. Jedná se o výsledky výzkumného projektu NAZV QJ1230334 „Ověření geneticky podmíněné proměnlivosti významných populací lesních dřevin, včetně genetické inventarizace vybraných ekotypů, jako podklad pro aktualizaci souvisejících legislativních předpisů“, přičemž k optimalizaci metod analýz DNA byla využita i poskytnutá institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Hlavními uživateli výstupů daného projektu jsou

[1] V celém textu je jednotně užíván pojem populace, i když by bylo z ekologického hlediska v některých případech zřejmě správnější používat termín subpopulace, neboť mezi méně vzdálenými výskyty smrku nelze možnost vzájemného spontánního křížení zcela vyloučit.

[2] Výsledky dříve publikované práce (Cvrčková et al. 2013) nebyly do mapových výstupů zahrnuty, neboť byly získány jinou metodikou (nižší počet analyzovaných lokusů a vzorků).

Ministerstvo zemědělství ČR a Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem. Využití je možné např. při aktualizacích oblastních plánů rozvoje lesů a při některých činnostech souvisejících s ověřováním původu reprodukčního materiálu (např. Novotný 2013).

Původní nepublikovaná verze mapy z roku 2015 byla pro účely zveřejnění aktualizována podle stavu k 15. 3. 2017.

2 SEZNAM A LESNICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝZNAČNÝCH POPULACÍ SMRKU ZTEPILÉHO V ČR

V této kapitole jsou v tabelární formě shromážděny údaje o významných výskytech smrku ztepilého na území ČR, které mají potenciálně přírodě bližší charakter a mohly by být proto zajímavé z pohledu genetického výzkumu. Tabulka 1a zahrnuje seznam platných genových základen podle údajů ERMA 2, tabulka 1b pak seznam dalších genových základen, které byly evidovány k 31. 12. 2005 (viz též přílohu 1). Tabulka 2 zahrnuje významnější výskyty smrku ztepilého v národních parcích (NP), národních přírodních rezervacích (NPR) a přírodních rezervacích (PR) vyhlášených podle zákona ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (viz též přílohu 2). Tabulka 3 pak obsahuje seznam významných regionálních populací, který sestavili Macků et al. (1995), příp. významných dílčích populací uvedených respondenty při dotazníkovém šetření.

Tab. 1a: Významné regionální populace smrku ztepilého – aktuální vyhlášené genové základny (pořadové číslo odpovídá mapě v příloze 1)

Poř. č.	Evid. č.	Název GZ	Kraj	Zájmové dřeviny	PLO	LVS	Výměra [ha]	Zeměpisné souřadnice [N, E]
1	G016-1	Zátoň	C	SM, BK, KL, JD	13	7, 8	1005,51	48,9627778 13,7922222
2	G024-1	Vojířov	C	SM, BK	16	4, 5	370,62	49,0278928 14,9874422
3	G024-2	Vojířov	C	SM, BK	16	4, 5	283,01	49,0580556 15,0044444
4	G032-1	Javorník	C, P	SM, JD	13	5, 6	725,15	49,1402778 13,6544444
5	G035-1	Blanský les	C	SM, JD, BK	12	5	1989,34	48,9008333 14,2325000
6	G037	Černovice	J	SM	16	5	3519,60	49,3455556 14,9747222
7	G040	Cetoraz	J	SM	16	5	189,24	49,4397222 14,9505556
8	G046-1	Novohradské hory	C	SM, JD, BK	14	6	3561,07	48,6613889 14,6952778
9	G052	Vítkův Kámen	C	SM	13	6, 7	388,41	48,6475000 14,1144444

10	G055-1	Česká Kubice	P	BK, SM, JD	11	5, 6	1328,59	49,3655556 12,8119444
11	G062	Kraslice	K	SM	1	6, 7	731,15	50,3369444 12,5552778
12	G069	Polánka	P	SM, BK	12	3, 4	345,89	49,4741667 13,6594444
13	G070	Chynín	P	SM, BK	7	5, 6	297,73	49,5889414 13,7284208
14	G071-1	Hojsova Stráž	P	SM, BK, JD	13	6	61,53	49,2066667 13,1927778
15	G071-2	Královský Hvozd	P	SM, BK, JD	13	6, 7	47,63	49,2311111 13,1086111
16	G079	Huť	P	SM	11	5	330,73	49,9116125 12,5626669
17	G085-1	Jindřichovické smrčiny	L	SM	21	6	717,19	50,7505556 15,1994444
18	G088	Jablonec-Cikaňák	L	BK, SM	21	6	329,05	50,7963889 15,2030556
19	G102-1	Trčkov-Šerlišský kotel-Vrchmezí	H	SM, BK	25	6, 7	519,45	50,3130556 16,4169444
20	G103-1	Zaječiny	E, H	SM	25	6	111,84	50,1555556 16,5127778
21	G108	Babín	J	SM, JD	16	6	181,52	49,5461111 15,8738889
22	G112-1	Čerňák	J	SM	16	5	89,85	49,5222222 15,3900000
23	G112-2	Čerňák	J	SM	16	5	113,31	49,5236342 15,3610247
24	G123	Damníkov	E	SM, JD	31	4	485,77	49,8833333 16,5169444
25	G124	Mladkov	E	SM	25	5	101,12	50,1080556 16,6025000
26	G128b	-	J	SM	16	5	198,73	49,7927778 15,7630556
27	G133	Třešť	J	SM, BK, DBZ, DB	16	5	63,44	49,3133333 15,5163889
28	G134	Žákova hora	J	SM, BK, KL	16	6	135,59	49,6550000 15,9925000
29	G135	-	J	SM, BK	16	6	170,92	49,6416667 16,0266667
30	G136-1	Řásná	J	SM, BK	16	6	536,36	49,2327778 15,3661111

31	G136-2	Řásná	J	SM, BK	16	6	343,68	49,2528139 15,4288961
32	G144	Lesonice	J	SM	16	5	218,91	49,1183333 15,7211111
33	G160	Karlov-Morávka	T	SM	27	5, 6	522,69	50,0069444 17,2875000
34	G160-1	Bedřichov	M	SM, JS, JLH, KL, JV	28	4, 5	186,89	49,9522222 17,1566667
35	G171-1	Moravský Karlov	E, M	SM	28	5	542,64	50,0252778 16,7705556
36	G181	Velké Polčané	T	SM	40	6, 7	162,76	49,5383333 18,4136111
37	G182	Lysá hora	T	SM	40	9	59,04	49,5455556 18,4558333
38	G185	Mosty	T	SM	40	5, 6	1245,78	49,5172222 18,7275000
39	G196-2	Hartisov	T	SM	40	5, 6	71,45	49,4805556 18,5141667
40	G206-1	Hutě	S	SM, BK	7	5	312,68	49,6086111 13,7425000
41	G212	Staré Město	C	SM	16	5	431,63	48,9975000 15,2780556
42	G217-1	Kladská	K	SM	3	7	60,16	50,0213889 12,6530556
43	G226-1	Bedřichov	B	SM	16	5	186,89	49,4725000 16,4561111
44	G234-1	Staré Město	M	SM, BK	27	6	116,17	50,1825000 16,8697222
45	G254	Jeřabí	J	SM, BK	16	5, 6	76,43	49,6233333 15,9905556
46	G255	Telnice	U	BK, SM, MD	1	4, 5	155,52	50,7366667 13,9647222
47	G303-1	Mumlava	L	SM	22	6–8	218,61	50,7656911 15,4927431
48	G304-1	Koulový potok	H	SM	22	7, 8	296,65	50,7304181 15,7581317
49	G305-1	Rezek	L	SM	22	6, 7	171,45	50,7089628 15,5162767
50	G306-1	Dolní Dvůr	H	SM	21	6	357,84	50,6608333 15,6713889
51	G311-1	Dlouhý les	H	SM, JD	22	3–5	221,54	50,6450000 15,7194444

Tab. 1b: Významné regionální populace smrku ztepilého – bývalé genové základny vyhlášené pro tuto dřevinu k 31. 12. 2005 (Musil et al. 2006; Novotný et al. 2008)

Poř. č.	Evid. č.	Název GZ	Kraj	Zájmové dřeviny	PLO	LVS	Výměra [ha]	Zeměpisné souřadnice [N, E]
1	G011	Jizbice	S	SM	16	5	339,50	49,6140944 15,0002242
2	G019	Volary	C	BO, SM	13	6, 7	613,00	48,9419447 13,8355167
3	G020	České Žleby	C	SM, JD, BK	13	6	547,00	48,9233372 13,7539775
4	G021	Hluboká	C	BK, DB, SM, JD, LP	10	4	1442,73	49,1050108 14,5146947
5	G027	Suchdol-Zámecký	C	SM, BO	15	0, 4	535,00	48,9180049 14,8630067
6	G028	Lipka-Kubova Huť	C	SM, JD, BK	13	6	1395,88	49,0085906 13,7337389
7	G031a-c	Kvilda	C	SM	13	7, 8	923,00	49,0013889 13,5627778
8	G033-1	Polanka	C	SM	16	5	312,82	49,4745453 14,7177061
9	G033-2	Velmovice	C	SM	16	4, 5	324,66	49,4366308 14,7999136
10	G041	Pohorská Ves	C	SM, BK, KL	14	6	1007,83	48,6898603 14,6597072
11	G047	Jílovice	C	SM, BO, JD, DBZ	15	3, 4	978,86	48,8198318 14,8327150
12	G 059	Mnichov	K	BO, SM	3	0, 5	592,13	50,0317931 12,7365271
13	G065	Český Mlýn	K	SM	1	6, 7	539,31	50,4499089 12,8238772
14	G066-1	Barbora	K	SM	1	7	130,00	50,3860253 12,8630961
15	G076	Rejštejn	P	SM, JD, BK	13	6, 7	406,03	49,1307241 13,5215276
16	G077	Rozvadov - Diana	P	BO, SM	11	5, 6	686,00	49,6286006 12,5732579
17	G078-1	Ostrůvek - Traviny	P	SM, BK	11	5	293,78	49,7639897 12,4570272
18	G104-b	Smetana	H	SM, BO	17	2	107,95	50,0734592 16,1813136
19	G110	Česká Bělá	J	SM, JD	16	4	151,00	49,6485518 15,6323533

20	G125	Vysoký les	E	SM	31	4	427,08	49,7519167 16,3030369
21	G159-1	Slunečná	M, T	SM	28	5	162,34	49,8808333 17,2591667
22	G164	Rejvíz	M	SM, BL	27	5	356,38	50,2391667 17,3030556
23	G170	Kouty nad Desnou, Kosaře	M	BK, SM, KL	27	6, 7	608,13	50,1152778 17,0894444
24	G177-3	Kněhyně - Čertův Mlýn	T	SM, BK, KL	40	6, 7	49,50	49,4946539 18,2935111
25	G194	Kněhyně - Klíny	T	SM, BK, KL	40	5, 6	241,49	49,4724053 18,3097331
26	G197-1	Břucko	T	SM	41	4, 5	158,56	49,3908333 18,0900000
27	G214	Olšová Vrata	K	BK, SM	3	3, 4	318,66	50,2211417 12,9262297
28	G223	Sloup	B	SM	30	3, 4	513,37	49,4280361 16,7208433
29	G232	Stříbrnice	M	SM, JD, KL	27	6, 7	139,41	50,1841667 16,8513889
30	G235	Králíky	E	SM	27	6, 7	98,60	50,1338889 16,8341667
31	G239	Nepomuk	S	SM	7	5	92,59	49,6661111 13,8325000
32	G244	Kyselka	M	SM	29	5	108,51	50,0732461 17,3498972

Tab. 2: Významné regionální populace smrku ztepilého – četnější výskyty v chráněných územích (pořadová čísla odpovídají mapě v příloze 2)

Poř. č.	Chráněné území*	Označení	Katastr	Výměra [ha]	PLO	Nadmořská výška [m n. m.]	LVS	Skladba dřevin**	GPS
1	PR	Špičák u Krásného Lesa	Krásný Les v Krušných horách	73,91	1	565–725	5, 6	(MD), (BO), (SM), BK, JR, KL	50,7864617 13,9172086
2	NPR	Soos	Nový Drahov, Dvorek, Nová Ves	221,00	2a	429–440	3	(BRP), (BO), (SM), OL, JS, JD, DBZ	50,1506131 12,4110061
3	PR	Březina	Kostomlaty pod Milešovkou, Milešov u Lovosic	11,60	5	565–672	3, 4	(BK), (SM), KL, JR, JS	50,5478233 13,9025511
4	PR	Kokšín	Spálené Poříčí	2,25	6	540	4, 5	(BK), (JD), (SM), KL, JR	49,6042958 13,6769653
5	PR	Fajmanovy skály a Klenky	Chynín	29,35	7	688–778	5, 6	(BO), (JD), (SM), MD	49,5823311 13,7225475
6	PR	Střela	Kalec, Kotaneč, Hluboká u Žihle	314,21	9	380–528	2, 3	(BO), (SM)	50,0270211 13,3026925
7	PR	Čížov	Týnec nad Sázavou	56,79	10	260–420	2, 3	(DBZ), (BK), (LP), (KL), (SM)	49,8575067 14,5915956
8	NPR	Ve Studeném	Samechov	41,67	10	285–459	3	(DBZ), (BK), (KL), (SM)	49,8744528 14,8607047
9	PR	Krkavčina	Dědovice	5,53	10	353–410	2	(SM), (BO), (JD), DBZ, LP, BR	49,4010333 14,1858903
10	NPR	Čerchovské hvozdy	Česká Kubice, Dolní Folmava, Chodov, Pec pod Čerchovem	326,93	11	665–1025	5, 6	(BK), (JD), (SM), TS	49,3716786 12,8051736
11	PR	Křížový kámen	Pavlův Studenec	19,23	11	829–842	5	(SM), JD	49,7499908 12,4085436
12	PR	Pavlova Huť	Pavlův Studenec	32,82	11	736–783	5	(SM), BL	49,7821456 12,4599992

13	PR	Bučina u Žďáru	Tachov-Halže	7,63	11	770–790	5	(BOB), (SM), (BRP)	49,8683717 12,5299367
14	PR	Bystřice	Pec	43,61	11	670–750	5, 6	(BK), (SM), JD, KL	49,3815428 12,8123197
15	PR	Diana	Tachov	21,90	11	533	3	(BK), (SM), JD, KL	49,6332653 12,5788172
16	PR	Pučanka	Klatovy-Rabí	24,77	11	500–607	3, 4	(SM), (BOC)	49,2848822 13,6697072
17	PR	Český Jílovec	Horní Jílovice	6,30	12	518–722	5	(SM), (JD), (BK), (BO), DB, LPV, KL, JLH	48,6706447 14,3536211
18	PR	Vysoký kámen	Klení	3,21	12	810–865	5	(BK), (SM), JD	48,7566433 14,6088614
19	PR	Kleť	Chlum u Křemže, Křenov u Kájova	65,04	12	910–1054	5, 6	(BK), (KL), (SM)	48,8685936 14,2835642
20	PR	Malá skála	Janské Údolí	9,73	12	815–905	6	(BK), (JD), (SM), (KL)	48,9083036 14,1810925
21	PR	Borek u Velhartic	Velhartice	38,09	12	650–850	5	(BO), (JD), (BK), (SM)	49,2601281 13,4009392
22	PR	Jaronínská bučina	Český Krumlov-Jaronín	4,98	12	680	5	(BK), (KL), (JD), (SM)	48,9717750 14,2024067
23	NPR	Čertova stěna-Luč	Loučovice, Vyšší Brod	106,49	13	600–933	6	(JD), (BK), (SM), (BR), DBZ, KL	48,6300092 14,2683072
24	PR	Rašeliniště Kapličky	Kapličky	72,74	13	890–922	6, 7	(KOS), (SM)	48,6012156 14,2217175
25	PR	Libín	Prachatice	68,99	13	704–1090	6	(SM), (BK), (JD), KL, JV, JLH	48,9837772 14,0101933
26	NP Š	Medvědí jámy	Debrník u Železné Rudy	141,91	13	725–940	5, 6	(BK), (SM), (JD), TS	49,1203439 13,2508622

27	NP Š	Plesná Ždanidla	Hůrka u Železné Rudy, Prášily	260,91	13	900–1336	7, 8	(SM), (BK), (JD), VRvelkolistá	49,1003139 13,3567342
28	NP Š	Poledník-Předěl	Prášily	60,98	13	1080–1250	7, 8	(SM), (BK), (JD), VRvelkolistá	49,0612700 13,4027394
29	NP Š	Srní	Prášily, Srní I a II	100,32	13	820–1030	6–8	(SM), (BRK), VRU, BK, OS, OL	49,0804733 13,4893764
30	NP Š	Horskokvildské slatě	Horská Kvilda, Nové Hutě	384,66	13	1025–1140	6–8	(KOS), (SM), BK, JD	49,0594431 13,5804428
31	NP Š	Horní Vydra	Vchynice-Tetov I a II, Horská Kvilda	79,92	13	940–1253	7, 8	(SM), (BK), (JD), JR	49,0613253 13,5174181
32	NP Š	Obří hrad-Pěnivý potok	Červená u Kašperských hor, Studenec u Stach	105,35	13	780–1115	6	(SM), (BK), (BO), JD	49,1049592 13,5898075
33	NP Š	Strážný	Horní Světlé Hory	103,85	13	875–1090	6, 7	(SM), (BK), (JD), KL, JR	48,9040503 13,7116028
34	NP Š	Stožec	Horní Cazov, Volary, Žleby	153,86	13	780–1079	6	(BK), (SM), (JD), (KL), (JV), (JLH), (JS)	48,8816192 13,8327661
35	NP Š	Trojmezná	Nová Pec, Stožec	738,87	13	830–1378	7, 8	(BK), (SM), (JD), KL, KOS, BL, VRvelkolistá, (BO Čelakovského)	48,8816192 13,8327661
36	NP Š	Smrčina	Zvonková, Nová Pec	408,61	13	850–1332	6	(BK), (JD), (SM), (KL)	48,7382639 13,9238653
37	NPR	Boubínský prales	Včelná pod Boubínem, Horní Vltavice	677,33	13	874–1362	6–8	(BK), (SM), (JD), (KL), JLH	48,9875694 13,8072042
38	PR	Čertova stráň	Řepešín, Včelná pod Boubínem	20,34	13	650–890	6	(BK), (SM), (JD), KL, JLH, OL, OLS	49,0073917 13,8805036
39	PR	Městišťské rokle	Datelov, Hojsova Stráž	168,91	13	653–1104	5, 6	(BK), (JD), (SM), KL	49,2357797 13,2545844
40	PR	Milešický prales	Milešice	8,29	13	1072–1128	6, 7	(BK), (SM), (JD)	48,9852689 13,8395508
41	NP Š	Bílá Strž	Klatovy	79,02	13	1168	7, 8	(SM), (BK), (JD), JR	49,1923308 13,1571364

42	NPR	Žofínský prales	České Budějovice	97,71	15	750–800	6	(BK), (JD), (SM), KL, JL, OL	48,6657958 14,7079817
43	PR	Mrhatina	Řásná	14,50	16	620–714	6	(BK), (SM), JD, BR, JR, BO	49,2148597 15,3676778
44	PR	Roštýnská obora	Doupě	31,88	16	618–674	5	(BK), (SM), JD, KL, JLH	49,2527733 15,4309167
45	NPR	Velký Špičák	Třešť	46,08	16	650–733	5	(BK), (SM), JD, KL, JS, JLH	49,3089431 15,5126744
46	PR	Křemešník	Sázava pod Křemešníkem	37,21	16	676–765	5	(BK), (SM), JD, KL	49,4075264 15,3254028
47	NPR	Ransko	Havlíčkova Borová	695,40	16	540–673	5, 6	(BK), (SM), (BO), JD, OL, JS	49,6711700 15,8115175
48	PR	Maštale	Bor u Skutče, Podměstí, Proseč u Seče, Zderaz, Jarošov	1,45	17	360–553	3, 4	(BO), (BK), (SM), (JD), KL, BR	49,8252694 16,1163178
49	PR	Prachovské skály	Horní Lochov-Prachov	261,91	18b	300–462	3	(SM), (BO), BK, JD, DBZ, KL, BR	50,4634742 15,2860036
50	PR	Černá hora	Hejnice	150,22	21a	970–1084	7, 8	(SM)	50,8302869 15,2158572
51	PR	Prales Jizera	Hejná	92,44	21a	1000–1122	8	(SM), KOS	50,8338647 15,2631928
52	PR	Dubno	Česká Skalice, Kleny, Zlíč	86,19	23	285–308	2	(DBZ), (JS), (SM), LP, HB, JL, KL	50,4027469 16,0725992
53	PR	Šestajovická stráň	Šestajovice u Jaroměře	13,53	23	266–296	2	(DBZ), (SM), MD, HB	50,3340517 16,0274736
54	NPR	Adršpašsko-teplické skály	Adršpach, Teplice nad Metují, Skály, Studnice, Hodkovice	1803,43	24	509–786	4–6	(SM), BK, JD, BR, KL, DG, MD	50,5945672 16,1104772
55	NPR	Broumovské stěny	Bělý, Hlavňov-Suchý Důl	1179,40	24	620–773	4, 5	(SM), (BR), (BK), BO, KL, JD, MD, DG	50,5550214 16,2848422
56	PR	Křížová cesta	Dolní Adršpach	12,92	24	530–666,8	4, 5	(BO), (SM), BR, BK, JD, KL, JR	50,6237081 16,1282872
57	PR	Ostaš	Žďár nad Metují	29,50	24	640–700	4–6	(SM), BO, BR, JR, MD, BK, KL, JD	50,5586681 16,2045589

58	PR	Zemská brána	Bartošovice v Orlických horách, Klášterec nad Orlicí	88,22	25	495–590	5, 6	(SM), JD, BK, KL	50,1374572 16,5729997
59	PR	Komáří vrch	Černá voda	12,68	25	992	6, 7	(SM), (BK), JD, JR	50,2310592 16,4870483
60	PR	Chropotínský háj	Ledce	18,70	26	253–268	2	(SM), (DBZ)	50,2256903 16,0613083
61	PR	U Houkvice	Petrovice nad Orlicí	24,94	26	250	2	(OL), (DB), (SM), BR, HB	50,1824494 16,0474239
62	PR	Ve slatinské stráni	Slatina nad Zdobnicí	4,71	26	390–445	3	(SM), (JD), (KL), (BK), DBZ, LP	50,1339728 16,3759300
63	NPR	Králický Sněžník	Horní a Velká Morava, Sklené, Stříbrnice	1694,67	27	800–1423,7	6–8	(SM), (KOS), (BK), OL	50,1640178 16,8356278
64	PR	Borek u Domašova	Domašov u Jeseníka	13,54	27	680–910	5, 7	(BO), (SM), (JD), BR, BK	50,1478731 17,2242089
65	PR	Bučina pod Františkovou myslivnou	Kouty nad Desnou, Rejhotice	25,49	27	960–1180	5–8	(BK), (SM), (KL), BR	50,0598869 17,1970219
66	PR	Františkov	Nové Losiny	13,30	27	710–890	5, 6	(SM), (BK), JD	50,1442978 17,0478214
67	PR	Jelení bučina	Ludvíkov	25,55	27	800–930	6, 7	(BK), (KL), (JL), (SM), JD	50,1112714 17,2950575
68	PR	Pod Jelení studánkou	Karlov pod Pradědem	138,42	27	1100–1250	7, 8	(SM), (BK), JR, MD	50,0260200 17,2084464
69	PR	Pod Slunečnou strání	Nové Losiny	15,00	27	640–760	5	(BK), (SM), (KL), JD, BR	50,1383761 17,0367422
70	NPR	Praděd	Malá Morávka-Rejhotice, Domašov u Jeseniku	2031,40	27	820–1491,3	8, 9	(SM), (JR), (BK), (KL)	50,0797800 17,2374572
71	PR	Rabštejn	Bedřichov u Oskavy	20,00	27	620–803	5, 6	(BK), (KL), (JS), (SM), JL, JD	49,9472950 17,1516142
72	NPR	Rašeliniště Skřítek	Žďárský Potok	166,65	27	800–890	6, 7	(SM), (BRC), KOS	49,9926464 17,1619467

73	PR	Sněžná kotlina	Adolfovice	104,34	27	980–1320	7, 8	(SM), (BK), (KL), KOS, OLZ	50,1440728 17,1413575
74	NPR	Šerák-Keprník	Adolfovice-Nové Losiny	800,10	27	860–1423	7–9	(SM), (BK), JR, KL	50,1721586 17,1188697
75	PR	Na hadci	Raškov	56,23	28	414–625	3, 4	(SM), (MD), BO, BK, KL, JD	50,0452222 16,8868286
76	PR	Karlovice-sever	Vrbno	42,35	28	625–788	5	(SM), (JD), (MD), KL, BK, JLD	50,1243733 17,4063247
77	PR	Panské louky	Moravský Beroun	14,33	29	690–760	5	(SM)	49,8313183 17,4336692
78	PR	Nové Těchanovice	Nové Těchanovice	5,76	29	372–514	3, 4	(SM), (DB), (HB), JD, KL, JV, LP, BK, BR, BO	49,8224275 17,7271178
79	PR	U Leskoveckého chodníka	Skřipov	28,97	29	449–499	4, 5	(BK), (JD), (SM), BO, MD	49,8023744 17,9092744
80	PR	Královská zahrada	Opatov v Čechách	17,36	31	430	4	(SM), (OL)	49,8383364 16,4623836
81	PR	Polom	Velká Střítež	18,33	31	545–624	5	(BK), (JD), (SM)	49,7875569 15,7486144
82	NP P	Ledové sluje	Vranov nad Dyjí, Čížov	90,79	33	301–482	1, 2	(SM), (DBZ), JRB	48,8836206 15,8429303
83	NPR	Špraněk	Březina	28,70	34	388–539	3	(BK), (SM), MD	49,6664778 16,9086636
84	PR	Blátka	Vincencov-Určice	83,50	34	256–338	2	(SM), (BO), (DBZ), BK, HB, AK, BB	49,4040408 17,0716294
85	PR	Klíny	Čeladná	65,98	39	720–1080	5–7	(BK), (SM), KL, JD	49,4722150 18,3105544
86	NPR	Čantoria	Nýdek	39,45	40	720–958	5, 6	(JD), (BK), (SM), TS, KL	49,6782606 18,7885161
87	PR	Plenisko	Písek u Jablunkova	24,32	40	767–990	5, 6	(SM), BO, OL	49,5924842 18,8355881
88	NPR	Kněhyně-Čertův mlýn	Čeladná, Prostřední Bečva	195,02	40	940–1257	6, 7	(BK), (SM), KL, JD, JR	49,4898086 18,2972078

89	PR	Mazácký Grúnik	Staré Hamry 2	56,83	40	575–943	5, 6	(BK), (SM), KL, JD, JLH	49,5308481 18,4330047
90	PR	Noříčí	Trojanovice	37,90	40	680–1047	5, 6	(BK), (SM), KL, JD	49,5090444 18,2708203
91	PR	Smrk	Čeladná, Ostravice I, II	161,25	40	890–1276	5–8	(SM), (BK), JD, KL, JR, OL	49,4977853 18,3647619
92	PR	Velký Polom	Dolní a Horní Lomná	73,67	40	860–1067	5–7	(SM), (BK), JD, KL	49,5089608 18,6762844
93	PR	V Podolánkách	Horní Bečva	32,06	40	650	5, 6	(SM), VRS	49,4682608 18,3531117
94	PR	Kutaný	Halenkov	14,93	41	615–770	5	(BK), (SM), JS	49,3708319 18,0995231

* NPR – národní přírodní rezervace, PR – přírodní rezervace, NP Š – Národní park Šumava, NP P – Národní park Podyjí
** (SM) – hlavní dřevina, SM – přimíšená dřevina

Tab. 3: Významné regionální populace smrku ztepilého – ekotypy a ekodémy (MACKŮ et al. 1995), příp. významné dílčí populace uvedené respondenty při dotazníkovém šetření

Poř. č.	Správní jednotka	LHC výskytu	Název ekotypu/ populace	Charakteristické vlastnosti populace/ekotypu	GPS [N, E]
1	LS Černá Hora	Rájec, Tišnov	„chlumní“	Charakteristický typ zavětvení.	49,3812966 16,6113473
2	LS Frýdek-Místek	1311 Frýdek-Místek	beskydský SM, GZ 181 Velké Polčané	5. LVS, nadprůměrná objemová produkce, vysoká kvalita dříví, dobrý zdravotní stav, autochtonní populace, rezonanční dřevo.	49,5265469 18,5716258
3	LS Frýdek-Místek	1311 Frýdek-Místek	GZ 182 Lysá Hora	6. a 7. LVS, autochtonní smrk vysokých horských poloh.	49,5457915 18,4560198
4	LS Jablonec nad Nisou	Jablonec, Tanvald	vysokohorský smrk	Přežití a odolání imisní zátěži po imisní a kůrovcové kalamitě.	50,7477677 15,2858469
5	LS Jeseník	1253 Jeseník 1	jesenický vysokohorský		50,1293349 16,8636129
6	LS Karlovice	1211 Karlovice ve Slezsku	horské smrčiny	Převážně původní populace horského smrku v porostech 15. až 17. věkového stupně.	50,1186555 17,4312175
7	LS Karlovice			V NPR Praděd a I. zóně CHKO Jeseníky s charakteristickou morfologií.	50,0865566 17,2401838
8	LS Křivoklát	Bušohrad		Vzrůst a habitus koruny.	50,0814183 13,9433321
9	LS Křivoklát	Kouřimec		Charakteristický habitus chlumního ekotypu SM, vyskytuje se jednotlivě v údolních enklávách.	49,9974068 13,8078062
10	LS Litvínov	Červený Hrádek a Litvínov	krušnohorský smrk (PLO 1, LVS 6) a rodičovské stromy LVS 4	Zbytky starých smrkových porostů Krušných hor (jeden fenotypové třídy A).	50,5753656 13,3790284
11	LS Ruda nad Moravou	Ruda nad Moravou	genová základna Moravský Karlov	Regionální výskyt SM v 5. a 6. LVS.	50,0421879 16,8120926
12	LS Šternberk	Šternberk a Pomoraví	lokalita u Údolní cesty u potoka Sitka, uznané rodičovské stromy (JPRL 314A15) – PLO 29	Chlumní autochtonní smrk v 2. LVS, utváření koruny, postavení větví, vitalita.	49,7898714 17,2978049

13	LS Telč	1224 Telč	vysočinský smrk, komplex lesů Javořice, porosty 140 let+	Ekotyp s široce válcovitou nebo parabolickou korunou. Borka je šedohnědá, lasturnatě popraskaná. Šišky jsou úzce vejčité, podle šupin se vyskytují variety *obovata*, *acuminata* a *europea*. Dle tvaru větví je nehojnější typ s větvemi víceméně vodorovnými. V horní části koruny je větvení vesměs svazčité. Je-li strom hlouběji zavětven, jsou spodní větve skloněny dolů pod ostrým úhlem a větvení na nich je deskovité.	49,2195031 15,3458973
14	LS Třebíč	Třebíč	lesonický smrk, LHC Třebíč – GZ Lesonice	Kvalitní a dobře přirůstavý smrk.	49,1539118 15,7243352
15	LZ Boubín	1228, 1230, 1244 Boubín I., Bazum, Boubín II.	šumavský rezistentní, původní – klimaxové vysokohorské smrčiny v 8. LVS	Nadmořská výška kolem 1200 m n. m., čisté smrčiny, štíhlá, poměrně hluboká koruna, růst větví směrem dolů, pozdní rašení, u sazenic výrazně velká výšková rozrůzněnost.	48,9845920 13,8184010
16	LS Ledeč nad Sázavou	Ledeč nad Sázavou	GZ 112 Čerňák – vrchovinný ekotyp smrku		49,5199712 15,3785058
17	CHKO Labské pískovce	Jetřichovice	jetřichovický smrk Kyjovského údolí a na Tokáni	Charakteristický chlumní ekotyp SM.	50,8806568 14,4131475
18	LS Kácov	Kácov	posázavský smrk	Charakteristický habitus chlumního ekotypu SM, vyskytuje se jednotlivě v údolních enklávách Sázavy.	49,8595732 14,8614505
19	LZ Konopiště	Týnec nad Sázavou	posázavský smrk	Charakteristický habitus chlumního ekotypu SM, vyskytuje se jednotlivě v údolních enklávách Sázavy.	49,8628898 14,6067937
20	ŠLP Kostelec nad Černými lesy	Kostelec nad Černými lesy	posázavský smrk	Charakteristický habitus chlumního ekotypu SM, vyskytuje se jednotlivě v údolních enklávách Sázavy.	49,9848667 14,8141186
21	ML Černovice	Černovice, Kamenice nad Lipou		Rezonanční dřevo.	49,3302350 15,0395351
22	LZ Kladská	Kladská	slavkovský smrk		50,0194856 12,6723965
23	KRNAP	Maršov	sudetský krkonošský		50,6683839 15,7627217

LHC – lesní hospodářský celek, GPS – globální polohový systém, LS – lesní správa, LZ – lesní závod, CHKO – chráněná krajinná oblast, ŠLP – školní lesní podnik, ML – městské lesy, KRNAP – Krkonošský národní park, GZ – genová základna, LVS – lesní vegetační stupeň, SM – smrk ztepilý

3 GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA U DOSUD ZKOUMANÝCH POPULACÍ SMRKU POMOCÍ ANALÝZ DNA

Genetická charakterizace byla zpracována pro celkem 12 populací smrku ztepilého (tab. 4). Jak je patrné z map v přílohách 3–5, reprezentují dané populace poměrně dobře přirozené rozšíření smrku ztepilého na našem území (Neuhäuslová et al.

Tab. 4: Přehled geneticky analyzovaných populací smrku ztepilého

Č. populace (zkratka)	Označení populace	Lokalizace	PLO	Statut lokality*
SM 01	chlumní ekotyp posázavského SM	NPR Voděradské bučiny	17 – Polabí	NPR
SM 02	horský ekotyp SM	Správa lesů Kristiny Colloredo-Mansfeldové	25 – Orlické hory	GZ 102 Trčkov-Šerlišský kotel-Vrchmezí
SM 03	chlumní ekotyp	NP České Švýcarsko	19 – Lužická pískovcová vrchovina	NP
SM 04	krušnohorský ekotyp	LČR LS Kraslice	1 – Krušné hory	ÚHÚL, GZ 62 Kraslice
SM 05	chlumní ekotyp posázavského SM	LČR LZ Konopiště	10 – Středočeská pahorkatina	ÚHÚL, GZ 10 Olešovice
SM 06	horský ekotyp	NP a CHKO Šumava, Černé a Čertovo jezero	13 – Šumava	NP
SM 07	beskydský horský ekotyp	LČR LS Ostravice	40 – Moravskoslezské Beskydy	GZ 195/3 Lysá hora (rezonanční dřevo)
SM 08	původní vrchovinný ekotyp SM, syn. smrk podhorský	ML Humpolec	16 – Českomoravská vrchovina	ÚHÚL, GZ 112 Čerňák
SM 09	vysokohorský ekotyp (Ovčárna)	LČR LS Loučná nad Desnou	27 – Hrubý Jeseník	CHKO Jeseníky, NPR Praděd (v tab. 2 č. 70)
SM 10	beskydský vysokohorský ekotyp	LČR LS Ostravice	40 – Moravskoslezské Beskydy	ÚHÚL, GZ 195/1 Smrk, GZ 195/3 Lysá hora
SM 11	vysokohorský ekotyp	NP Šumava, klonový archiv Srní	13 – Šumava	NP
SM 12	vysokohorský ekotyp	KRNAP, Labský důl (rezerva pod Sněžkou, pod Jelení boudou)	22 – Krkonoše	NP

* NP – národní park, GZ – genová základna, ÚHÚL – soupis významných ekotypů a ekodémů vytvořený v Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (Macků et al. 1995), CHKO – chráněná krajinná oblast, NPR – národní přírodní rezervace

1998). Odběr vzorků probíhal v souladu se standardní metodikou (Novotný et al. 2014). Počty stromů, jejichž vzorky byly analyzovány, jsou uvedeny v tabulce 7.

Cílem bylo získat pomocí analýz DNA s využitím 9 jaderných mikrosatelitových markerů (Cvrčková, Máchová 2015) genetické charakteristiky vybraných populací a ověřit především úroveň jejich genetické diverzity, vzájemné genetické vzdálenosti a míry heterozygotnosti. U získaných amplifikačních produktů 9 sledovaných lokusů byla provedena fragmentační analýza na genetickém analyzátoru. Hodnocení jejich velikostí bylo provedeno pomocí programu GeneMapper® 4.1 (Applied Biosystems). Pro posouzení genetických charakteristik sledovaných populací smrku ztepilého byla data získaná pro všechny mikrosatelitové markery zpracována pomocí statistického programu GenAlEx 6.5 (Peakall, Smouse 2006, 2012). Údaje z hodnocení jsou uvedeny v tabulkách 5–11 a na obrázcích 1 a 2.

Tabulka 5 uvádí přehled použitých jaderných mikrosatelitových lokusů včetně nukleotidových sekvencí příslušných primerů nezbytných pro získání PCR produktů. Velikost PCR produktů představuje rozmezí zjištěných hodnot u alel v počtu párů bází. Počet rozdílných alel *N*a v jednotlivých lokusech ze všech sledovaných vzorků smrku ztepilého charakterizuje jednoduchou formou jejich genetickou rozmanitost. Číselné vyjádření genetické diverzity lokusů zhodnocuje Shannonův informační index *I*, jehož hodnota ale není ovlivněna výskytem alel s malými četnostmi. Nejvíce polymorfní se jevily lokusy SpAGD1 a WS00111.K13. Hodnota pozorované heterozygotnosti (H_o), což je podíl heterozygotních jedinců v daném lokusu, byla nejvyšší v lokusu WS0023.B03, očekávaná heterozygotnost (H_e), představující podíl očekávaných heterozygotů za předpokladu výskytu alelických frekvencí dle Hardyho-Weinbergova principu, byla nejvyšší u lokusu SpAGD1.

U 427 hodnocených jedinců z 12 populací bylo v 9 lokusech celkově detekováno 1528 alel, tj. v průměru 14,1 alel na lokus a populaci. Přehled počtu rozdílných alel u zkoumaných lokusů pro sledované populace uvádí tabulka 6.

Tabulka 7 obsahuje výsledky zhodnocení genetických charakteristik sledovaných populací. Jsou zde uvedeny počty analyzovaných vzorků u jednotlivých populací a průměrné počty rozdílných alel pro konkrétní populace získané z 9 mikrosatelitových lokusů. Nejvyššího průměrného počtu 16,3 různých alel dosáhla populace SM02 z Orlických hor. Při porovnání diverzity sledovaných populací vyčíslené pomocí Shannonova informačního indexu, jehož hodnota není ovlivněna výskytem alel s malými četnostmi, se jeví rozdíly mezi populacemi jako nepatrné. Výskyt privátních alel byl nejvyšší v populaci SM01, zatímco v populacích SM06 a SM12 se žádné vlastní alely neobjevily. Nejvyšší počet pozorovaných heterozygotů byl zjištěn u populací SM02 (0,82) a SM12 (0,80). Populace SM06 dosáhla nejnižší hodnoty pozorované heterozygotnosti (0,65).

Pro porovnání vzájemných genetických rozdílností mezi populacemi je často používán koeficient inbreedingu (F_{ST}) vyjadřující míru vzájemné diferenciace mezi dílčími populacemi. Podle kvalitativní interpretace hodnot F_{ST} (Wright 1943) se mezi sledovanými populacemi smrku (tab. 8) jeví malé genetické divergence (F_{ST} < 0,05 představují malou genetickou divergenci, při F_{ST} = 0 je frekvence zastoupených alel v populacích stejná).

Jednou z nejvýznamnějších genetických charakteristik je zhodnocení genetických vzdáleností mezi populacemi, které byly pro sledované vzorky kalkulovány na zá-

Tab. 5: Genetické charakteristiky vybraných jaderných mikrosatelitových lokusů u všech sledovaných vzorků smrku ztepilého

Lokusy	Sekvence primerů (5´–3´)	Velikost PCR produktů (bp)	*Na*	*I*	H_o	H_e
PAAC23	F: TGTGGCCCCACTTACTAATATCAG R: CGGGCATTGGTTTACAAGAGTTGC	266–314	20	1,607	0,676	0,689
PAAC19	F: ATGGGCTCAAGGATGAATG R: AACTCCAAACGATTGATTTCC	141–207	32	2,483	0,499	0,895
SpAGD1	F: GTCAACCAACTTGTAAAGCCA R: ACTTGTTTGGCATTTTCCC	115–172	31	2,805	0,601	0,928
WS00716.F13	F: TCAAGTAATGGACAAACGATACA R: TTTCCAATAGAATGGTGGATTT	180–288	27	2,622	0,863	0,916
WS0092.A19	F: GATGTTGCAGGCATTCAGAG R: GCACCAGCATCGATTGACTA	207–247	7	0,574	0,379	0,309
WS0022.B15	F: TTTGTAGGTGCTGCAGAGATG R: TGGCTTTTTATTCCAGCAAGA	166–214	21	2,247	0,943	0,854
WS0073.H08	F: TGCTCTCTTATTCGGGCTTC R: AAGAACAAGGCTTCCCAATG	182–216	9	1,245	0,691	0,665
WS00111.K13	F: GACTGAAGATGCCGATATGC R:GGCCATATCATCTCAAAATAAAGAA	209–271	33	2,746	0,959	0,920
WS0023.B03	F: AGCAGCTGGGGTCAAAGTT R: AAAGAAAGCATGCATATGACTCAG	162–236	34	2,661	0,970	0,895

Na – počet rozdílných alel v lokusech všech sledovaných vzorků smrku ztepilého
I – Shannonův informační index – zhodnocení genetické diverzity jednotlivých lokusů
H_o – průměrné hodnoty pozorované heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy všech sledovaných vzorků
H_e – průměrné hodnoty očekávané heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy všech sledovaných vzorků

Tab. 6: Počet rozdílných alel u populací smrku ztepilého v jednotlivých lokusech

Populace	PAAC23	PAAC19	SpAGD1	WS00716.F13	WS0092.A19	WS0022.B15	WS0073.H08	WS00111.K13	WS0023.B03
SM01	10	11	22	18	7	16	6	20	18
SM02	9	24	24	18	4	17	6	21	24
SM03	9	15	20	15	3	15	5	19	21
SM04	11	15	19	21	4	13	6	17	23
SM05	13	17	20	21	3	12	5	19	22
SM06	7	17	21	16	4	12	5	19	21
SM07	10	16	19	15	3	14	5	21	26
SM08	9	17	17	16	4	11	4	18	14
SM09	13	23	23	15	4	15	6	22	21
SM10	11	14	21	17	3	14	4	22	20
SM11	10	15	19	15	3	15	4	19	19
SM12	8	15	19	15	4	13	5	21	22

Tab. 7: Průměrné hodnoty genetických charakteristik pro sledované populace smrku ztepilého

Populace	SM01	SM02	SM03	SM04	SM05	SM06	SM07	SM08	SM09	SM10	SM11	SM12
N	32	59	32	30	40	30	30	24	60	30	30	30
*N*a	14,2	16,3	13,6	14,3	14,7	13,6	14,3	12,2	15,8	14,0	13,2	13,6
I	2,1	2,3	2,1	2,2	2,1	2,0	2,1	1,9	2,2	2,2	2,0	2,2
Privát. alely	0,66	0,22	0,33	0,44	0,33	0,00	0,33	0,11	0,22	0,44	0,22	0,00
H_o	0,68	0,82	0,69	0,76	0,72	0,65	0,74	0,72	0,79	0,73	0,67	0,80
H_e	0,78	0,83	0,78	0,81	0,78	0,76	0,77	0,74	0,81	0,80	0,77	0,81

N – počet analyzovaných stromů u sledovaných populací
*N*a – počet rozdílných alel u sledovaných populací z 9 mikrosatelitových lokusů
I – Shannonův informační index – zhodnocení genetické diverzity jednotlivých populací
Privát. alely – počet privátních alel
H_o – průměrné hodnoty pozorované heterozygotnosti pro sledované populace
H_e – průměrné hodnoty očekávané heterozygotnosti pro sledované populace

kladě Neiovy standardní genetické vzdálenosti (Nei 1972). Získané hodnoty (tab. 9, příloha 3) byly zpracovány pomocí analýzy hlavních koordinát (Principal Coordinate Analysis, PCoA) a graficky znázorněny na obrázku 1. Jinou formou zobrazení

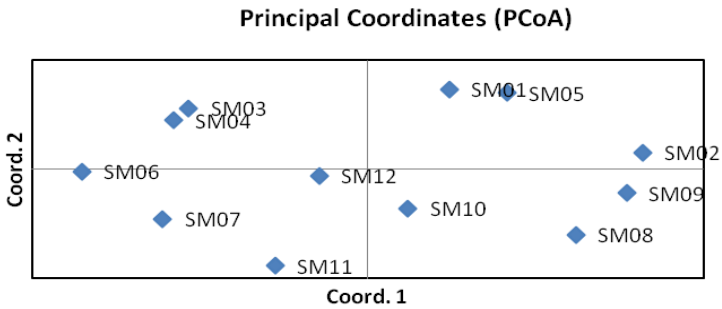
Tab. 8: Koeficient inbreedingu (F_{ST}) vyjadřující vzájemné genetické diferenciace mezi populacemi

Populace	SM01	SM02	SM03	SM04	SM05	SM06	SM07	SM08	SM09	SM10	SM11	SM12
SM01	0,000											
SM02	0,015	0,000										
SM03	0,010	0,019	0,000									
SM04	0,011	0,014	0,010	0,000								
SM05	0,008	0,016	0,013	0,012	0,000							
SM06	0,018	0,031	0,014	0,016	0,019	0,000						
SM07	0,016	0,022	0,011	0,013	0,016	0,013	0,000					
SM08	0,018	0,026	0,020	0,022	0,018	0,019	0,016	0,000				
SM09	0,012	0,008	0,017	0,014	0,012	0,024	0,019	0,019	0,000			
SM10	0,013	0,013	0,012	0,011	0,012	0,018	0,010	0,016	0,010	0,000		
SM11	0,018	0,022	0,016	0,015	0,020	0,018	0,011	0,017	0,015	0,012	0,000	
SM12	0,015	0,010	0,017	0,012	0,016	0,022	0,017	0,027	0,010	0,012	0,016	0,000

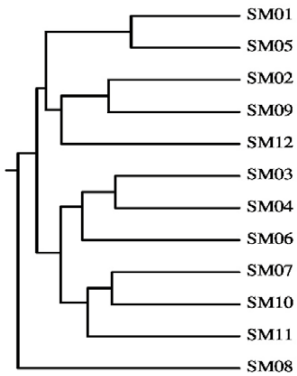
Tab. 9: Neiovy míry vzájemných genetických vzdáleností mezi smrkovými populacemi

	SM01	SM02	SM03	SM04	SM05	SM06	SM07	SM08	SM09	SM10	SM11	SM12
SM01	0,000	0,113	0,076	0,096	0,062	0,116	0,123	0,116	0,092	0,104	0,129	0,118
SM02	0,113	0,000	0,122	0,125	0,117	0,166	0,136	0,132	0,075	0,095	0,145	0,103
SM03	0,076	0,122	0,000	0,071	0,107	0,089	0,087	0,147	0,125	0,100	0,119	0,116
SM04	0,096	0,125	0,071	0,000	0,110	0,091	0,096	0,152	0,126	0,103	0,113	0,107
SM05	0,062	0,117	0,107	0,110	0,000	0,123	0,125	0,116	0,098	0,103	0,148	0,127
SM06	0,116	0,166	0,089	0,091	0,123	0,000	0,085	0,138	0,136	0,110	0,109	0,109
SM07	0,123	0,136	0,087	0,096	0,125	0,085	0,000	0,121	0,126	0,073	0,082	0,108
SM08	0,116	0,132	0,147	0,152	0,116	0,138	0,121	0,000	0,097	0,100	0,112	0,165
SM09	0,092	0,075	0,125	0,126	0,098	0,136	0,126	0,097	0,000	0,084	0,095	0,101
SM10	0,104	0,095	0,100	0,103	0,103	0,110	0,073	0,100	0,084	0,000	0,092	0,100
SM11	0,129	0,145	0,119	0,113	0,148	0,109	0,082	0,112	0,095	0,092	0,000	0,104
SM12	0,118	0,103	0,116	0,107	0,127	0,109	0,108	0,165	0,101	0,100	0,104	0,000

(Cluster Analysis, CLU) s využitím Neiovy genetické vzdálenosti je dendrogram (obr. 2) sestrojený pomocí softwaru PHYLIP 3.696 (Felsenstein 2005). Z hodnocení vyplývá, že geneticky blízké jsou si populace chlumního ekotypu SM01 z Polabí a SM05 ze Středočeské pahorkatiny s hodnotou vzdálenosti 0,062, stejně jako populace SM03 z Lužické pískovcové vrchoviny a SM04 z Krušných hor (vzdálenost 0,071). Nejvyšší genetická vzdálenost (0,166) byla zjištěna mezi populacemi SM02 z Orlických hor a SM06 ze Šumavy.



Obr. 1: Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací smrku ztepilého (PCoA)



Obr. 2: Dendrogram vytvořený na základě Neiových genetických vzdáleností sledovaných populací smrku ztepilého pomocí softwaru PHYLIP 3.696

Při souhrnném zhodnocení lze konstatovat, že u všech populací se projevují vyšší hodnoty diverzity, jak je vyjádřeno počtem různých alel a pomocí Shannonova informačního indexu. Vzájemné diferenciace mezi populacemi jsou dle hodnot F_{ST} malé, ale nejsou zanedbatelné a dokazují významné strukturování českých populací smrku ztepilého. Podíl pozorovaných heterozygotů v populacích se pohybuje od 65 % do 82 %. Rozdíly mezi populacemi se projevují v různé četnosti zastoupení konkrétních alel. Příklady zastoupení alel sledovaných populací pro 2 lokusy jsou uvedeny v tabulkách 10 a 11 a graficky znázorněny v přílohách 4 a 5.

Možnost sledování genetických charakteristik smrku ztepilého byla již dříve úspěšně ověřena pro 4 populace (2 populace chlumního ekotypu rostoucího na lokalitách Českosaské Švýcarsko a Křivoklátsko a 2 populace horského ekotypu z oblasti Fláje v Krušných horách a z oblasti Trčkov-Šerlišský kotel v Orlických horách). Také tyto výsledky byly získány s využitím statistického programu GenAlEx 6.5 (Peakall, Smouse 2006, 2012). Bylo porovnáváno šest mikrosatelitových markerů (PAAC23, PAAC19, $SpAGD_1$, WS00716.F13, WS0092.A19, WS0022.B15). Z hodnocení Neiových standardních genetických vzdáleností vyplynulo, že geneticky nejblíže jsou seskupeny populace chlumního ekotypu z lokalit Českosaské Švýcarsko a Křivoklátsko. Vzdáleněji se od těchto populací jevila flájská populace a geneticky nejvíce vzdálená populace SM02 z Orlických hor, což odpovídá i geografickým vzdálenostem. Při porovnání heterozygotnosti byly získány obdobné hodnoty jako u populací analyzovaných v rámci projektu NAZV QJ1230334, avšak hodnoty diverzity byly ve srovnání se zmíněným projektem o něco nižší, což je způsobeno zejména nižším počtem šetřených lokusů (Cvrčková et al. 2013). Z důvodu použití nižšího počtu lokusů nejsou genetické charakteristiky populací analyzovaných v rámci citované práce vyneseny do map v přílohách 3–5.

Tab. 10: Zastoupení alel sledovaných smrkových populací pro lokus PAAC19

	SM01	SM02	SM03	SM04	SM05	SM06	SM07	SM08	SM09	SM10	SM11	SM12
141	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
143	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	0,008	0,000	0,000	0,000
145	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
147	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,017	0,000	0,000	0,000
149	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,042	0,008	0,000	0,000	0,000
151	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
153	0,281	0,161	0,234	0,183	0,075	0,167	0,050	0,063	0,125	0,033	0,133	0,089
155	0,000	0,008	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,036
157	0,000	0,042	0,031	0,083	0,025	0,150	0,117	0,104	0,117	0,000	0,167	0,143
159	0,016	0,102	0,109	0,117	0,050	0,083	0,167	0,063	0,058	0,100	0,067	0,036
161	0,109	0,051	0,047	0,050	0,100	0,017	0,033	0,021	0,067	0,050	0,033	0,036
163	0,000	0,025	0,000	0,000	0,013	0,017	0,000	0,000	0,017	0,017	0,000	0,000
165	0,188	0,076	0,031	0,050	0,263	0,067	0,050	0,250	0,100	0,133	0,050	0,107
167	0,016	0,017	0,000	0,100	0,063	0,050	0,000	0,083	0,017	0,083	0,083	0,018
169	0,000	0,034	0,000	0,000	0,013	0,017	0,000	0,042	0,017	0,000	0,000	0,018
171	0,094	0,110	0,094	0,067	0,063	0,050	0,150	0,042	0,067	0,117	0,083	0,054
173	0,156	0,042	0,063	0,017	0,125	0,117	0,133	0,021	0,100	0,117	0,117	0,161
175	0,094	0,042	0,156	0,100	0,075	0,100	0,100	0,042	0,083	0,100	0,083	0,143
177	0,016	0,025	0,031	0,067	0,000	0,033	0,017	0,000	0,017	0,017	0,000	0,089
179	0,000	0,025	0,047	0,083	0,013	0,050	0,017	0,000	0,017	0,000	0,000	0,018
181	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000
183	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
185	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,033	0,000	0,018
187	0,000	0,008	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
189	0,000	0,000	0,047	0,000	0,000	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000
191	0,000	0,059	0,000	0,000	0,013	0,033	0,000	0,063	0,000	0,050	0,033	0,000
193	0,016	0,051	0,031	0,033	0,025	0,017	0,067	0,021	0,092	0,133	0,033	0,036
195	0,000	0,000	0,000	0,017	0,025	0,000	0,033	0,042	0,000	0,000	0,067	0,000
197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
199	0,000	0,008	0,031	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000
201	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000
207	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 11: Zastoupení alel sledovaných smrkových populací pro lokus WS0022.B15

	SM01	SM02	SM03	SM04	SM05	SM06	SM07	SM08	SM09	SM10	SM11	SM12
166	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000
176	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,067	0,083	0,021	0,000	0,033	0,017	0,000
178	0,016	0,144	0,033	0,117	0,050	0,133	0,150	0,146	0,083	0,150	0,083	0,100
180	0,094	0,093	0,017	0,050	0,150	0,000	0,050	0,000	0,125	0,067	0,117	0,067
182	0,078	0,008	0,050	0,000	0,063	0,050	0,033	0,000	0,017	0,033	0,033	0,000
184	0,016	0,017	0,017	0,017	0,025	0,000	0,050	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000
185	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
186	0,078	0,017	0,000	0,083	0,125	0,033	0,017	0,063	0,050	0,050	0,017	0,050
188	0,031	0,051	0,017	0,017	0,013	0,067	0,017	0,063	0,067	0,017	0,133	0,100
190	0,359	0,203	0,400	0,383	0,350	0,250	0,333	0,229	0,192	0,200	0,250	0,283
192	0,063	0,144	0,083	0,033	0,088	0,067	0,083	0,083	0,092	0,133	0,083	0,050
194	0,047	0,076	0,083	0,050	0,063	0,083	0,050	0,104	0,142	0,067	0,083	0,100
196	0,016	0,042	0,050	0,083	0,025	0,050	0,033	0,167	0,075	0,067	0,033	0,050
198	0,031	0,042	0,067	0,067	0,038	0,167	0,050	0,063	0,017	0,100	0,050	0,117
200	0,078	0,051	0,083	0,050	0,013	0,017	0,000	0,021	0,067	0,050	0,017	0,017
202	0,047	0,034	0,017	0,017	0,000	0,017	0,033	0,042	0,033	0,017	0,033	0,017
204	0,016	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033
206	0,000	0,042	0,017	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,017	0,017
208	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
212	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
214	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,000

4 VYUŽITÍ (UPLATNĚNÍ) MAPY A JEJÍ PŘÍNOS PRO UŽIVATELE

Genetická charakterizace populací domácích druhů lesních dřevin představuje cennou informaci, která pro území České republiky dosud nebyla k dispozici. Výsledky projektu NAZV QJ1230334, který je kromě smrku ztepilého zaměřen ještě na borovici lesní, jedli bělokorou, buk lesní, dub zimní a dub letní, lze považovat za jeden z prvních příspěvků k získání znalostí tohoto charakteru. Mapy pro ostatní dřeviny projektu již byly rovněž zpracovány (Čáp et al. 2016; Fulín et al. 2016a, 2016b; Novotný et al. 2016a, 2016b). Jak je patrné z příloh 3–5, představují populace smrku ztepilého, pro které je genetická charakterizace k dispozici, pouhý zlomek z celkového počtu regionálně či lokálně významných populací této dřeviny.

Z hodnocení genetické charakterizace 12 analyzovaných populací lze konstatovat, že byly u všech zaznamenány vyšší hodnoty diverzity. Zjištěné hodnoty vzájemných diferenciací mezi populacemi ukazují na strukturování populací smrku ztepilého v ČR. Podíly pozorovaných heterozygotů se v populacích pohybovaly od 65 % do 82 %. Významné rozdíly mezi populacemi se projevily v četnosti zastoupení konkrétních alel. Genetické vzdálenosti sledovaných populací přibližně odpovídají i geografickým vzdálenostem.

Výstupy lze považovat za odpovídající mezinárodním standardům. Na FPS COST Action FP1202 konané v roce 2015 v Bukurešti, kde byly prezentovány aktuální výsledky genetické charakterizace marginálních populací lesních dřevin, konstatovali přední specialisté v oboru (např. G. Vendramin, Itálie), že na jejich pracovištích byly získány obdobné výsledky při použití metod SSR a nově propagované metody SNPs. V současnosti je výhodné kombinovat přednosti různých molekulárně-genetických metod, což na druhé straně znamená eliminaci jejich nedostatků. Výhodou metody SSR je např. její relativně nižší nákladnost umožňující zpracování většího počtu vzorků. Metoda SNPs je řádově dražší a lze ji proto většinou aplikovat maximálně na několik jedinců, je však schopna poskytnout odlišný typ požadovaných informací.

Genetická charakterizace smrkových populací v ČR představuje srovnávací platformu pro budoucí období. Předloženou mapu tak bude možné využít např. při sledování změn stavu diverzity našich lesů v souvislosti s působením biotických i abiotických činitelů na lesní ekosystémy (*Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky* schválená usnesením vlády č. 620 ze dne 25. května 2005). Výsledky lze využít i jako jeden ze vstupních údajů pro aktualizace oblastních plánů rozvoje lesů zpracovávaných ÚHÚL Brandýs nad Labem. Do budoucna lze uvažovat

i s možností využití při stanovování pravidel pro přenos reprodukčního materiálu smrku ztepilého v rámci ČR a při vyhlašování genových základen.

Dosažené výsledky genetické charakterizace smrkových populací v ČR by měly být dále zpřesňovány aplikací nových metod, zařazením dalších populací, DNA markerů nebo vzorků již analyzovaných porostů tak, aby se potenciál možného využití v lesnictví zvýšil. Příklady vhodných populací přicházejících v úvahu při takto zaměřeném výzkumu jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2, resp. v mapových přílohách 1 a 2. U těchto účelově shromážděných lokalit regionálně významných smrkových populací i drobnějších výskytů této dřeviny v ČR, které takto dosud nebyly souhrnně prezentovány, je navíc předpoklad i dalších možností využití.

5 DEDIKACE

Specializovaná mapa vznikla na pracovišti Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QJ1230334 „*Ověření geneticky podmíněné proměnlivosti významných populací lesních dřevin, včetně genetické inventarizace vybraných ekotypů, jako podklad pro aktualizaci souvisejících legislativních předpisů*“ a poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0115 (č. j. 5774/2015-MZE-17011) a č. RO0117 (č. j. 6779/2017-MZE-14151).

6 LITERATURA

6.1 Seznam použitých zdrojů

Albrecht J. et al. 2003. Českobudějovicko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VIII.* Praha, AOPK ČR a Ekocentrum Brno: 808 s.

Culek M. 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha, ENIGMA: 348 s., mapa.

Čech L., Šumpich J., Zabloudil V. et al. 2002. Jihlavsko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VII.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 528 s.

ERMA 2. *Evidence Reprodukčního MAteriálu lesních dřevin*. Dostupné z: http://www.uhul.cz/nase-cinnost/reprodukcnim-materialem-lesnich-drevin/erma.

Faltysová H., Bárta F. et al. 2002a. Pardubicko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek IV.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 316 s.

Faltysová H., Mackovčin P., Sedláček M. et al. 2002b. Královéhradecko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek V.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 410 s.

Felsenstein J. 2005. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6. Distributed by the author. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle.

Freudl A. 1925. Které klimatické typy dřevin a které dřeviny vůbec měly by býti v lesích našich pěstovány a rozšiřovány. Československý les, 5 (13): 153–155.

Hošek E. 1962. K otázce lesního hospodářství a provenience semen smrkových porostů v Krkonoších. *Lesnictví*, 8 (12): 975–992.

Hrdlička O. 2005. Modravský smrk. *Lesnická práce*, 84 (12): 650–651.

Klápště J., Karnet P., Neuhöfer J., Hynek V. 2009. *Klonový archiv posázavského smrku*. Kostelec n. Č. l., Lesnická práce: 83 s.

Kubíková J., Ložek V., Špryňar P. 2005. Praha. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek XII.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 304 s.

Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. et al. 2005. Střední Čechy. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek XIII*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 904 s.

Mackovčin P., Jatiová M., Demek J., Slavík P. et al. 2007. Brněnsko. In: Mackovčin, P. (ed.): *Chráněná území ČR, svazek IX*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 932 s.

Mackovčin P., Jatiová M. et al. 2002a. Zlínsko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek II*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 376 s.

Mackovčin P., Kuncová J. et al. (eds.). 1999. *Ústecko*. In: *Chráněná území ČR, svazek I*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 350 s.

Mackovčin P., Sedláček M., Kuncová J. et al. (eds.). 2002b. Liberecko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek III*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 332 s.

Macků J. et al. 1995. *Inventarizace ekotypů a ekodémů lesních dřevin*. Brandýs n. L., ÚHÚL: 13 s.

Málek J. 1961. K otázce původního areálu smrku v českých zemích. *Lesnictví*, 7 (1): 35–54.

Mánek J. 1999. Genetic structure of three natural Norway spruce populations in the Šumava mountains determined by isoenzyme analysis. *Silva Gabreta*, 3: 173–182.

Maršáková-Němejcová M., Mihálik Š. et al. 1977. *Národní parky, rezervace a jiná chráněná území v Československu*. Praha, Academia: 456 s.

Matějka K. 2009. *Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě v roce 2008*. Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012. Praha: 8 s.

Mráz K. 1959. Příspěvek k poznání původnosti smrku a jedle ve vnitrozemí Čech. *Práce VÚLHM*, 17: 135–180.

Musil I., Hamerník J. 2007. *Jehličnaté dřeviny. Lesnická dendrologie 1*. Praha, Academia: 352 s.

Musil J. et al. 2006. *Uznávání a evidence zdrojů reprodukčního materiálu*. Výroční zpráva. VÚLHM, Uherské Hradiště: 19 s., přílohy.

Národní program ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2014–2018. Dostupné z WWW: http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/dotace-a-programy/genofond-lesnich-drevin/narodni-program/

Nei M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist*, 106: 283–392.

Němec J., Ložek V. et al. 1996. *Chráněná území ČR. 1. Střední Čechy.* Praha, Consult: 319 s.

Němec J., Ložek V. et al. 1997. *Chráněná území ČR. 2. Praha.* Praha, Consult: 154 s.

Neuhäuslová Z., Blažková D., Grulich V., Husová M., Chytrý M., Jeník J., Jirásek J., Kolbek J., Kropáč Z., Ložek V., Moravec J., Prach K., Rybníček K., Rybníčková E., Sádlo J. 1998. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Praha, Academia: 342 s., mapa.

Nožička J. 1972. *Původní výskyt smrku v českých zemích*. Praha, SZN: 177 s.

Opravil E. 1978. Smrk (*Picea* Dietr.) v československém kvartéru. *Časopis Slezského muzea,* serie C (Dendrologie), 27 (2): 97–123.

Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288–295.

Peakall R., Smouse P.E. 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 28: 2537–2539.

Pokorný J. 1955. K otázce původnosti smrku na Černokostelecku ve středních Čechách. *Lesnictví*, 28 (1): 3–14.

Průša E. 1990. *Přirozené lesy České republiky*. Praha, SZN: 248 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.

Samek V. 1959. O významu ekotypů smrku. *Lesnická práce*, 38: 299–303.

Samek V. 1964. Metodika výzkumu morfologické proměnlivosti smrku z hlediska fytogeografického. *Zprávy lesnického výzkumu*, 10 (2–3): 18–25.

Samek V., Vinš B., Holubčík M. 1964. Smrk ztepilý (*Picea excelsa* /Lam./ Link). In: Samek, V. et al. Návrh semenářské rajonizace. *Zprávy lesnického výzkumu*, 10 (2–3): 1–18.

Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky. 2005. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 129 s.

Svoboda P. 1953. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I*. Praha, SZN: 412 s.

Svoboda J., Červenský J., Dohnal M., Dohnanský T., Fišer K., Hrdlička O., Jurásek M., Kotrla P., Krchov V., Morávek F., Neznajová Z., Pařízek M., Půlpán L., Stonawski J. 2010. *Koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin u Lesů České republiky, s. p., na období 2010–2019*. Hradec Králové, Lesy České republiky: 36 s.

Šafář J. et al. 2003. Olomoucko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VI.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 456 s.

Šindelář J. 1990. Genové základny lesních dřevin v České republice. Strnady, VÚLHM: 32 s., přílohy. *Lesnický průvodce* 2/1990.

Vincent G. 1962. *Výběr a šlechtění v lesním hospodářství*. Praha, SZN: 221 s.

Vincent G., Vincent J. 1964. Ekotypy smrku ztepilého, jejich vzrůst a dřevní produkce. *Lesnický časopis*, 10 (2): 111–132.

Weissmannová H. et al. 2004. Ostravsko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek X.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 454 s.

Wright S. 1943. Analysis of local variability of flower color in *Linanthus parryae*. *Genetics*, 28 (2): 139–156.

Zahradnický J., Mackovčin P. et al. 2004. Plzeňsko a Karlovarsko. In: Mackovčin, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek XI.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 588 s.

Zákon č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnicky významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin). *Sbírka zákonů Česká republika*, 2003, č. 57, s. 3279–3294 (úplné znění https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=55611&nr=149~2F2003&rpp=15#local-content).

Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. *Sbírka zákonů Česká republika*, 1992, č. 28, s. 666–692 (úplné znění https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=39807&nr=114~2F1992&rpp=15#local-content).

Zpráva. 2016. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015*. Praha, Ministerstvo zemědělství: 132 s.

6.2 Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy

Cvrčková H., Máchová P. 2012. Studium polymorfismu u vybraných populací smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karsten pomocí DNA analýz. In: *Výzkum možností minimalizace obsahů organických škodlivin ve zdrojích pitných vod v Krušných horách*. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 21 s.

Cvrčková H., Máchová P. 2015. Genetická charakterizace smrku ztepilého pomocí mikrosatelitových markerů. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. *Lesnický průvodce* 8/2015.

Cvrčková H., Máchová P., Dostál J., Malá J. 2011. Sledování genetické proměnlivosti chlumního ekotypu smrku ztepilého pomocí RAPD. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (2): 137–143.

Cvrčková H., Máchová P., Dostál J., Malá J. 2013. Hodnocení genetické diversity vybraných populací smrku ztepilého pomocí mikrosatelitových markerů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58 (3): 248–252.

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., 5 map. *Lesnický průvodce* 19/2016.

Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Novotný P., Máchová P., Dostál J., Frýdl J. 2016a. Genetická charakterizace významných regionálních populací buku lesního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 52 s., 5 map. *Lesnický průvodce* 4/2016.

Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Novotný P., Máchová P., Dostál J., Frýdl J., Beran F. 2016b. Genetická charakterizace významných regionálních populací jedle bělokoré v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 42 s., 5 map. *Lesnický průvodce* 3/2016.

Novotný P. 2013. Výhledové možnosti kontroly původu reprodukčního materiálu lesních dřevin v ČR na principu molekulárně-genetických analýz. In: Foltánek, V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2013*. Sborník referátů. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, Hotel Skalský Dvůr, 27. 11. 2013. Brno, Tribun EU: 21–26.

Novotný P., Frýdl J., Čáp J. 2008. Metodické postupy pro navrhování, vyhlašování a management genových základen v lesním hospodářství České republiky. Strnady, VÚLHM: 80 s. *Lesnický průvodce* 8/2008.

Novotný P., Frýdl J., Dostál J., Čáp J., Buriánek V. 2014. Postup odběru vzorků populací lesních dřevin pro účely molekulárně-genetických analýz. Strnady, VÚLHM: 32 s. *Lesnický průvodce* 1/2014.

Novotný P., Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Máchová P., Trčková O., Buriánek V., Dostál J., Frýdl J. 2016a. Genetická charakterizace významných regionálních populací dubu letního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 35 s., 5 map. *Lesnický průvodce* 12/2016.

Novotný P., Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Máchová P., Trčková O., Buriánek V., Dostál J., Frýdl J. 2016b. Genetická charakterizace významných regionálních populací dubu zimního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, VÚLHM: 36 s., 5 map. *Lesnický průvodce* 16/2016.

Šindelář J., Čáp J., Novotný P. 2005a. Původní populace lesních dřevin v ČR. *Lesnická práce*, 84 (9): 464–466.

Šindelář J., Čáp J., Novotný P. 2005b. Význam a možnosti využívání původních (autochtonních) populací lesních dřevin v ČR. Strnady, VÚLHM: 51 s. *Lesnický průvodce* 2/2005.

GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF NORWAY SPRUCE IN THE CZECH REPUBLIC

Summary

Genetic characterization of domestic forest tree populations provides valuable information previously not available for the territory of the Czech Republic. In addition to Norway spruce, the results of our project are focused also on Scots pine, silver fir, European beech, pedunculated and sessile oaks. This can be considered one of the first contributions to acquiring such knowledge. The collected data on important occurrences of Norway spruce on the territory of the Czech Republic which have potentially a closer-to-nature character and therefore could be interesting for genetic research are processed in the form of tables and the attached maps. Valid genetic conservation units according to ERMA 2 database were processed (Table 1a, Attachment 1), and genetic conservation units as of 31 December 2005 (Musil et al. 2006; Novotný et al. 2008) are also represented (Table 1b, Attachment 1). Attachment 2 presents important occurrences of Norway spruce in national parks (NP), national natural reserves (NPR) and natural reserves (PR) declared pursuant to Act of the Czech National Council No. 114/1992 Coll., on the Conservation of Nature and Landscape (Table 2). A list of important regional populations assembled by Macků et al. (1995) and important partial populations stated by respondents in a questionnaire survey are presented in Table 3.

As apparent from the attached maps, the genetically evaluated populations represent only a small fraction of the total number of regionally or locally important populations of this tree species. In summarizing the evaluation of the genetic characterization of the analysed populations, it can be stated that high diversity values were recorded for all of them. The values showing differentiation among populations markedly differ from zero and thus indicate structuring of Norway spruce's populations in the Czech Republic. The proportions of observed heterozygotes in populations ranged between 65% and 82%. Significant differences were found in the allelic frequencies across the studied populations at individual loci. Genetic distances of the evaluated populations corresponded approximately also to their geographical separation.

In order to increase the potential for this information possibly to be used in forestry, the acquired results from genetically characterizing the Norway spruce's populations in the Czech Republic should be further refined by applying new

methods while including other populations, DNA markers, and samples from stands already analysed. The presented publication provides examples in tables and graphs of suitable Norway spruce's populations that can be considered for research in this field.

MAPOVÉ PŘÍLOHY

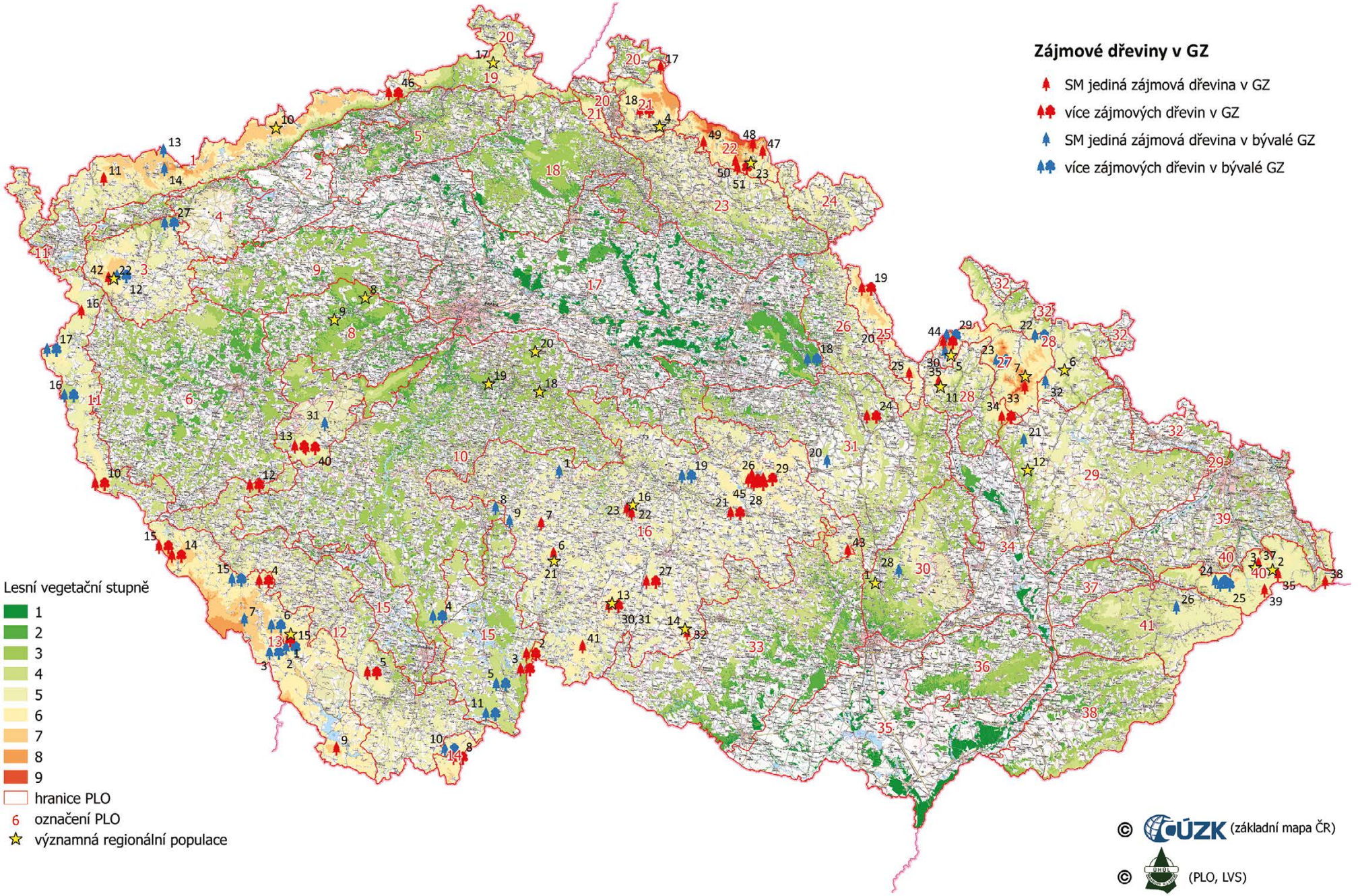
Příloha 1 Genové základny a další významné regionální populace smrku ztepilého

Příloha 2 Významné regionální populace i méně četné výskyty smrku ztepilého ve zvláště chráněných územích (NP, NPR, PR)

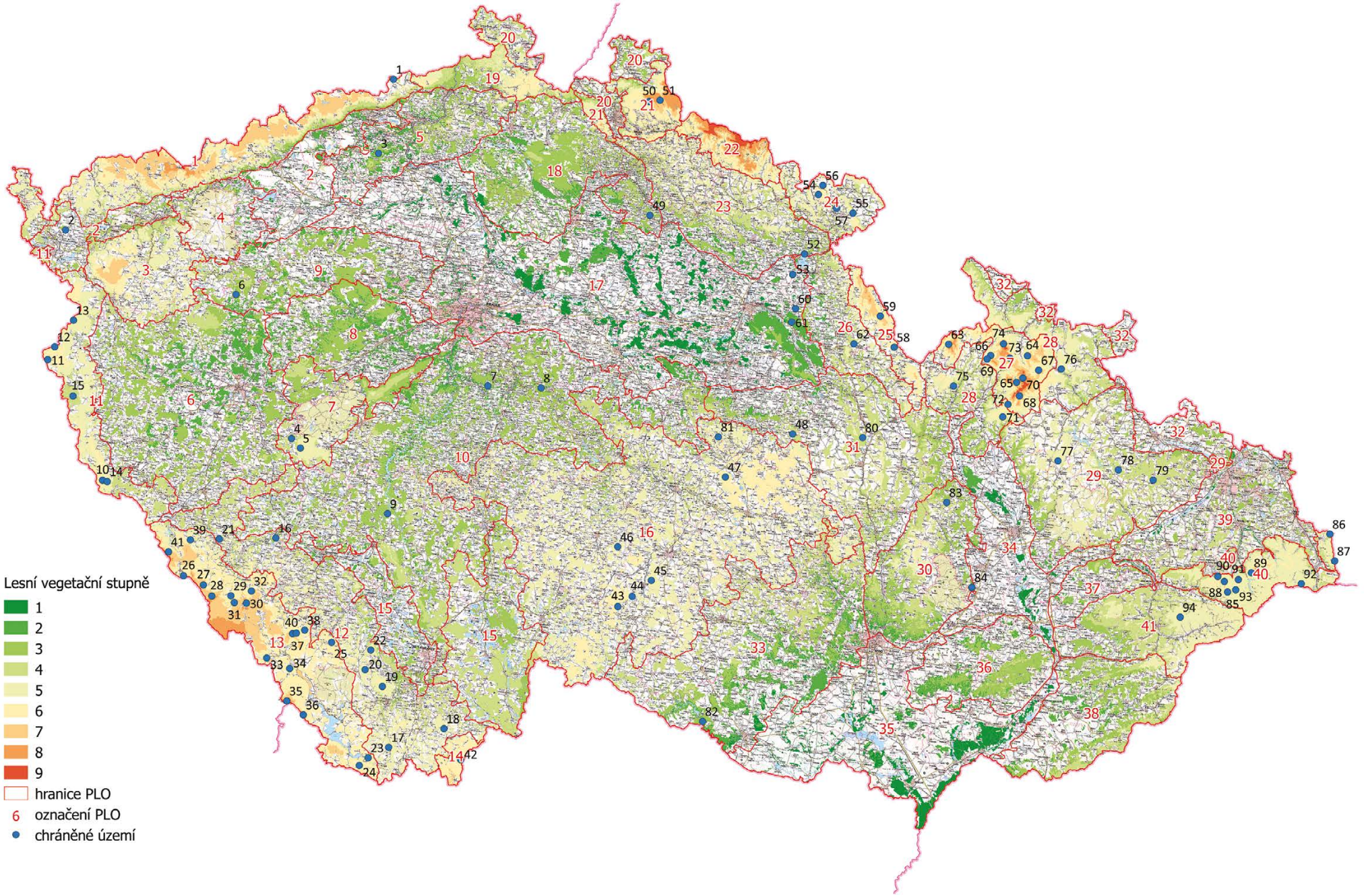
Příloha 3 Genetické vzdálenosti analyzovaných populací smrku ztepilého

Příloha 4 Alelické frekvence u analyzovaných populací smrku ztepilého (lokus PAAC19)

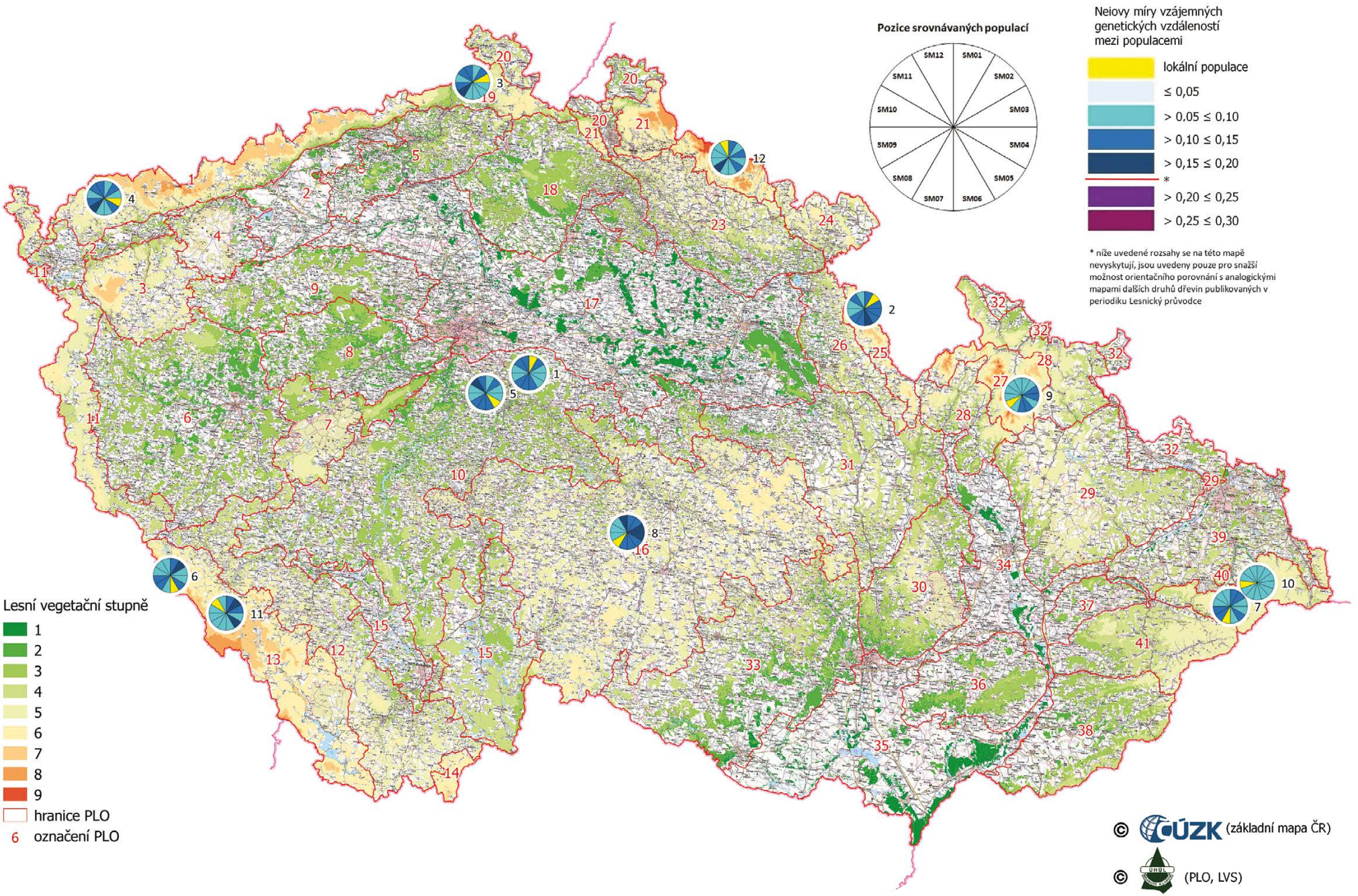
Příloha 5 Alelické frekvence u analyzovaných populací smrku ztepilého (lokus WS0022.B15)



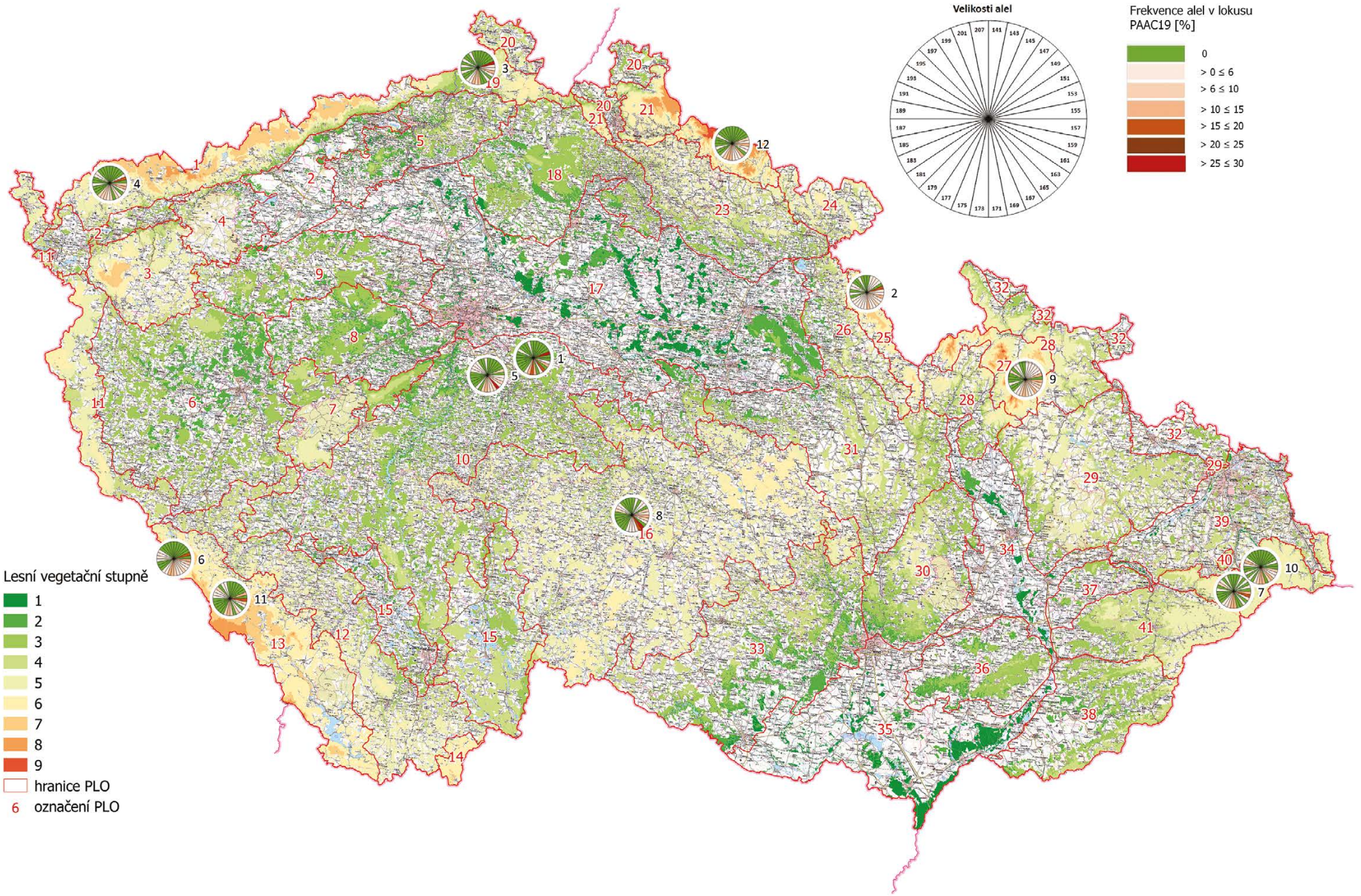
Příloha 1: Genové základny a významné regionální populace smrku ztepilého



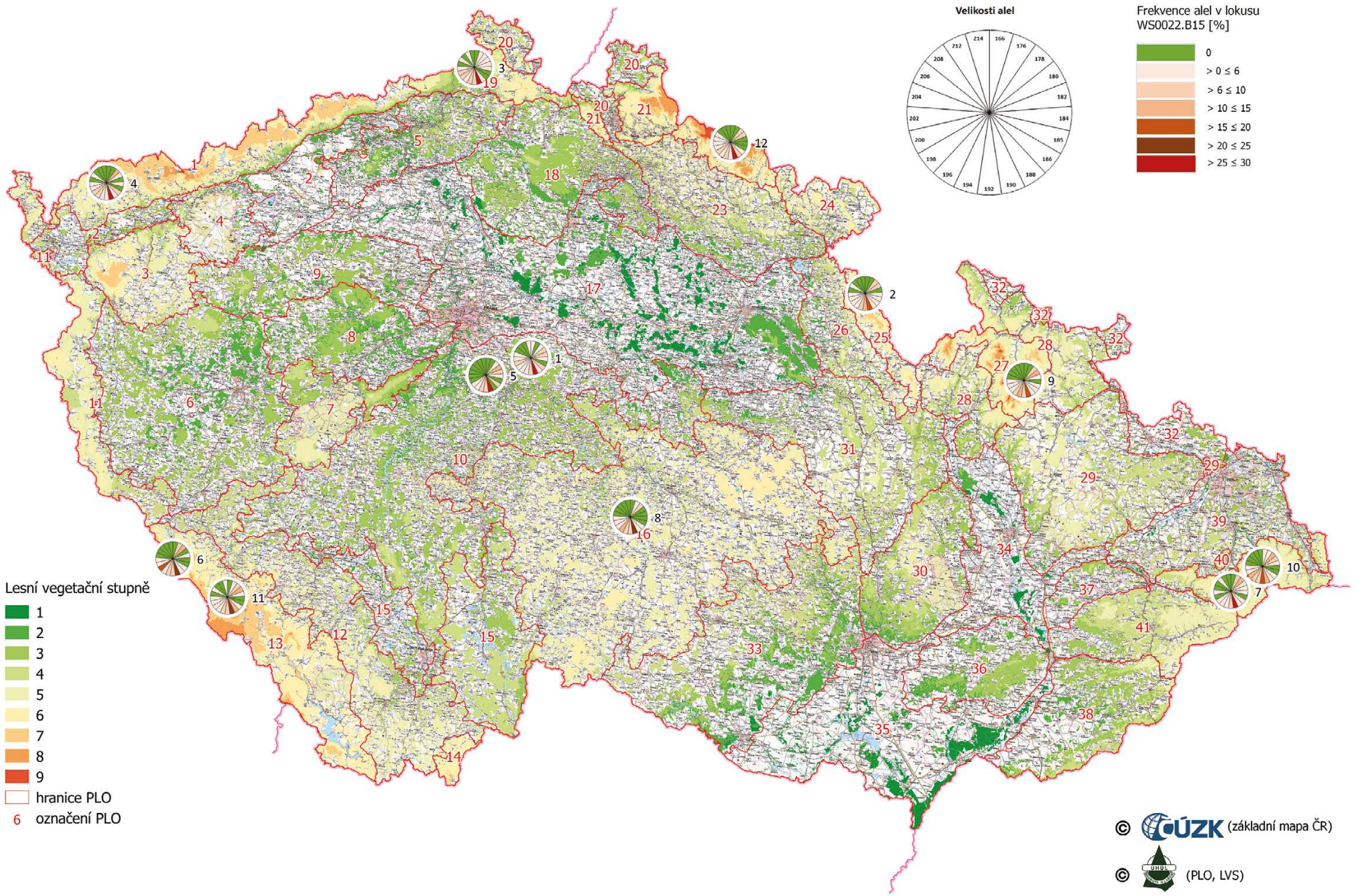
Příloha 2: Významné regionální populace i méně četné výskyty smrku ztepilého ve zvláště chráněných územích (NP, NPR, PR)



Příloha 3: Genetické vzdálenosti analyzovaných populací smrku ztepilého



Příloha 4: Alelické frekvence u analyzovaných populací smrku ztepilého (lokus PAAC19)



Příloha 5: Alelické frekvence u analyzovaných populací smrku ztepilého (lokus WS0022.B15)

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

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 2/2017