

GENETICKÁ CHARAKTERIZACE  
VÝZNAMNÝCH REGIONÁLNÍCH POPULACÍ  
DUBU LETNÍHO V ČESKÉ REPUBLICE

LESNICKÝ PRŮVODCE



Bc. Ing. et Ing. PETR NOVOTNÝ, Ph.D.  
a kol.



12/2016

# **Genetická charakterizace významných regionálních populací dubu letního v České republice**

**Specializovaná mapa s odborným obsahem**

**Bc. Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.**

**Ing. Martin Fulín, Ph.D.**

**Ing. Jiří Čáp**

**Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.**

**Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.**

**Ing. Olga Trčková**

**RNDr. Václav Buriánek**

**Ing. Bc. Jaroslav Dostál**

**Ing. Josef Frýdl, CSc.**

## **Lesnický průvodce 12/2016**

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.  
Strnady 136, 252 02 Jíloviště  
[www.vulhm.cz](http://www.vulhm.cz)

**Vedoucí redaktor:** Ing. Jan Řezáč; e-mail: [rezac@vulhm.cz](mailto:rezac@vulhm.cz)

**Výkonná redaktorka:** Miroslava Valentová; e-mail: [valentova@vulhmop.cz](mailto:valentova@vulhmop.cz)

**Grafická úprava a zlom:** Klára Šimerová; e-mail: [simerova@vulhm.cz](mailto:simerova@vulhm.cz)

ISBN 978-80-7417-129-1

ISSN 0862-7657

# GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF PEDUNCULATE OAK IN THE CZECH REPUBLIC

## *Abstract*

Czech Republic, compared with other states, has available only little genetic information about populations of tree species. Presented work summarizes the basic genetic characteristics of 10 pedunculate oak's populations obtained by DNA analysis. Furthermore, it provides mapped overview, which contains declared genetic conservation units with pedunculate oak, significant oak populations, which were defined by MACKŮ et al. (1995), and populations, where the information was obtained within a questionnaire survey. The next map shows locations with more significant and less substantial occurrence of pedunculate oak in protected areas. In the tabular list of populations are stated approximate geographic coordinates, or in some cases local naming populations and their characteristics. In frame of all 10 analysed populations were recorded higher values of genetic diversity. Differentiation between populations are not inconsiderable and indicate a structuring of oak populations. The shares of heterozygotes observed in populations ranged from 60% to 73%. Significant differences between populations were reflected in the frequency representation of specific alleles. Not significant linear correlations were observed between genetic and geographic distances of the 10 pedunculate oak's populations studied on the basis of microsatellite markers. But most of the Moravian populations have been genetically closer similarly to results of sessile oak populations.

**Key words:** *Quercus robur*, population, genetic diversity, DNA analysis, Czech Republic

**Oponenti:** RNDr. Radka Podlipná, Ph.D., Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i., Praha 6-Lysolaje

Ing. Miroslav Válek, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Hradec Králové

*Foto na obálce:*

Porost dubu letního v oblasti Budyně nad Ohří, LČR LS Litoměřice (V. Buriánek, 25. 4. 2012)

*Adresa autorů:*

Bc. Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Ing. Martin Fulín, Ph.D.

Ing. Jiří Čáp

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.

Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.

Ing. Olga Trčková

RNDr. Václav Buriánek

Ing. Bc. Jaroslav Dostál

Ing. Josef Frýdl, CSc.

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

*Strnady 136, 252 02 Jíloviště*

*pnovotny@vulhm.cz; fulin@vulhm.cz; cap@vulhm.cz; cvrckova@vulhm.cz;  
machova@vulhm.cz; trckova@vulhm.cz; burianek@vulhm.cz; dostal@vulhm.cz;  
frydl@vulhm.cz*

# Obsah:

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>SEZNAM A LESNICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝZNAČNÝCH POPULACÍ DUBU LETNÍHO V ČR .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA DOSUD ZKOUMANÝCH POPULACÍ DUBU LETNÍHO POMOCÍ ANALÝZ DNA .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>VYUŽITÍ (UPLATNĚNÍ) MAPY A JEJÍ PŘÍNOS PRO UŽIVATELE .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>DEDIKACE .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>27</b>
	<b>6.1 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>27</b>
	<b>6.2 Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy .....</b>	<b>31</b>
	<b>SUMMARY .....</b>	<b>33</b>
	<b>MAPOVÉ PŘÍLOHY .....</b>	<b>35</b>

## **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

Dub letní je na našem území významnou dřevinou. Přírozené zastoupení dubů před začátkem výraznějších antropogenních vlivů činilo 19,4 %. Aktuálně dosahují se 185 044 ha redukované plochy pouze 7,1 %, do budoucna se však uvažuje, že by měl jejich podíl v ČR dosáhnout 18,0 % (Zpráva 2016). Porostní plocha dubu letního v roce 2015 dosahovala 109 902,71 ha (<http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL>).

Jedním z příspěvků k zachování vhodného genofondu této dřeviny je i vyhlášení chráněných území různých kategorií a genových základen. Zatímco k 31. 12. 2005 jich bylo platně vyhlášeno 9 (MUSIL et al. 2006; NOVOTNÝ et al. 2008), k 22. 11. 2016 již aplikace ERMA 2, spravovaná Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, evidovala pouze 4 genové základny dubu letního. Podporu zvyšování počtu a výměry genových základen, uznaných porostů i dalších zdrojů reprodukčního materiálu dubu letního by mělo představovat vyhlášení Národního programu ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2014–2018 (dále jen „Národní program“), na který budou v příštích obdobích postupně navazovat jeho další etapy. Národní program vyhláší 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 malou znalostí údajů o genetických charakteristikách populací lesních dřevin. Ve středoevropském prostoru je tento stav již spíše výjimečný. V ČR není k dispozici dokonce ani úplný soupis ekotypů a dalších významných populací lesních dřevin, i když v tomto případě určitý solidní základ existuje (např. SVOBODA 1955; ŠINDELÁŘ 1990; MACKŮ et al. 1995; CULEK 1996; ŠINDELÁŘ et al. 2005a, 2005b; 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 podkladů (FREUDL 1925; BERTSCH 1951; ČERMÁK et al. 1955; VINCENT 1962; SAMEK et al. 1964; MOTTL, BENEDÍKOVÁ 1986; PRŮŠA 1990; BENEDÍKOVÁ 1991; ŠINDELÁŘ 1995; HYNEK 2000; ŠINDELÁŘ, HYNEK 2000; VOKOUN 2000; ŠÁLKOVÁ et al. 2003; BURIÁNEK et al. 2004; ÚRADNÍČEK 2004) 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 dub letní 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 dubu letního v národních parcích, národních přírodních rezervacích, přírodních rezervacích, národních přírodních památkách a přírodních památkách, 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).

Základní genetické charakteristiky populací<sup>1</sup> dubu letního získané pomocí analýz DNA jsou v ČR zatím k dispozici z 10 lokalit, viz přílohy 3–5. U stejných populací dubu byla rovněž ověřována haplotypizace na základě proměnlivosti chloroplastové DNA (VLASÁK et al. 2016). 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 institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Hlavními uživateli výstupů daného projektu jsou 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).

---

<sup>1</sup> 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 dubu letního nelze možnost vzájemného spontánního křížení zcela vyloučit.

## 2 SEZNAM A LESNICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝZNAČNÝCH POPULACÍ DUBU LETNÍHO V ČR

V této kapitole jsou v tabelární formě shromážděny údaje o významných výskytech dubu letního 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 základů podle údajů databáze ERMA 2, tabulka 1b pak seznam dalších genových základů, které byly evidovány k 31. 12. 2005 (viz též pří-

**Tab. 1a:** Významné regionální populace dubu letního – genové základny (poř. číslo odpovídá mapě v příloze 1)

Poř. č.	Číslo GZ	Název GZ	Kraj	Zájmové dřeviny	PLO	LVS	Výměra [ha]	GPS souř. [N, E]
1	G106-1	Lodrant	E	DB, DBZ	17	2	288,76	50,0148345 16,0469657
2	G99-1	Káranice, Obora, Lišice	H	DB, DBZ	17	1	1017,63	50,1537944 15,3455465
3	G133	Třešť	J	SM, BK, DBZ, DB	16	5, 6	333,86	49,3023728 15,5239308
4	G21-1	Hluboká	C	BK, DB, DBZ, LP	10	4	1442,73	49,1063742 14,5035452

**Tab. 1b:** Významné regionální populace dubu letního – bývalé genové základny vyhlášené pro dub letní k 31. 12. 2005 (MUSIL et al. 2006; NOVOTNÝ et al. 2008)

Poř. č.	Číslo GZ	Název GZ	Kraj	Zájmové dřeviny	PLO	LVS	Výměra [ha]	GPS souř. [N, E]
1	G151	Lovčice	B	BK, DBZ, DB	36	2, 3	989,18	49,0793239 17,0425300
2	G204	Poodří	T	DB, JS, LPM	39	1	160,91	49,7944089 18,2095506
3	G98	Nechanice	H	DB	17	1	255,01	50,2970572 15,3614072
4	G148	Soutok	B	DB, JS	35	1	565,94	48,7244325 16,9669475
5	G168	Troubky	M	DB, JS	34	1	117,00	49,4019083 17,3355714

lohu 1). Tabulka 2 zahrnuje významnější výskyty dubu letního v národních parcích, národních přírodních rezervacích (NPR), přírodních rezervacích (PR), národních přírodních památkách (NPP) a přírodních památkách (PP) 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 МАСКŮ et al. (1995), příp. významné dílčí populace uvedené respondenty při dotazníkovém šetření.

**Tab. 2:** Významné regionální populace dubu letního – čtenější výskyty v chráněných územích (pořadová čísla odpovídají mapě v příloze 2)

Poř. č.	Typ CHÚ*	Označení	Katastr	Výměra [ha]	PLO	Nadmořská výška [m n. m.]	LVS	Dřeviny	GPS [N, E]
1	PR	Bělýšov	Bělýšov	11,37	6	485–675	3–5	(DB), BK, LP, KL, HB, BO, BRK	49,4486944 13,2036778
2	PR	Háj	Druztová	11,31	6	296–338	1	(DB), (HB), JV, KL	49,7834392 13,4431572
3	NPR	Chlumská stráň	Chlum	124,70	8	257–470	1–3	(TS), (JD), JL, KL, JV, BB, LP, DB, JLH, JR	49,9338333 13,6524722
4	PR	Červený kříž	Roztoky	12,56	8	410–425	3	(DB), (BO)	49,9918667 13,9289389
5	PR	Jezírka	Skryje, Podmokly	59,50	8	270–394	1, 2	(BK), (HB), (JD), DB, OL	49,9461147 13,7531361
6	NPR	Karlštejn	Bukovice, Srbsko - Vraž	1546,99	8	211–440	1–3	(DB), HB, LP, KL, DBP, BK, JR	49,9611111 14,1575000
7	PR	Lipa	Ostrovec u Terešova	24,91	8	282–450	1–3	(LP), (KL), (DB), (HB)	49,9375000 13,7419444
8	PR	Radotínské údolí	Praha: Kosof, Radotín	104,07	8	250–330	1	(HB), (DB), (BK), OL, BO, SM, MD	50,0022556 14,3185917
9	PR	Staňkovka	Praha: Radotín	44,47	8	200–360	1, 2	(DB)	49,9749444 14,3340278
10	PR	Vysoký Tok	Branov	8,80	8	490–546	3	(DB)	49,9925944 13,8509611
11	PR	Karvanice	Hluboká n. Vltavou	14,17	10	372–446	2–3	(BK), (LP), (HB), (DB), SM, JD	49,0898333 14,4636389
12	PR	Sedlická obora	Holušice u Mužetic	20,38	10	465–483	3	(LP), (LPV), SM, BK, DB, BO, OL	49,3655694 13,9881167

13	PR	Český Jílovec	Horní Jílovice	6,30	12	518–722	4–6	(SM), (JD), (BK), (BO), (DB), PV, KL, JLH	48,6706447 14,3536211
14	PR	Holubovské hadce	Holubov, Křemže, Třisov	15,68	12	458–501	3	(BO), SM, JD, DB, BR, SM, BK	48,8910447 14,3428847
15	PR	Prácheň	Velké Hydčice	27,16	12	433–514	3	(LP), (LPV), JV, DB, DBZ, HB, BO	49,3145833 13,6814472
16	PR	Bažantnice u Pracejovic	Nové Strakonice	21,89	15	394–398	2	(DB), JS, JV, LP	49,2602250 13,8676475
17	PP	Černická obora	Sudoměřice u Bechyně	9,25	15	477–487	3	(HB), (DB), SM, BO, LP	49,2924167 14,5606861
18	PR	Libějovický park	Libějovice	14,13	15	431–444	3	(LP), (DB), KL, JV, HB, LPV, OL, SM, BO, DG, KS, DBC, AK	49,1114444 14,1928611
19	PR	Michov	Mladějovice	11,69	15	425–443	3	(DB), (LP), SM, JS, JD, OL, BK, BO, JV	49,2211911 14,0668089
20	PR	Luh u Telče	Telč	14,36	16	523–540	4	(DB), (JS), (LP), KL, HB, OL	49,1960125 15,4243172
21	PP	Bažantnice v Satalicích	Satalice, Vínůř	15,18	17	270	1	(DB), (KL), (LP), (JS)	50,1284639 14,5764722
22	PR	Bažantnice v Uhersku	Uhersko	19,05	17	240–250	1	(DB), (JL), (LP), (HB), (JS)	49,9968889 16,0326389
23	PR	Klánský les - Cyrilov	Klánské, Jirny	397,00	17	230–270	1	(BRP), (DB), (BO), SM, HB	50,0853528 14,6856583
24	NPR	Čtvrť	Mecely	95,29	17	220–265	1	(DB), (JS), (OL)	50,2955694 15,0604278
25	PR	Dománovický les	Dománovice	74,89	17	223–240	1	(DB), (HB)	50,1135000 15,3460556
26	PR	Habrov	Topol, Tuněchody	20,60	17	240–290	1	(DB), (HB), LP, JS, KL, SM, MD, JL	49,9664722 15,8356111
27	PP	Cholupická bažantnice	Praha-14, Cholupice	13,78	10	314–378	1, 2	(JS), (DB), SM, MD, BO, HB	49,9825000 14,4568889

28	PP	Jiřina	Tišice, Kozly	1,72	17	164	1	(DBC), (DBZ), (DB), (JS), (LP), HB	50,2365194 14,5626722
29	PP	Křižánky	Záhuby	48,34	17	286–366	1, 2	(DB), (OL), (BK), HB, SM, BO, JD	50,3995861 15,1573639
30	NPR	Libický luh	Libice n. Cidl., Velký Osek	410,33	17	186–190	1	(JL), (JS), (HB), (DB), (OL), (JIV), DBC, SM, VJ	50,1079764 15,1714306
31	PR	Myslivna	Popize, Kostelec nad Ohří	35,41	17	165–175	1	(OL), (JIV), (TP), (DB), (JS), JL	50,3957500 14,0806389
32	PP	Obora Hvězda	Praha-6, Dolní Liboc	84,15	17	320–370	1, 2	(DB), (BK), (HB), BO, SM	50,0825000 14,3302778
33	PP	U Sítovky	Nový Hradec Králové	6,42	17	255–263	1	(BO), (DB), LP	50,1701972 15,9116528
34	PP	Veselský háj a rybník Smrkovák	Vysoké Veselí, Staré Smrkovice	106,15	17	250–285	1	(DB), (HB), SM, BO, MD, DBC	50,3269472 15,4495667
35	PR	Žemov	Dolní Ředice, Horní Ředice, Chvojenec	292,99	17	230–280	1	(DB), (HB), SM, LP	50,0936389 15,9360333
36	PR	Kokořínský důl	Bosyně - Kokořín - Vysoká	2096,97	18	200–398	1, 2	(BO), (DB), SM, BK	50,4513889 14,5961111
37	PP	Nad Blatinou	Dolní Černůtky	6,26	17	284–308	1	(DB), HB, LP, BK, KL	50,3233278 15,6892472
38	PR	Úlibická bažantnice	Úlibice - Robousy	27,53	17	276–280	1	(DB), (JS), LP, KL, HB, JLV, TP	50,4302778 15,4276778
39	PR	Velký a Malý Bezděz	Bezděz	28,21	18	505–638	3–5	(BK), DB, BR, SM	50,5392667 14,7166056
40	PR	Čabel	Bynovec	9,61	19	374	2	(BO), (BR), DB, BK	50,8169167 14,2875000
41	NPR	Borový	Žulová	36,84	28	350–487	2, 3	(BO), (BK), MD, DB, BR, SM	50,3155339 17,1138164
42	PP	Hůrky	Velké Heraltice	16,04	29	382–438	2, 3	(BO), (MD), (LP), DB, HB, SM, JD	49,9956292 17,6993886

43	PR	Nové Těchanovice	Nové Těchanovice	5,76	29	372–514	2, 3	(SM), (DB), (HB), (JD), (KL), (JV), (LP), (BK), (BR), (BO)	49,8224275 17,7271178
44	PR	Jelení žlíbek	Bystřc	11,99	33	320–385	1, 2	(BK), (DB), (HB), (LP), (JL)	49,2380111 16,4849944
45	PR	Křmivec	Bystřc	12,14	33	235–318	1, 2	(DBZ), (HB), (JV), (LP), (KL), (BB), (DB), (BRK)	49,2586111 16,4530556
46	PR	Malužín	Bílovice nad Svitavou	55,87	30	230–410	2, 3	(DB), (DBZ), (HB), (KL), (JV), (BB), (LP), (JS)	49,2744556 16,6607022
47	PP	Pekárna	Žebětín	59,64	33	257–325	1, 2	(DBZ), (DB), (KL), (JV), (BRK), (BK), (OL), (JS), (VR), (LP)	49,2107861 16,5143861
48	PR	U Nového hradu	Olomučany	44,60	30	270–402	2, 3	(JD), (BK), (DB), (HB), (SM), (LP), (JV)	49,3255167 16,6394528
49	PR	Dařelec	Vřesina u Opavy	32,94	32	245–285	1	(HB), (DB), (BRP), (SM), (BK)	49,9588889 18,1988889
50	PP	Dubová stráž	Dačice	12,06	33	462–496	3	(DB), (LP), (LPV), (BK), (KL), (BR), (SM)	49,1014861 15,4423944
51	PR	Karlof	Šanov nad Jevišovkou	5,80	35	194–213	1	(DB), (HB), (LP), (BB), (JV)	48,8244111 16,3066222
52	PR	Mutenská obora	Mutná	43,53	33	440–538	3	(LP), (DBZ), (SM), (LPV), (DB), (JV), (KL), (OL)	48,9957583 15,4260889
53	PR	Království	Grygov	301,09	34	203–205	1	(DB), (JS), (LP), (KL), (HB), (OL)	49,5126019 17,2977819
54	PR	Vítečický les	Vítečice na Moravě	96,50	34	250–308	3	(DB), (HB), (BK), (LP), (JS), (SM), (BO)	49,3031100 17,2430628
55	NPR	Zástudánčí	Lobodice, Tovačov	100,64	34	195–198	1	(TPC), (JLV), (JLH), (OS), (JIV), (DB), (JS), (KL), (LP), (VRB)	49,4005000 17,3108333
56	NPR	Cahnov - Soutok	Lanžhot	13,46	35	150–152	1	(DB), (JS), (HB), (LP), (BB), (HR), (VR), (JL)	48,6558333 16,9411111
57	PP	Dolní mušovský luh	Ivaň	48,76	35	168–170	1	(DB), (JSU), (HB), (LP), (BB)	48,9124222 16,5985944

58	PR	Oskovec	Vracov	6,08	35	164–166	1	(DB), (JSU), TPK	48,9034861 17,2650278
59	PR	Plackův les a říčka Šatava	Ivaň	112,90	35	170	1	(DB), JSU, BB, LP, VR, VRH, VRO	48,9432778 16,5941111
60	NPR	Ranišpurk	Lanzhot	19,20	35	152–153	1	(DB), (JSU), BB, LP, HB, JLV, JL	48,6779806 16,9466611
61	NPR	Rendezvous	Valtice	17,12	35	190–205	1	(DBP), (CER), (DB)	48,7485858 16,7911153
62	PR	Stupava	Hodonín	53,54	35	164–167	1	(DB), OL	48,8642611 17,0778028
63	PP	Okrouhlá	Sidonie	11,81	38	620–655	5	(BK), (DB), KL, LP, JLH	49,0471306 18,0577278
64	PR	Palkovické hůrky	Sklenov, Rychaltice	34,93	39	441–613	3–5	(BK), (DB), (LP), (JD), SM, BO, MD	49,6317972 18,2533825
65	PR	Velké doly	Český Těšín, Český Puncov	36,50	39	282–356	2, 3	(DB), (BK), HB, LP, LPV, KL, BB	49,7152611 18,6346028
66	NPR	Salajka	Bílá	21,95	40	712–820	6	(BK), (JD), SM, KL, DB, JR, JLH, JS	49,4010861 18,4182583

\* NPR – národní přírodní rezervace, PR – přírodní rezervace, PP – přírodní památka

\*\* (DB) – hlavní dřevina, DB – přimíšená dřevina



**Tab. 3:** Významné regionální populace dubu letního – významné ekotypy (Macků et al. 1995), příp. významné dílčí populace uvedené respondenty při dotazníkovém šetření

Poř. č.	Lesní správa/ závod	LHC výskytu	Název ekotypu/ populace	Charakteristické vlastnosti populace/ekotypu	GPS [N, E]
1	LS Šternberk	Šternberk a Pomoraví	dub letní slavonský	Jednotlivé porosty na revíru Sřeň a Úsov se zastoupením DBS – PLO 34, dobrá vitalita i kvalita	49,7235833 16,9246337
2	LS Jindřichův Hradec	Jindřichův Hradec	dub letní	Průběžný rovný hladký kmen, jemné ovětvení, Javorový vrch	49,0808819 14,7787208
3	LS Vodňany	Protivín	dub letní	Libějovice - Černoháj, Klūs	49,1286731 14,2258178
4	LS Litoměřice	Litoměřice	dub letní lužní	Budyně, luh Ohře, nevyhraněné	50,4184111 14,1363353
5	LZ Židlochovice	Židlochovice, Znojmo, Strážnice	dub slavonský		48,6816044 16,9488353
6	LS Opava	Opava	dub slezský		49,9314936 18,1619661
7	LS Ostrava	Šenov	dub polanecký		49,7612464 18,1839389

### 3 GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA DOSUD ZKOUMANÝCH POPULACÍ DUBU LETNÍHO POMOCÍ ANALÝZ DNA

Genetická charakterizace byla zpracována pro celkem 10 populací dubu letního (tab. 4). Jak je vidět na mapách v přílohách 3–5, reprezentují dané populace poměrně dobře přirozené rozšíření dubu letního na našem území (NEUHÄUSLOVÁ et

Tab. 4: Přehled genetiky analyzovaných populací dubu letního

Č. populace (zkratka)	Označení populace	Lokalizace	PLO	Statut lokality*
DL01	Hluboká	LČR LS Hluboká nad Vltavou	10 – Středočeská pahorkatina	GZ 21 Hluboká
DL02	Budyně nad Ohří	LČR LS Litoměřice	17 – Polabí	
DL03	Špičák-Třešť	LČR LS Jihlava	16 – Českomoravská vrchovina	NPR, GZ 133 Špičák-Třešť
DL04	Soutok	LČR LZ Židlochovice, LHC Židlochovice	35 – Jihomoravské úvaly	NPR, GZ 148 Soutok
DL05	Troubky-Trná	LČR LS Prostějov	34 – Hornomoravský úval	GZ 168a Troubky-Trná
DL06	Polanecký les, Proskovice	LČR LS Šenov	39 – Podbeskydská pahorkatina	GZ 204 Polanecký les-Proskovice
DL07	Lovčice	LČR LS Bučovice	36 – Středomoravské Karpaty	GZ
DL08	Nechanice, Hlušice + Káranice – obora Lišice	LČR LS Hořice, LHC Chlumec n. Cidlinou	17 – Polabí	GZ 98 Nechanice-Hlušice, GZ 99 Káranice-Obora Lišice
DL09	Třeboň	hráze rybníků	15 – Jihočeské pánve	CHKO Třeboňsko
DL10	Vrapač	LČR LS Šternberk	34 – Hornomoravský úval	GZ 167a, NPR Vrapač

\* GZ = genová základna, NPR = národní přírodní rezervace, CHKO = chráněná krajinná oblast

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

Cílem bylo pomocí analýz DNA s využitím 12 jaderných mikrosatelitových markerů (DOW et al. 1995; STEINKELLNER et al. 1997; KAMPFER et al. 1998; DURAND et al. 2010) získat genetické charakteristiky vybraných populací a ověřit především úroveň jejich genetické diverzity, vzájemné genetické vzdálenosti, diferenciacie a míry heterozygotnosti. U získaných PCR produktů 12 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 dubu letního byla data získaná pro sledované mikrosatelitové markery zpracována pomocí statistického programu GenAlEx 6.501 (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 v počtu párů bází. Počet rozdílných alel  $N_a$  v jednotlivých lokusech ze všech sledovaných vzorků dubu letního 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 jevil lokus QrZAG65. Hodnota pozorované heterozygotnosti ( $H_o$ ), což je podíl heterozygotních jedinců v daném lokusu, byla nejvyšší v lokusu PIE202, očekávaná heterozygotnost ( $H_e$ ), představující podíl očekávaných heterozygotů v populaci za předpokladu dodržení Hardyho-Weinbergovy rovnováhy, byla nejvyšší v lokusu QrZAG65.

U 299 hodnocených jedinců z 10 populací bylo ve 12 lokusech celkově detekováno 280 různých alel, tj. v průměru 23,3 alel na lokus. 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 12 sledovaných mikrosatelitových markerů. Nejvyšší průměrné hodnoty (13,42) různých alel dosáhla populace DL07 Lovčice. Při porovnání hodnot diverzity sledovaných populací pomocí Shannonova informačního indexu se geneticky nejrozmanitější při současném nejvyrovnanějším zastoupení alelických frekvencí ukázala populace DL08 Nechanice, Hlušice + Káranice, obora Lišice. Výskyt privátních alel byl nejvyšší v populaci DL01 Hluboká. Hodnoty pozorované heterozygotnosti se pohybovaly od 0,60 do 0,73 a hodnoty očekávané heterozygotnosti od 0,73 do 0,77. Nejvyšší počet pozorovaných heterozygotů byl zjištěn v populaci DL08 a očekávaných heterozygotů v populaci DL01.

**Tab. 5:** Genetické charakteristiky vybraných jaderných mikrosatelitových lokusů ze všech sledovaných vzorků dubu letního

Lokusy	Sekvence primerů (5'-3')	Velikost PCR produktů (bp)	Na	I	H <sub>e</sub>	H <sub>e</sub>
MSQ13	F: ACACCTCAGACCCACCATTITTTCC R: TGGCTGCACCTATGGCTCTTAG	186–228	13	1,34	0,55	0,63
QrZAG11	F: CTTTGAACCTCGAAGGTGTCC R: TGGTTGACTAAAGTATGAACCTGTTG	225–277	25	2,60	0,84	0,90
QrZAG20	F: CCATTAAAGAACGAGTATTTTGT R: GCAACACTCAGCCTATATCTAGAA	154–194	20	1,90	0,81	0,82
QrZAG65	F: CAGTGGTGTCAACTCCTCCAG R: GTCAGGTGACCATTCAAACCTAGAA	151–315	51	2,88	0,43	0,93
QrZAG87	F: TCCACCACITTTGGTCTCTCA R: GTTGTACAGAGTGGGATGGTA	94–146	24	2,42	0,73	0,86
QrZAG96	F: GGTTGGGAAAAGGAGATCAGA R: GGTTGGGAAAAGGAGATCAGA	134–184	21	1,11	0,43	0,45
QrZAG112	F: TTCTTGGCTTTGGTGGCGG R: GTGGTCAGAGACTCGGTAAGTATTC	68–134	23	2,15	0,75	0,84
QpZAG15	F: CGATTGATAATGACACATATGG R: CATCGACTCATTGTTAAGCAC	104–144	18	1,54	0,62	0,71
QpZAG104	F: ATAGGGAGTGAGGACTGAATG R: GATGGTACAGTAGCAACATTC	159–215	40	2,47	0,62	0,86
QpZAG110	F: GGAGGTTCCCTTCAACCTACT R: GATCTCTTGTGCTGTATTT	187–253	27	1,47	0,57	0,61
GOT066	F: TCCCTAGATGATGGGGATGA R: TTTTACGTCGGCCAACTTTT	219–246	13	1,39	0,67	0,70
PIE202	F: GGGAAAGAGAAAGAGATGGGAAAG R: CATTTCGAAAAGCCCAATATG	103–115	5	0,90	0,97	0,56

Na – počet rozdílných alel v lokusech všech sledovaných vzorků dubu letního

I – Shannonův informační index – zhodnocení genetické diverzity jednotlivých lokusů

H<sub>e</sub> – průměrné hodnoty pozorované heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy ze všech sledovaných vzorků

H<sub>e</sub> – průměrné hodnoty očekávané heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy ze všech sledovaných vzorků

**Tab. 6:** Počet rozdílných alel u populací dubu letního v jednotlivých lokusech

Populace	MSQ13	QrZAG11	QrZAG20	QrZAG65	QrZAG87	QrZAG96	QrZAG112	QpZAG15	QpZAG104	QpZAG110	GOT066	PIE202
DL01	10	19	10	19	17	15	14	10	21	9	5	3
DL02	7	19	12	20	16	8	13	7	16	9	6	4
DL03	7	17	8	19	14	8	11	8	19	9	7	3
DL04	6	15	9	28	13	11	13	9	21	12	7	4
DL05	8	17	11	25	16	6	12	7	18	10	4	5
DL06	7	19	10	24	18	10	14	10	19	10	6	3
DL07	9	21	10	21	18	9	16	10	22	12	9	4
DL08	10	19	9	21	17	15	13	14	22	9	6	3
DL09	10	19	9	21	17	15	13	14	22	9	6	3
DL10	7	21	9	23	15	7	15	7	17	14	6	3

**Tab. 7:** Průměrné hodnoty genetických charakteristik pro sledované populace dubu letního

Populace	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06	DL07	DL08	DL09	DL10
	30	30	29	30	30	30	30	30	30	30
<i>N<sub>a</sub></i>	13,25	11,42	10,83	12,33	11,67	12,50	13,42	13,17	11,17	12,00
<i>I</i>	1,94	1,79	1,77	1,84	1,80	1,86	1,91	1,95	1,79	1,83
Privát. alely	0,92	0,33	0,25	0,67	0,33	0,67	0,50	0,42	0,08	0,42
<i>H<sub>o</sub></i>	0,70	0,68	0,60	0,61	0,64	0,68	0,66	0,73	0,67	0,67
<i>H<sub>e</sub></i>	0,77	0,73	0,73	0,74	0,73	0,74	0,75	0,76	0,73	0,73

*N* – počet analyzovaných stromů u sledovaných populací

*N<sub>a</sub>* – průměrný počet rozdílných alel u sledovaných populací z 12 mikrosatelitových lokusů

*I* – Shannonův informační index – zřehodnocení genetické diverzity jednotlivých populací

Privát. alely – počet privátních alel

*H<sub>o</sub>* – průměrné hodnoty pozorované heterozygotnosti pro sledované populace

*H<sub>e</sub>* – průměrné hodnoty očekávané heterozygotnosti pro sledované populace

Pro porovnání vzájemných genetických diferenciací (rozlišení) mezi populacemi bylo použito hodnocení  $F_{ST}$  (párové porovnání genetické rozmanitosti na základě rozdílů alelických frekvencí mezi populacemi). Podle kvalitativní interpretace hodnot  $F_{ST}$  (WRIGHT 1943) se mezi sledovanými populacemi dubu letního ukázala při hodnotách v rozmezí 0,008 až 0,018 (tab. 8) malá genetická divergence ( $F_{ST}$  do velikosti 0,05 představují malou genetickou divergenci). Ani ta však není zanedbatelná a představuje strukturalizaci populací dubu letního na území ČR.

**Tab. 8:** Hodnoty  $F_{ST}$  vyjadřující vzájemné genetické diferenciace mezi populacemi dubu letního

Populace	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06	DL07	DL08	DL09	DL10
DL01	0,000									
DL02	0,014	0,000								
DL03	0,016	0,016	0,000							
DL04	0,017	0,010	0,015	0,000						
DL05	0,018	0,011	0,013	0,008	0,000					
DL06	0,015	0,010	0,014	0,011	0,011	0,000				
DL07	0,017	0,009	0,012	0,008	0,010	0,011	0,000			
DL08	0,011	0,011	0,012	0,012	0,013	0,011	0,009	0,000		
DL09	0,014	0,011	0,017	0,011	0,013	0,009	0,013	0,009	0,000	
DL10	0,016	0,009	0,014	0,008	0,011	0,011	0,010	0,013	0,012	0,000

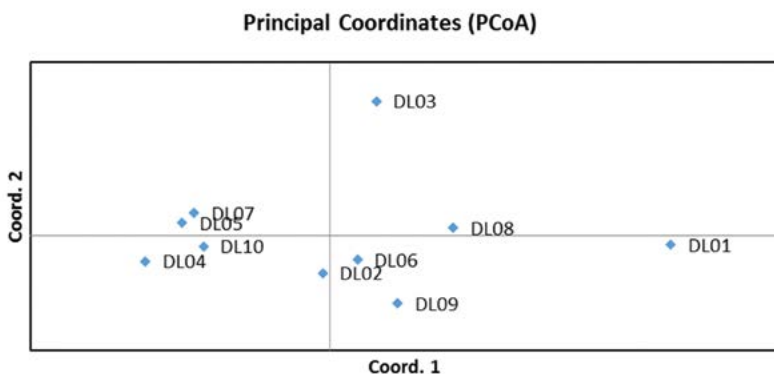
Zhodnocení genetických vzdáleností mezi populacemi bylo na základě analyzovaných vzorků stromů kalkulováno s využitím Neiovy standardní genetické vzdálenosti (NEI 1972). Získané hodnoty (tab. 9, příloha 3) byly zpracovány pomocí analýzy hlavních koordinát (Principal Coordinate Analysis, PCoA) a výsledky graficky znázorněny na obrázku 1. Neiovy genetické vzdálenosti byly dále zobrazeny pomocí dendrogramu (obr. 2) vytvořeném klastrovou metodou UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic averages) pomocí softwaru PHYLIP 3.696 (FELSENSTEIN 2005). Z hodnocení vyplývá, že nejbližší genetická vzdálenost s hodnotou 0,048 je mezi populacemi DL04 Soutok a DL05 Troubky-Trní. Nejvyšší hodnota genetické vzdálenosti (0,111) byla zjištěna u dvojic populací DL01 Hluboká a DL04 Soutok, resp. DL01 Hluboká a DL07 Lovčice. Na základě Mantelova testu byla zjištěna nízká lineární korelace mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi ( $R^2 = 0,0753$ ).

Při souhrnném zhodnocení lze konstatovat, že u všech populací se projevují vyšší hodnoty genetické diverzity, jak je vyjádřeno průměrným počtem různých alel (10,83–13,42) a pomocí Shannonova informačního indexu (1,77–1,95). Vzájemné

**Tab. 9:** Neiovy míry vzájemných genetických vzdáleností mezi šetřenými populacemi dubu letního

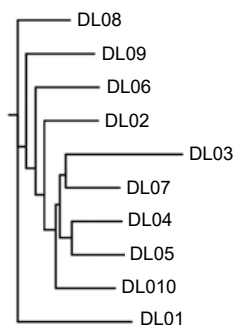
	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06	DL07	DL08	DL09	DL10
DL01	0,000	0,080	0,104	0,111	0,110	0,092	0,111	0,077	0,089	0,102
DL02	0,080	0,000	0,095	0,062	0,065	0,060	0,054	0,065	0,065	0,054
DL03	0,104	0,095	0,000	0,097	0,080	0,087	0,079	0,078	0,106	0,086
DL04	0,111	0,062	0,097	0,000	0,048	0,074	0,052	0,077	0,069	0,049
DL05	0,110	0,065	0,080	0,048	0,000	0,068	0,058	0,078	0,075	0,066
DL06	0,092	0,060	0,087	0,074	0,068	0,000	0,074	0,069	0,061	0,067
DL07	0,111	0,054	0,079	0,052	0,058	0,074	0,000	0,061	0,082	0,060
DL08	0,077	0,065	0,078	0,077	0,078	0,069	0,061	0,000	0,059	0,083
DL09	0,089	0,065	0,106	0,069	0,075	0,061	0,082	0,059	0,000	0,077
DL10	0,102	0,054	0,086	0,049	0,066	0,067	0,060	0,083	0,077	0,000

diferenciace mezi populacemi jsou dle hodnot  $F_{ST}$  malé, ale nejsou zanedbatelné a dokazují strukturování populací dubu letního na území ČR. Mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi se projevila nízká závislost, avšak byla vyšší ve srovnání s populacemi dubu zimního. Tato slabá korelace u obou druhů nejspíše souvisí se silným úbytkem dubových porostů již v minulých stoletích a s použitím osiva z cizích lokalit nebo i ze zahraničí při umělém zalesňování (SVOBODA 1955). Z grafického znázornění genetických vzdáleností (obr. 1 a 2) je patrné genetické přiblížení populací z moravských úvalů (DL04 z Jihomoravského úvalu, DL05 a DL10 z Hornomo-



**Obr. 1:** Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací dubu letního (PCoA)

ravského úvalu) a populace DL07 Lovčice ze Středomoravských Karpat. Znázorněná bližší genetická vzdálenost moravských populací je ve shodě i s jejich geografickým umístěním.



**Obr. 2:** Dendrogram vytvořený na základě Neiových genetických vzdáleností sledovaných populací dubu letního pomocí softwaru PHYLIP 3.696

Podíly pozorovaných heterozygotů v populacích se pohybují od 60 % do 73 %. Rozdíly mezi populacemi se projevují v různých četnostech 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.

**Tab. 10:** Zastoupení alel sledovaných populací dubu letního pro lokus MsQ13

Alela	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06	DL07	DL08	DL09	DL10
186	0,050	0,000	0,017	0,000	0,000	0,017	0,033	0,067	0,000	0,000
188	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000
194	0,017	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
208	0,017	0,017	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,017	0,000	0,017
212	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000
214	0,483	0,617	0,534	0,583	0,567	0,517	0,517	0,517	0,583	0,617
216	0,033	0,017	0,017	0,017	0,000	0,017	0,033	0,050	0,033	0,000
218	0,000	0,017	0,000	0,067	0,083	0,033	0,033	0,050	0,017	0,017
220	0,133	0,183	0,103	0,133	0,050	0,233	0,100	0,183	0,250	0,100
222	0,167	0,133	0,276	0,167	0,217	0,150	0,217	0,067	0,067	0,200
224	0,000	0,017	0,034	0,033	0,017	0,000	0,000	0,000	0,033	0,033
226	0,067	0,000	0,017	0,000	0,033	0,033	0,017	0,017	0,017	0,000
228	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,017	0,000	0,017



**Tab. 11:** Zastoupení alel sledovaných populací dubu letního pro lokus QrZAG87

Allela	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06	DL07	DL08	DL09	DL10
94	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
102	0,100	0,117	0,052	0,033	0,067	0,000	0,033	0,083	0,117	0,017
104	0,017	0,067	0,000	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,067	0,033
106	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,033	0,000	0,000	0,000
108	0,067	0,083	0,172	0,050	0,083	0,083	0,050	0,133	0,067	0,117
110	0,083	0,200	0,155	0,300	0,200	0,100	0,267	0,100	0,033	0,233
112	0,000	0,017	0,017	0,000	0,067	0,033	0,033	0,017	0,017	0,033
114	0,000	0,000	0,034	0,017	0,017	0,000	0,017	0,017	0,000	0,000
116	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017	0,050	0,000	0,033
118	0,033	0,050	0,086	0,100	0,033	0,067	0,167	0,100	0,033	0,200
120	0,100	0,017	0,138	0,067	0,067	0,133	0,017	0,083	0,083	0,067
122	0,183	0,133	0,172	0,150	0,233	0,167	0,150	0,050	0,133	0,100
124	0,050	0,050	0,017	0,067	0,017	0,067	0,067	0,100	0,100	0,050
126	0,017	0,083	0,017	0,000	0,017	0,067	0,017	0,017	0,033	0,017
128	0,183	0,100	0,000	0,083	0,050	0,083	0,017	0,117	0,183	0,017
130	0,033	0,017	0,000	0,050	0,050	0,017	0,017	0,033	0,033	0,050
132	0,050	0,017	0,052	0,033	0,017	0,017	0,017	0,033	0,050	0,017
134	0,000	0,017	0,017	0,017	0,033	0,000	0,033	0,000	0,000	0,000
136	0,000	0,000	0,052	0,000	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
138	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,017	0,000
140	0,017	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000
142	0,017	0,000	0,017	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,017	0,000
144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017	0,000
146	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,017

## 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 dubu letního zaměřen na jedli bělokorou, smrk ztepilý, borovici lesní, buk lesní a dub zimní, lze považovat za jeden z prvních příspěvků k získání znalostí tohoto charakteru. Dosud byly zpracovány mapy pro smrk ztepilý (ČÁP et al. 2015), jedli bělokorou (FULÍN et al. 2016b) a buk lesní (FULÍN et al. 2016a). Jak je patrné z map v přílohách 3–5, představují zpracované populace dubu letního pouhý zlomek z celkového počtu regionálně či lokálně významných populací této dřeviny.

Z hodnocení genetické charakterizace 10 analyzovaných populací lze konstatovat, že byly u všech zaznamenány vyšší hodnoty diverzity. Hodnoty diferenciací mezi populacemi se výrazně liší od nuly a ukazují tak na strukturování populací dubu letního v ČR. Podíly pozorovaných heterozygotů v populacích se pohybovaly od 60 % do 73 %. Významné rozdíly mezi populacemi se projeví v četnosti zastoupení konkrétních alel. Genetické vzdálenosti sledovaných populací přesně neodpovídají geografickým vzdálenostem, přesto si většina populací z oblasti Moravy byla obdobně jako u dubu zimního geneticky bližší.

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 populací dubu letního 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 roz-

voje lesů zpracovávaných ÚHÚL Brandýs nad Labem. Do budoucna lze uvažovat i s možností využití při stanovování pravidel pro přenos reprodukčního materiálu dubu letního v rámci ČR a při vyhlásování genových základů.

Dosažené výsledky genetické charakterizace populací dubu letního 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 populací dubu letního i drobnějších výskytů této dřeviny v ČR, které dosud nebyly takto 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. RO0116 (č.j. 10462/2016-MZE-17011).

## 6 LITERATURA

### 6.1 Seznam použitých zdrojů

- ALBRECHT J. et al. 2003. Českobudějovicko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VIII*. Praha, AOPK ČR a Ekocentrum Brno: 808 s.
- BENEDIKOVÁ M. 1991. Předběžný návrh semenářských oblastí dubu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 36 (4): 1–3.
- BERTSCH K. 1951. *Geschichte des Deutschen Waldes*. Jena, Gustav Fischer: 118 s.
- CULEK M. 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha, ENIGMA: 348 s., mapa.
- ČECH L., ŠUMPICH J., ZABLLOUDIL V. et al. 2002. Jihlavsko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VII*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 528 s.
- ČERMÁK, K., HOFMAN, J., KREČMER, V., ČABART, J., SYROVÝ, S. (reds.) 1955. *Lesnický a myslivecký atlas*. Praha, Ústřední správa geodézie a kartografie: 120 s.
- DOW B.D., ASHLEY M.V., HOWE H.F. 1995. Characterization of highly variable (GA/CT)<sub>n</sub> microsatellites in the bur oak *Quercus macrocarpa*. *Theoretical and Applied Genetics*, 91: 137–141.
- DURAND J., BODÉNÈS C., CHANCEREL E. et al. 2010. A fast and cost-effective approach to develop and map EST-SSR markers: oak as a case study. *BMC Genomics*, 11: 570 (13 pp.). Doi: 10.1186/1471-2164-11-570.
- ERMA 2. *Evidence Reprodukčního MAtériálu lesních dřevin*. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/reprodukcnim-materialem-lesnich-drevin/erma>.
- FALTYSOVÁ H., BÁRTA F. et al. 2002a. Pardubicko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek IV*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 316 s.
- FALTYSOVÁ H., MACKOVČÍN P., SEDLÁČEK M. et al. 2002b. Královéhradecko. In: Mackovčín, 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.
- HINTZE J.L. 2012. NCSS 8. Kaysville, Utah, USA; NCSS: 2823 s.  
<http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL>
- HÝNEK V. 2000. Návrh semenářských oblastí a přenosu reprodukčního materiálu pro buk lesní, dub zimní a letní, lípu malolistou a velkolistou, javor mléč a klen, jasan ztepilý a úzkolistý a pro jedli bělokorou v ČR. *Lesnická práce*, 79 (4): 174–176.
- KAMPFER S., LEXER C., GLÖSSL J., STEINKELLNER H. 1998. Characterization of (GA)<sub>n</sub> microsatellite loci from *Quercus robur*. *Hereditas*, 129: 183–186.
- KUBÍKOVÁ J., LOŽEK V., ŠPRYŇAR P. 2005. Praha. In: Mackovčín, 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: Mackovčín, 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: Mackovčín, P. (ed.): *Chráněná území ČR, svazek IX*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 932 s.
- MACKOVČIN P., JATIOVÁ M. et al. 2002a. Zlínsko. In: Mackovčín, 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: Mackovčín, 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.
- MARŠÁKOVÁ-NĚMEJCOVÁ M., MIHÁLIK Š. et al. 1977. *Národní parky, rezervace a jiná chráněná území v Československu*. Praha, Academia: 456 s.
- MOTTL J., BENEDÍKOVÁ M. 1986. Záchrana genofondu dubu letního a zimního v ČSR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 31 (3): 1–5.
- 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.
- 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.
- PRŮŠA E. 1990. *Přirozené lesy České republiky.* Praha, SZN: 248 s.
- SAMEK V. et al. 1964. Návrh semenářské rajonizace. *Zprávy lesnického výzkumu*, 10 (2–3): 1–18.
- STEINKELLNER H., FLUCH S., TURETSCHKE E., LEXER C., STREIFF R., KREMER A., GLÖSSL J. 1997. Identification and characterization of (GA/CT)(n) – microsatellite loci from *Quercus petraea*. *Plant Molecular Biology*, 33: 1093–1096.
- Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky.* 2005. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 129 s.
- SVOBODA P. 1955. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část II.* Praha, SZN: 573 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: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek VI.* Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 456 s.

- ŠÁLKOVÁ I., BENETKA V., POSPÍŠKOVÁ M. 2003. *Využití DNA polymorfismu k určení genetické diversity rodu topol (Populus) a dub (Quercus) pro řešení strategie konzervace in situ a reintrodukce ohrožených druhů*. Průhonice, VÚKOZ: 60 s.
- ŠINDELÁŘ J. 1990. Genové základny lesních dřevin v České republice. Strnady, VÚLHM: 32 s., přílohy. *Lesnický průvodce 2/1990*.
- ŠINDELÁŘ J. 1995. Nástin opatření k udržení a zvýšení podílu dubů v druhové skladbě lesů České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 40 (1): 6–11.
- ŠINDELÁŘ J., HYNEK V. 2000. Dub letní a zimní, diferenciacie při obnově lesních porostů a zalesňování. *TEI pro lesnickou praxi, Pěstování*, 1: 7 s.
- ÚRADNÍČEK L. 2004. *Lesnická dendrologie II. (Angiospermae)*. Brno, MZLU: 170 s.
- VINCENT G. 1962. *Výběr a šlechtění v lesním hospodářství*. Praha, SZN: 221 s.
- VOKOUN J. 2000. Současné znalosti ekologických nároků dubu letního a dubu zimního. In: *Rozlišování dubů a možnosti udržení druhové čistoty v lesních porostech*. Sborník referátů. Roztoky u Křivokláta, 12. 9. 2000. Praha, Česká lesnická společnost: 19–27.
- WEISSMANNOVÁ H. et al. 2004. Ostravsko. In: Mackovčín, 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., MACKOVČÍN P. et al. 2004. Plzeňsko a Karlovarsko. In: Mackovčín, 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 lesnický 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: 3279–3294 (platné 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: 666–692 (platné 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

- BURIÁNEK V., BENEDÍKOVÁ M., BERANOVÁ L., MALÁ J. 2004. *Výzkum proměnlivosti a opatření k zachování a reprodukci genových zdrojů domácích druhů dubu (Quercus spp.) a lípy (Tilia spp.)*. Závěrečná zpráva. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 148 s., přílohy.
- ČÁP J., NOVOTNÝ P., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., FULÍN M., FRÝDL J., DOSTÁL J., BURIÁNEK V., BERAN F., LEFNAR R., POLÁKOVÁ L., MALÁ J. 2015. *Genetická charakterizace významných regionálních populací smrku ztepilého v České republice*. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 32 s., 5 map.
- 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: *Lesnický průvodce*, 52 s., 5 map.
- 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 Bystrice nad Pernštejnem, Hotel Skalský Dvůr, 27. 11. 2013. Brno, Tribun EU: 21–26.
- NOVOTNÝ P., FRÝDL J., ČÁP J. 2008. *Metodické postupy pro navrhování, vyhledávání a management genových základů 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*.
- 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*.



VLASÁK J., CVRČKOVÁ H., MÁCHOVÁ P., MALÁ J. 2016. Chloroplast *trnD-trnT* Region Sequencing for Quick Haplotyping of Oak Populations. *VEGETOS*, 29 (2): <http://dx.doi.org/10.4172/2229-4473.1000124>.

# **GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF PEDUNCULATE OAK IN THE CZECH REPUBLIC**

## *Summary*

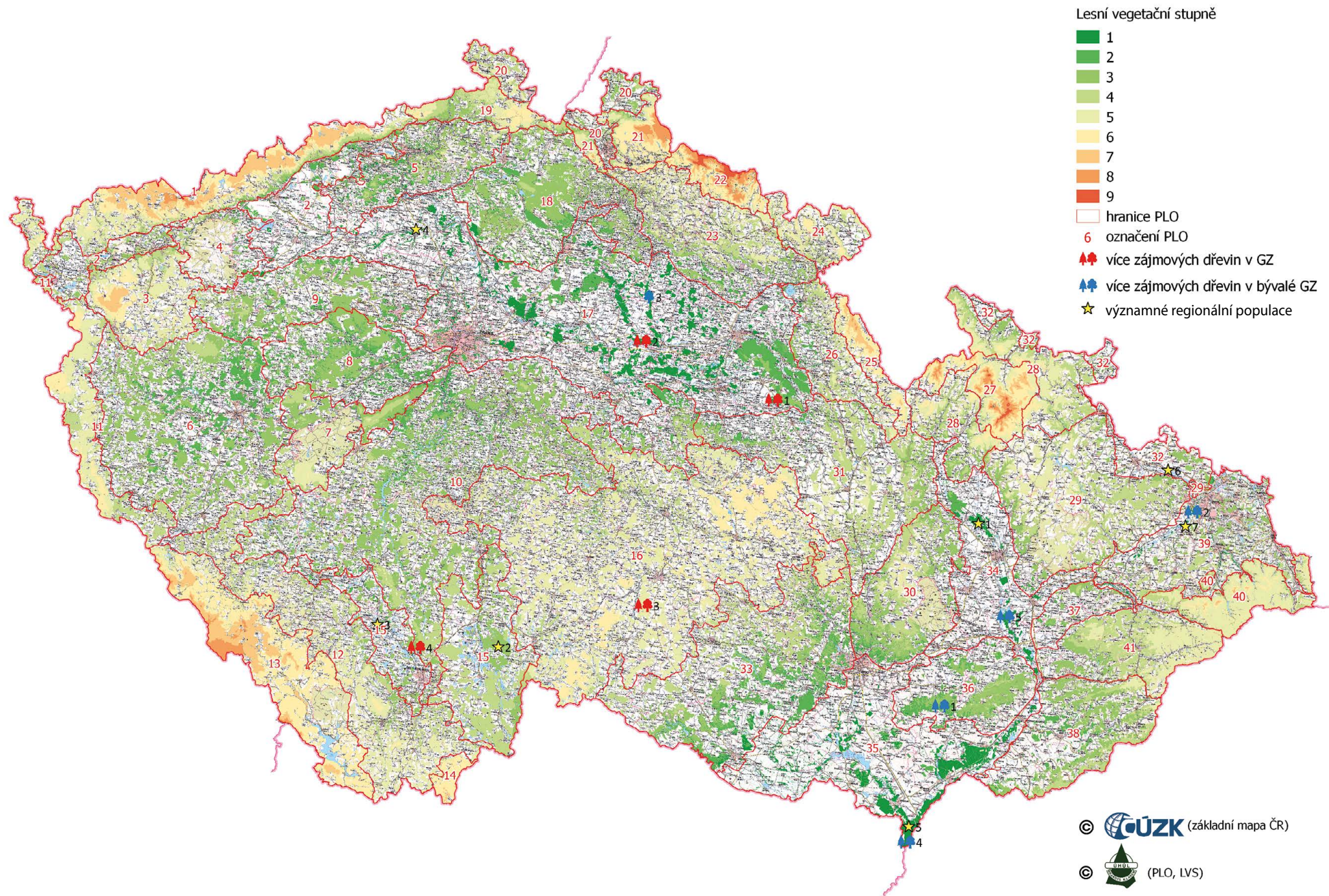
Genetic characterization of domestic forest tree populations provides valuable information previously not available for the territory of the Czech Republic. In addition to pedunculate oak, the results of our project are focused also on Norway spruce, Scots pine, silver fir, European beech, and sessile oak. This can be considered one of the first contributions to acquiring such knowledge. The collected data on important occurrences of pedunculate oak 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 presented (Table 1b, Attachment 1). Attachment 2 presents important occurrences of pedunculate oak in national parks (NP), national natural reserves (NPR), natural reserves (PR), national nature monuments (NPP) and nature monuments (PP) 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 pedunculate oak's populations in the Czech Republic. The proportions of observed heterozygotes in populations ranged between 60% and 73%. Significant differences were found in the allelic frequencies across the studied populations at individual loci. Not significant linear correlations were observed between genetic and geographic distances of the 10 pedunculate oak's populations studied on the basis of microsatellite markers. The dendrogram confirmed the presence of differentiation between populations. The Moravian populations are clustered closer as it is visible in the Fig. 1 and 2 with illustrated genetic distances.

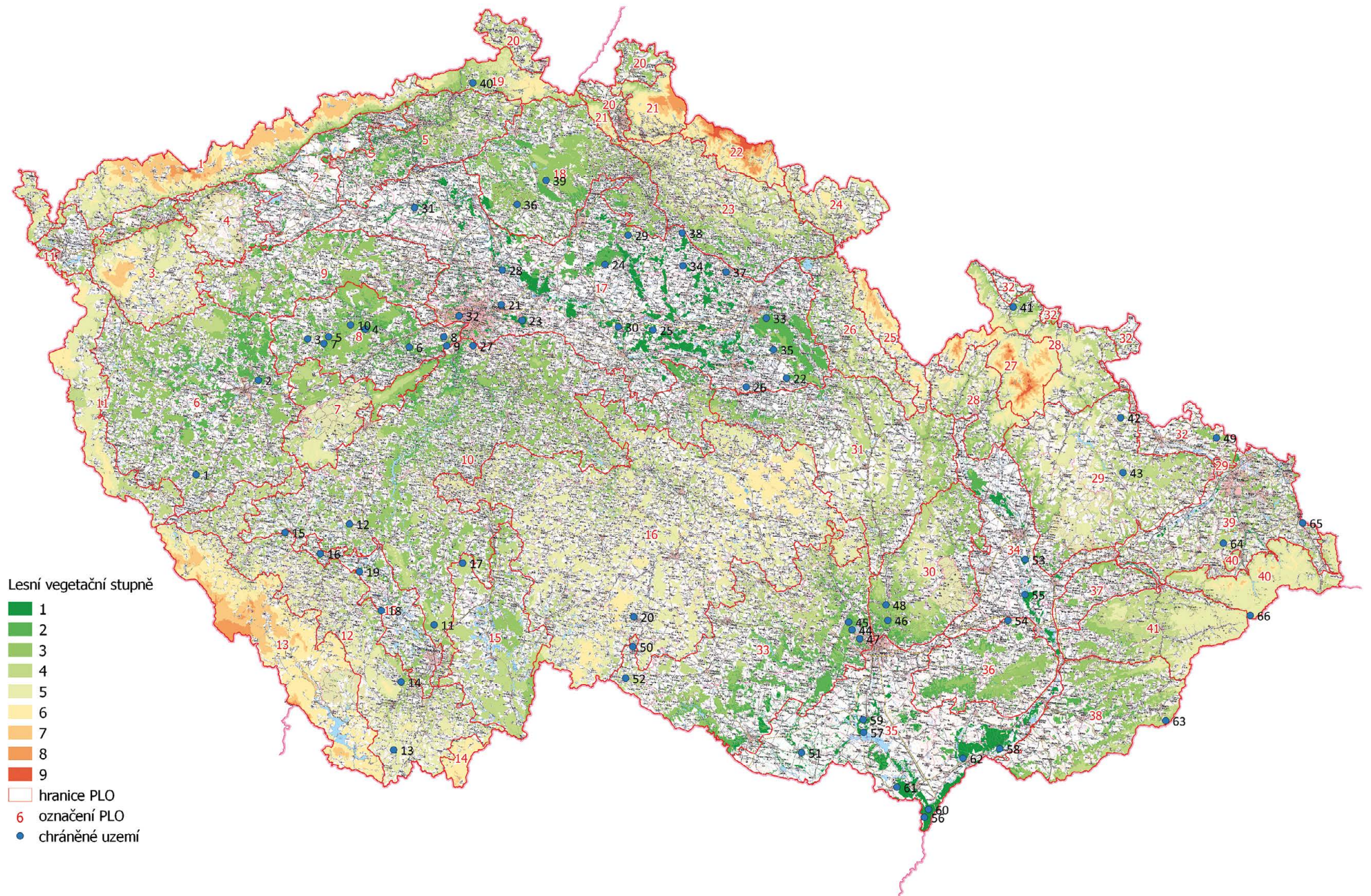
In order to increase the potential for this information possibly to be used in forestry, the acquired results from genetically characterizing the pedunculate oak's populations in the Czech Republic should be further refined by applying new methods while including other populations, DNA markers, and samples from stands already analysed. The presented publication provides examples in tables and graphs of suitable pedunculate oak's populations that can be considered for research in this field.

# MAPOVÉ PŘÍLOHY

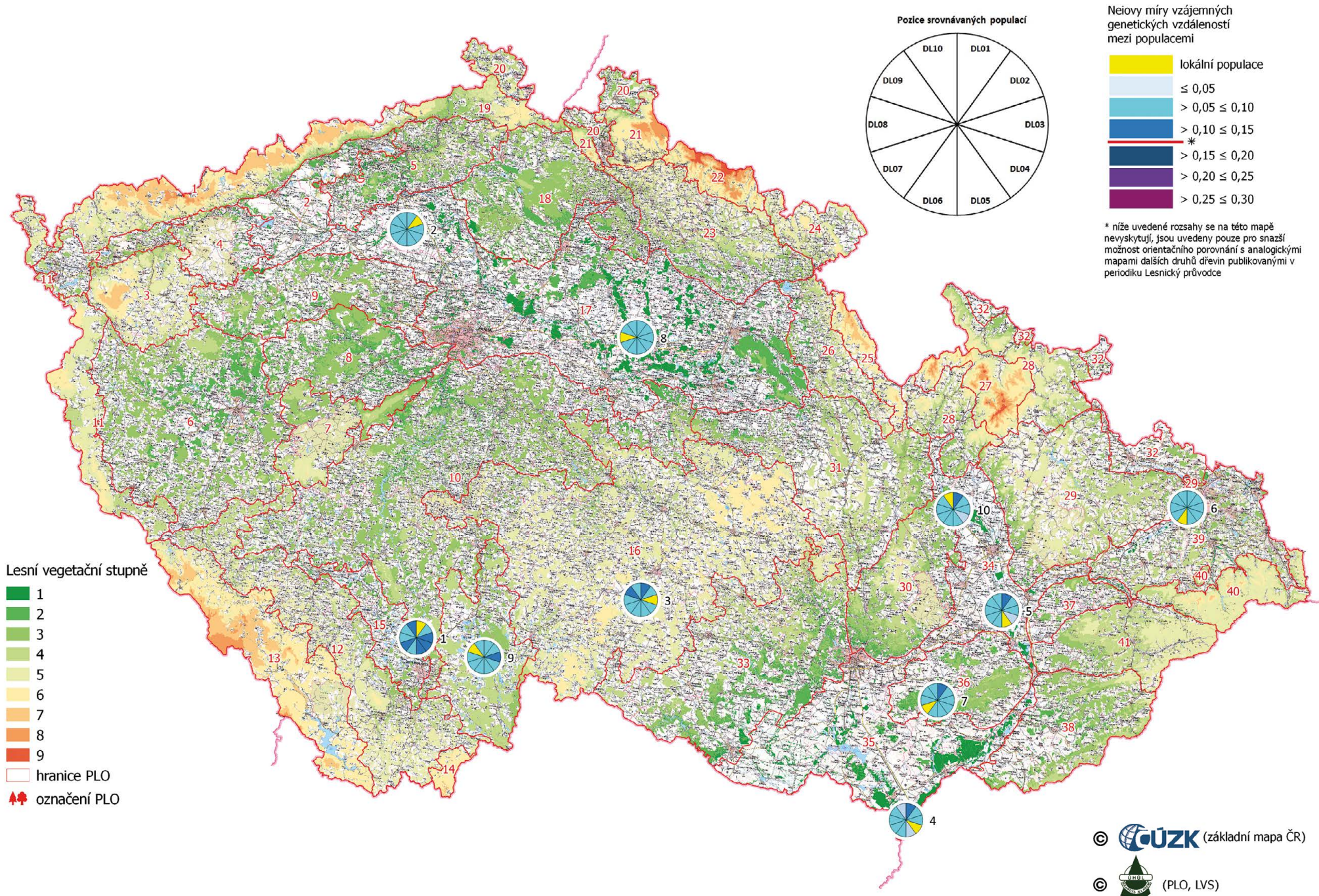
- Příloha 1** Genové základny a další významné regionální populace dubu letního
- Příloha 2** Významné regionální populace i méně četné výskyty dubu letního v maloplošných chráněných územích
- Příloha 3** Genetické vzdálenosti analyzovaných populací dubu letního
- Příloha 4** Alelické frekvence u analyzovaných populací dubu letního (MsQ13)
- Příloha 5** Alelické frekvence u analyzovaných populací dubu letního (QrZAG87)



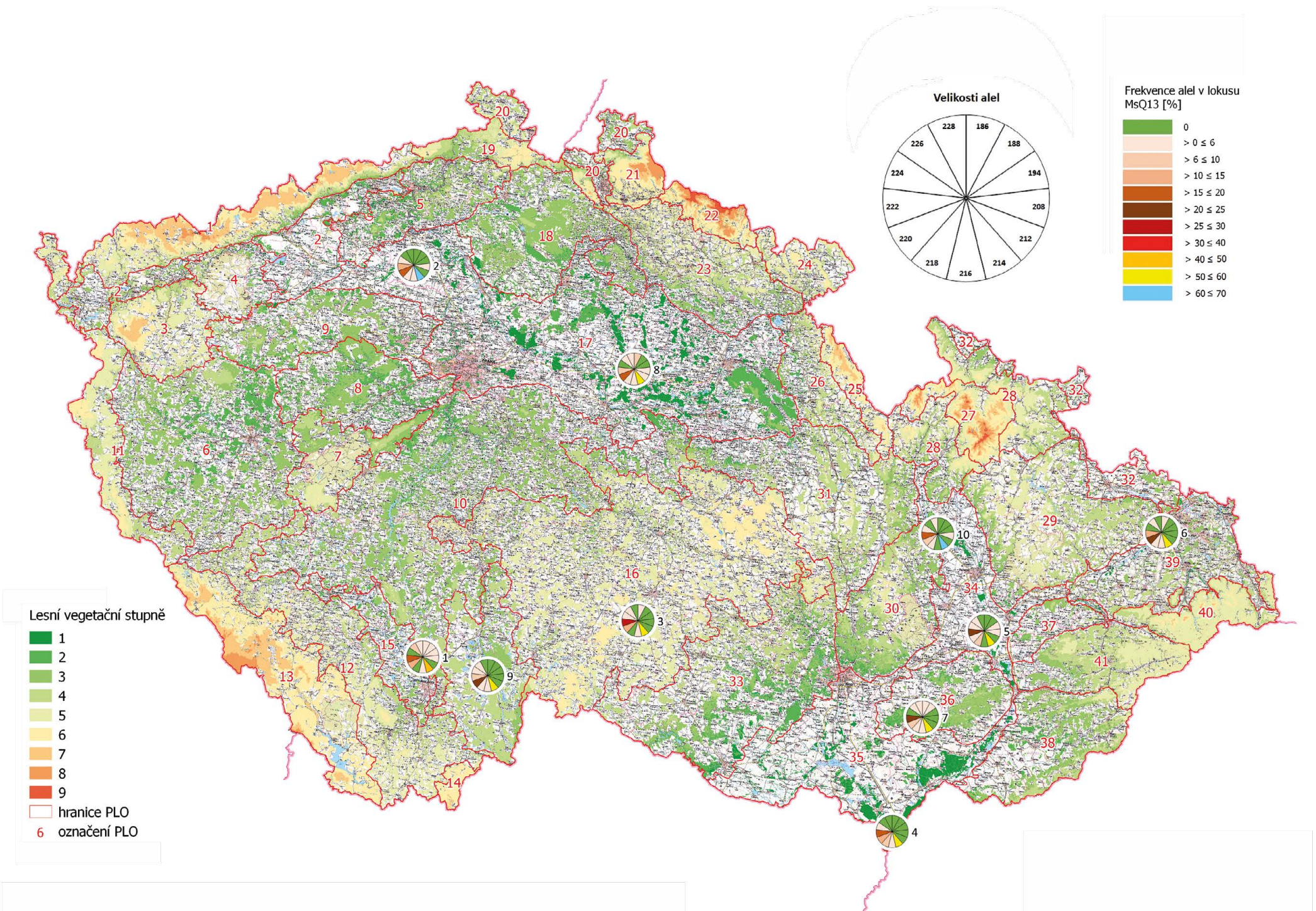
**Příloha 1:** Genové základny a významné regionální populace dubu letního



**Příloha 2:** Významné regionální populace i méně četné výskyty dubu letního v malopolských chráněných územích

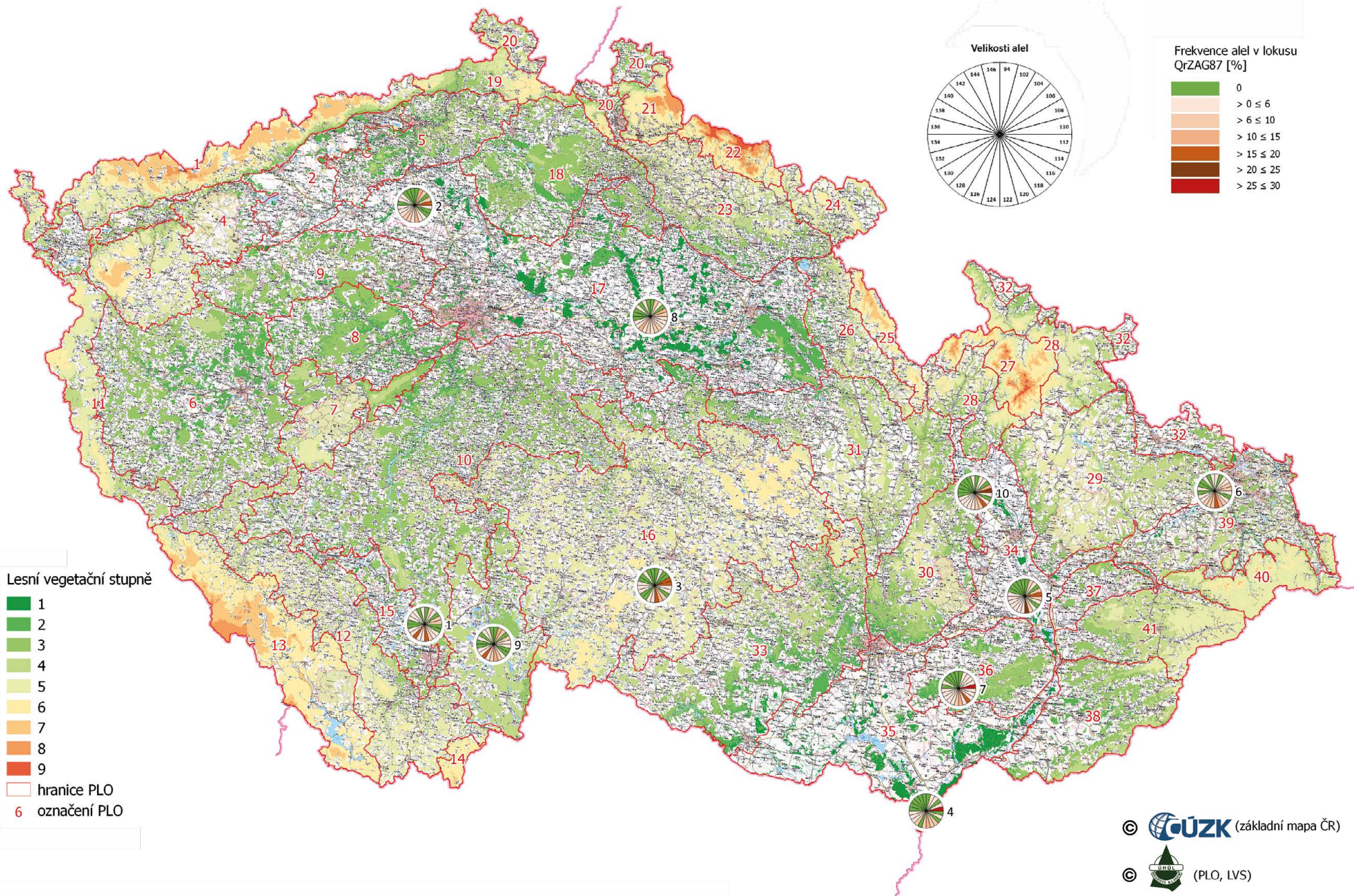


**Příloha 3:** Genetické vzdálenosti analyzovaných populací dubu letního



**Příloha 4:** Alelické frekvence u analyzovaných populací dubu letního (MsQ13)





**Příloha 5:** Alelické frekvence u analyzovaných populací dubu letního (QrZAG87)



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

[www.vulhm.cz](http://www.vulhm.cz)

LESNICKÝ PRŮVODCE 12/2016