

**GENETICKÁ CHARAKTERIZACE  
VÝZNAMNÝCH REGIONÁLNÍCH POPULACÍ  
BOROVICE LESNÍ V ČESKÉ REPUBLICE**



**Ing. JIŘÍ ČÁP  
a kol.**



**19/2016**

# **Genetická charakterizace významných regionálních populací borovice lesní v České republice**

**Specializovaná mapa s odborným obsahem**

**Ing. Jiří Čáp**

**Ing. Martin Fulín, Ph.D.**

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

**Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.**

**Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.**

**Ing. Olga Trčková**

**Mgr. Lucie Poláková**

**Ing. Bc. Jaroslav Dostál**

**Ing. Josef Frýdl, CSc.**

**Strnady 2016**

# **Lesnický průvodce 19/2016**

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

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

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

Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:

[http://www.vulhm.cz/lesnicky\\_pruvodce](http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce)

**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 978-80-7417-132-1

ISSN 0862-7657

# GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF SCOTS PINE 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 13 Scots pine'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 Scots pine, significant populations of Scots pine 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 as well as less substantial occurrence of Scots pine in protected areas. There are also stated approximate geographic coordinates, or eventually local naming populations and their characteristics in the tabular list. In the frame of all 13 analysed populations were recorded higher values of genetic diversity. Differentiation between populations are not inconsiderable and indicate a structuring of Scots pine populations. The shares of heterozygotes observed in populations ranged from 56% to 65%. Significant differences between populations were reflected in the frequency representation of specific alleles. No significant linear correlations were observed between genetic and geographic distances of the 13 Scots pine's populations studied on the basis of microsatellite markers.

**Key words:** *Pinus sylvestris*, population, genetic diversity, DNA analysis, Czech Republic

**Oponenti:** RNDr. Slavomír Rakouský, CSc.  
*odborný konzultant, České Budějovice*

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

*Foto na obálce:*

Porost borovice lesní na lokalitě Doubrava, LČR LS Strážnice (J. Čáp, 23. 5. 2015)

*Adresa autorů:*

Ing. Jiří Čáp

Ing. Martin Fulín, Ph.D.

Bc. Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Ing. Helena Cvrčková, Ph.D.

Ing. Pavlína Máchová, Ph.D.

Ing. Olga Trčková

Mgr. Lucie Poláková

Ing. Bc. Jaroslav Dostál

Ing. Josef Frýdl, CSc.

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

*Strnady 136, 252 02 Jíloviště*

*cap@vulhm.cz; fulin@vulhm.cz; pnovotny@vulhm.cz; cvrckova@vulhm.cz;*

*machova@vulhm.cz; trckova@vulhm.cz; polakova@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<br/>VÝZNAČNÝCH POPULACÍ BOROVICE LESNÍ V ČR .....</b>            | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA DOSUD ZKOUMANÝCH<br/>POPULACÍ BOROVICE LESNÍ POMOCÍ ANALÝZ DNA .....</b> | <b>22</b> |
| <b>4</b> | <b>VYUŽITÍ (UPLATNĚNÍ) MAPY<br/>A JEJÍ PŘÍNOS PRO UŽIVATELE .....</b>                                 | <b>32</b> |
| <b>5</b> | <b>DEDIKACE .....</b>                                                                                 | <b>33</b> |
| <b>6</b> | <b>LITERATURA .....</b>                                                                               | <b>34</b> |
|          | <b>6.1 Seznam použitých zdrojů .....</b>                                                              | <b>34</b> |
|          | <b>6.2 Seznam odborných podkladů, které předcházely<br/>vypracování mapy .....</b>                    | <b>37</b> |
|          | <b>SUMMARY .....</b>                                                                                  | <b>39</b> |
|          | <b>MAPOVÉ PŘÍLOHY .....</b>                                                                           | <b>41</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

Borovice lesní je na našem území jednou z hlavních hospodářsky významných dřevin. Přirozené zastoupení borovic před začátkem výraznějších antropogenních vlivů činilo 3,4 %. Aktuálně dosahují se 428 030 ha redukované plochy 16,6 %, do budoucna se pak uvažuje, že by měl jejich podíl v ČR dosáhnout 16,8 % (Zpráva 2016). Tento cíl je tedy již takřka splněn. Porostní plocha borovice lesní v roce 2015 dosahovala 414 301,69 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 základů. Zatímco k 31. 12. 2005 jich bylo platně vyhlášeno 28 (MUSIL et al. 2006; NOVOTNÝ et al. 2008), k 5. 12. 2016 již aplikace ERMA 2, spravovaná Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, evidovala pouze 18 genových základů borovice lesní. Podporu zvyšování počtu a rozměrů genových základů, uznaných porostů i dalších zdrojů reprodukčního materiálu borovice lesní 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 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 1953; 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 základů 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; KLIKA 1934; BERTSCH 1951; ČERMÁK et al. 1955; VINCENT 1962; SAMEK et al. 1964; POLÁK, VINCENT 1965; ŠINDELÁŘ 1981, 1989; CHROUST 1982; KAŇÁK 1985; PRŮŠA 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; ŠINDELÁŘ et al. 2007) 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 základů pro borovici lesní 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 borovice lesní 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> borovice lesní získané pomocí analýz DNA jsou v ČR zatím k dispozici ze 13 lokalit, viz přílohy 3–5. Jedná se o výsledky výzkumných projektů NAZV QJ1230334 „Ověření geneticky podmíněné proměnlivosti významných populací lesních dřevin, včetně genetické inventarizace vybraných ekotypů, jako podklad pro aktualizaci souvisejících legislativních předpisů“ a COST LD14110 „Studium genetické diverzity populací borovice lesní zahrnující i okrajové ekotypy v České republice pomocí DNA analýz“, přičemž k optimalizaci metod analýz DNA byly využity i výsledky projektu NAZV QJ1330240 „Metodické postupy molekulárně-genetického ověřování původu reprodukčního materiálu lesních dřevin s cílem chránit a reprodukovat genetické zdroje lesních dřevin v rámci opatření pro zachování a rozvoj agrobiodiverzity“ a poskytnutá institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Hlavními uživateli výstupů daného projektu jsou Ministerstvo zemědě-

---

<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 borovice lesní nelze možnost vzájemného spontánního křížení zcela vyloučit.

ství 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).

## **2 SEZNAM A LESNICKÁ CHARAKTERISTIKA VÝZNAČNÝCH POPULACÍ BOROVICE LESNÍ V ČR**

V této kapitole jsou v tabelární formě shromážděny údaje o významných výskytech borovice lesní 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 přílohu 1). Tabulka 2 zahrnuje významnější výskyty borovice lesní 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 MACKŮ et al. (1995), příp. významné dílčí populace uvedené respondenty při dotazníkovém šetření.

**Tab. 1a:** Významné regionální populace borovice lesní – aktuálně 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       | G105-1   | Holická terasa                | E, H | BO                 | 17  | 1, 2    | 2 219,80    | 50,1367953<br>15,9524311    |
| 2       | G105-2   | Holická terasa                | E, H | BO                 | 17  | 1, 2    | 605,25      | 50,1955139<br>15,9047092    |
| 3       | G115-1   | Týnišťská terasa              | H    | BO                 | 17  | 1, 2    | 334,13      | 50,1901008<br>16,1193431    |
| 4       | G189-1   | Cvilín                        | T    | BO                 | 29  | 3, 4    | 641,77      | 50,0579506<br>17,7160800    |
| 5       | G192     | Hůrky                         | T    | BO                 | 29  | 3, 4    | 547,86      | 49,9533589<br>17,7107586    |
| 6       | G128a    | -                             | J    | BO                 | 16  | 6       | 196,00      | 49,7110903<br>15,9908833    |
| 7       | G027-1   | Suchdol - Zámecký             | C    | SM, BO             | 15  | 0, 4    | 535,00      | 48,9180286<br>14,8640981    |
| 8       | G047-1   | Jakule                        | C    | SM, BO,<br>JD, DBZ | 15  | 3, 4    | 978,86      | 48,8200178<br>14,8289075    |
| 9       | G24-1    | Vojířov                       | C    | BO                 | 16  | 3       | 522,91      | 48,9772306<br>14,9728822    |
| 10      | G25      | Jemčina                       | C    | BO                 | 15  | 3       | 618,91      | 49,1039072<br>14,8552222    |
| 11      | G081-1   | Valdštejn                     | L    | BO                 | 18  | 2, 3    | 322,09      | 50,6394428<br>14,5200097    |
| 12      | G59-1    | Mnichov                       | K    | BO, SM             | 3   | 0, 5, 7 | 592,13      | 50,0183333<br>12,7283333    |
| 13      | G63      | Studenec                      | K    | BO, BL             | 1   | 5, 6    | 58,30       | 50,2545878<br>12,5187478    |
| 14      | G74      | Sedmihoří                     | P    | BO                 | 6   | 0, 3    | 487,26      | 49,6297947<br>12,8804714    |
| 15      | G77-1    | Kolowratovy lesy              | P    | BO                 | 6   | 0, 3    | 379,82      | 49,6472739<br>12,7878325    |
| 16      | G83-2    | Jetřichovice Goliště          | U    | BO                 | 19  | 2, 3    | 83,52       | 50,8615931<br>14,4019483    |
| 17      | G92-1    | Vysoká Lípa                   | U    | BO                 | 19  | 3–5     | 120,76      | 50,8604217<br>14,3387225    |
| 18      | G008H6   | Teplicko-<br>adršpašské skály | H    | BO                 | 24  | 5, 6    | 460,21      | 50,5939561<br>16,1044531    |

**Tab. 1b:** Významné regionální populace borovice lesní – 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       | G15      | Klokočka            | S    | BO              | 18  | 2, 3 | 396,84      | 50,5229056<br>14,9069486    |
| 2       | G19      | Volary              | C    | BO, SM          | 13  | 6, 7 | 613,00      | 48,8822222<br>13,9255556    |
| 3       | G26-a    | Kardašova Řečice    | C    | BO              | 15  | 3, 4 | 526,44      | 49,1496022<br>14,8486031    |
| 4       | G80      | Bolevec             | P    | BO              | 6   | 1, 2 | 465,52      | 49,7944675<br>13,3648508    |
| 5       | G86-a    | Bulovka             | L    | BO              | 20  | 3, 4 | 337,32      | 50,9733733<br>15,1589489    |
| 6       | G104     | Kostelec nad Orlicí | H    | BO              | 17  | 1, 2 | 118,00      | 50,0816189<br>16,1720722    |
| 7       | G104-b   | Smetana             | H    | SM, BO          | 17  | 2    | 107,95      | 50,0803400<br>16,1955858    |

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

| Poř. č. | Typ CHÚ* | Označení               | Katastr                       | Výměra [ha] | Nadmořská výška [m n. m.] | LVS  | Dřevina                            | GPS [N, E]               |
|---------|----------|------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------|------|------------------------------------|--------------------------|
| 1       | PR       | Špičák u Krásného Lesa | Krásný Les v Krušných horách  | 73,91       | 565–725                   | 4–6  | (MD), (BO), (SM), BK, JR, KL       | 50,7864617<br>13,9172086 |
| 2       | NPR      | Soos                   | Nový Drahov, Dvorek, Nová Ves | 221,00      | 429–440                   | 3    | (BRP), (BO), (SM), OL, JS, JD, DBZ | 50,1509017<br>12,4111456 |
| 3       | NPR      | Pluhův bor             | Louka u Mariánských Lázní     | 87,23       | 662–766                   | 5    | (BO)                               | 50,0540083<br>12,7801639 |
| 4       | PR       | Víček                  | Prameny, Sítiny               | 62,29       | 784–883                   | 6    | (BO), JD, SM                       | 50,0295639<br>12,7311333 |
| 5       | PR       | Dětanský chlum         | Nepomyšl                      | 35,60       | 510–539                   | 3    | (DBZ), BO, SM                      | 50,1999747<br>13,3091606 |
| 6       | PR       | Bělýšov                | Bělýšov                       | 11,37       | 485–675                   | 3–5  | (DB), BK, LP, KL, HB, BO, BRK      | 49,4486944<br>13,2036778 |
| 7       | PP       | Doubí                  | Bolevec                       | 28,13       | 333–390                   | 1, 2 | (BO), (DBZ)                        | 49,7940833<br>13,3925778 |
| 8       | PR       | Fajmanovy skály        | Chynín                        | 29,35       | 688–778                   | 5, 6 | (BO), (JD), (SM), MD               | 49,5823311<br>13,7225475 |
| 9       | PR       | Brdatka                | Křivoklát                     | 33,89       | 232–400                   | 1, 2 | (LP), (KL), (HB), (DBZ), BO        | 50,0492972<br>13,8919028 |
| 10      | PR       | Čertova skála          | Hracholusky                   | 2,34        | 250–350                   | 1    | (DBZ), (BO), HB                    | 49,9977917<br>13,7922333 |
| 11      | PR       | Červený kříž           | Roztoky                       | 12,56       | 410–425                   | 3    | (DB), (BO)                         | 49,9918667<br>13,9289389 |
| 12      | PR       | Radotínské údolí       | Kosoř, Radotín                | 104,07      | 250–330                   | 1    | (HB), (DB), (BK), OL, BO, SM, MD   | 50,0022556<br>14,3185917 |
| 13      | PR       | V horách               | Terešov                       | 50,63       | 358–449                   | 2, 3 | (TS), (JD), BO, JV, SM, KL         | 49,9080847<br>13,6982211 |

|    |     |                        |                            |        |    |         |      |                                            |                          |
|----|-----|------------------------|----------------------------|--------|----|---------|------|--------------------------------------------|--------------------------|
| 14 | NPR | Vůznice                | Béleč, Sykovec, Nížbor     | 231,22 | 8  | 250–380 | 1, 2 | (DBZ), (BK), (BO), HB, KL, JL              | 50,0266667<br>13,9916667 |
| 15 | PR  | Blatenský svah         | Malměřice                  | 13,78  | 9  | 460–530 | 3    | (BO), (DBZ), (LP), (HB), (JL)              | 50,0975333<br>13,3721528 |
| 16 | PP  | Háj Petra<br>Bezruč    | Petrohrad                  | 26,11  | 9  | 385–454 | 2, 3 | (DBZ), (LP), (HB), (BK), BO, MD            | 50,1214000<br>13,4386056 |
| 17 | PR  | Sřelva                 | Kalec, Kotaneč             | 314,21 | 9  | 380–528 | 2, 3 | (BO), (SM)                                 | 50,0292278<br>13,3006278 |
| 18 | PR  | Dědovické stráně       | Dědovice                   | 11,42  | 10 | 353–403 | 2    | (HB), (LP), (JD), KL, SM, DBZ, BO,<br>BRK  | 49,3919700<br>14,1773286 |
| 19 | PR  | Hradec                 | Dobříš                     | 45,92  | 7  | 550–636 | 4, 5 | (BK), (KL), (LP), (BO)                     | 49,8220250<br>14,1179306 |
| 20 | PR  | Hrby                   | Zlivice                    | 26,77  | 10 | 450–504 | 3    | (LP), (BK), SM, HB, BO                     | 49,3860000<br>14,0961639 |
| 21 | PP  | Kopaniny               | Zbonín                     | 2,87   | 10 | 353–390 | 2    | (BO), (DBZ), HB, LP, JD, JV                | 49,4422375<br>14,1901042 |
| 22 | PR  | Krkavčina              | Dědovice                   | 5,53   | 10 | 353–410 | 2, 3 | (SM), (BO), (JD), DBZ, LP, BR              | 49,4014311<br>14,1864094 |
| 23 | PR  | Sedlická obora         | Holušice u Mužetic         | 20,38  | 10 | 465–483 | 3    | (LP), (LPV), SM, BK, DB, BO, OL            | 49,3655694<br>13,9881167 |
| 24 | PR  | Výří skály<br>u Oslova | Tukleky                    | 8,12   | 10 | 353–435 | 2, 3 | (BO), (DBZ), BR, LP, HB                    | 49,3914250<br>14,1871250 |
| 25 | PR  | Borek u Velhartic      | Velhartice                 | 38,09  | 12 | 650–850 | 5, 6 | (BO), (JD), (BK), (SM)                     | 49,2601281<br>13,4009392 |
| 26 | PR  | Bořinka                | Holubov, Chlum<br>u Křemže | 6,68   | 12 | 488–516 | 3    | (BO), SM, MD                               | 48,8947222<br>14,3094444 |
| 27 | PR  | Čepičná                | Budětice, Čepice           | 178,00 | 12 | 520–670 | 4, 5 | (BK), (BO), SM, JD                         | 49,2718639<br>13,5828175 |
| 28 | PR  | Český Jilovec          | Homí Jilovice              | 6,30   | 12 | 518–722 | 4–6  | (SM), (JD), (BK), (BO), DB, PV,<br>KL, JLH | 48,6706447<br>14,3536211 |
| 29 | PR  | Dívčí kámen            | Křemže                     | 4,82   | 12 | 440–475 | 3    | (BO), BRP, (JD), LP, KL, BK                | 48,8896442<br>14,3565197 |

|    |      |                            |                                                |        |    |          |      |                                                |                          |
|----|------|----------------------------|------------------------------------------------|--------|----|----------|------|------------------------------------------------|--------------------------|
| 30 | PR   | Holubovské hadce           | Holubov, Křemže, Třisov                        | 15,68  | 12 | 458–501  | 3    | (BO), SM, JD, DB, BR, SM, BK                   | 48,8910447<br>14,3428847 |
| 31 | PR   | Miletínky                  | Křížovice u Ktiše                              | 42,50  | 12 | 697–756  | 5, 6 | (BO), SM, OL, BR                               | 48,9219347<br>14,0839750 |
| 32 | PP   | Multerberské rašeliníště   | Přední Výtoň                                   | 9,12   | 13 | 785–792  | 6    | (BL), (BO)                                     | 48,6011111<br>14,1388889 |
| 33 | NP Š | Obří hrad-<br>Pěnivý potok | Červená u Kašperských<br>Hor, Studenec u Stach | 105,35 | 13 | 780–1115 | 6, 8 | (SM), (BK), (BO), JD                           | 49,1037872<br>13,5920144 |
| 34 | PP   | Rašeliníště<br>Bobovec     | Světlík                                        | 47,95  | 13 | 758–800  | 6    | (BL), (BO), (BRC), SM, OL                      | 48,7134694<br>14,1710806 |
| 35 | PP   | Stodůlecký vrch            | Pohoří na Šumavě                               | 50,08  | 14 | 924–973  | 7    | (KOS), (BO), SM, BRC, KL                       | 48,5866667<br>14,7008333 |
| 36 | NP Š | Stráženská<br>slatina      | Strážný, Dolní Cahov                           | 151,31 | 13 | 800–820  | 6    | (BL), (KOS), BO, SM                            | 48,8958111<br>13,7327750 |
| 37 | NPR  | Velká niva                 | Volary                                         | 120,31 | 13 | 748–775  | 6    | (BL), BO, BR, SM                               | 48,9218889<br>13,8249444 |
| 38 | PR   | Losí blato<br>u Mirochova  | Mirochov, Příbraz                              | 202,61 | 15 | 470–490  | 3    | (BO), (BL), SM, BR, BRP, krušina<br>olšová, JR | 49,0055556<br>14,9586389 |
| 39 | PR   | Míchov                     | Mladějovice                                    | 11,69  | 15 | 425–443  | 3    | (DB), (LP), SM, JS, JD, OL, BK,<br>BO, JV      | 49,2211911<br>14,0668089 |
| 40 | NPR  | Ruda                       | Bošilec, Horusice                              | 14,65  | 15 | 415–417  | 3    | VR, krušina olšová, BO                         | 49,1494861<br>14,6893167 |
| 41 | PP   | Židova strouha             | Hodonice u Bechyně,<br>Nuzice                  | 42,20  | 15 | 355–410  | 2, 3 | (BO), (DB), DBZ, SM,                           | 49,2729611<br>14,4668431 |
| 42 | PR   | Žilbky                     | Borečnice                                      | 37,39  | 15 | 353–438  | 2, 3 | (LP), (DBZ), BRK, HB, BO, JLH,<br>OL, JS       | 49,3799167<br>14,1427861 |
| 43 | NPR  | Žofinka                    | Dvory nad Lužnicí                              | 128,95 | 15 | 463–478  | 3    | (BL), BO, BRP, BR, SM, krušina<br>olšová       | 48,8213222<br>14,8836028 |
| 44 | PR   | Mřatina                    | Řásná                                          | 14,50  | 16 | 620–714  | 5, 6 | (BK), (SM), JD, BR, JR, BO                     | 49,2148597<br>15,3676778 |
| 45 | NPR  | Ransko                     | Havlíčková Borová                              | 695,40 | 16 | 540–673  | 3–5  | (BK), (SM), (BO), JD, OL, JS                   | 49,6712394<br>15,8116033 |

|    |     |                           |                                                                 |         |    |           |            |                                   |                          |
|----|-----|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|----|-----------|------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 46 | NPP | Holý vrch                 | Střemy                                                          | 1,17    | 18 | 230–240   | 1          | (BO), BR, DBZ, BK, HB             | 50,3771833<br>14,5546278 |
| 47 | PR  | Maštale                   | Bor u Skutče,<br>Podněstí, Proseč<br>u Seče, Zderaz,<br>Jarošov | 1,45    | 31 | 360–553   | 2–4        | (BO), (BK), (SM), (JD), KL, BR    | 49,8286608<br>16,1202875 |
| 48 | PP  | U Sítovky                 | Nový Hradec Králové                                             | 6,42    | 17 | 255–263   | 1          | (BO), (DB), LP                    | 50,1701972<br>15,9116528 |
| 49 | PP  | Kamenný vrch<br>u Křenova | Nedamov                                                         | 1,00    | 18 | 370–382   | 2          | (BO), SM, DBZ, BK, BR, HB         | 50,5220861<br>14,5738056 |
| 50 | PR  | Kokořínský důl            | Bosyně - Kokořín -<br>Vysoká                                    | 2096,97 | 18 | 200–398   | 1, 2       | (BO), (DB), SM, BK                | 50,4513889<br>14,5961111 |
| 51 | PR  | Prachovské skály          | Horní Lochov, Pařezská<br>Lhota, Prachov                        | 261,91  | 18 | 300–462   | 1–3        | (SM), (BO), BK, JD, DBZ, KL, BR   | 50,4634742<br>15,2860036 |
| 52 | PR  | Ralsko                    | Svébořice                                                       | 18,15   | 18 | 575–696   | 4, 5       | (BO), (BK), JS, KL, LP, JR        | 50,6744444<br>14,7658333 |
| 53 | PR  | Babylon                   | Jetřichovice                                                    | 18,61   | 19 | 300–350   | 1          | (BO)                              | 50,8901939<br>14,3974442 |
| 54 | PR  | Čabel                     | Bynovec                                                         | 9,61    | 19 | 374       | 2          | (BO), (BR), DB, BK                | 50,8169167<br>14,2875000 |
| 55 | NPR | Broumovské<br>stěny       | Bělý, Hlavňov-Suchý<br>Důl                                      | 1179,40 | 24 | 620–773   | 5, 6<br>DG | (SM), (BR), (BK), BO, KL, JD, MD, | 50,5550214<br>16,2848422 |
| 56 | PP  | Kočičí skály              | Žďár nad Metují                                                 | 6,08    | 24 | 550–603   | 3–5        | (SM), (BO), BR, JR, JD            | 50,5658042<br>16,2108456 |
| 57 | PR  | Křížová cesta             | Dolní Adršpach                                                  | 12,92   | 24 | 530–666,8 | 3–5        | (BO), (SM), BR, BK, JD, KL, JR    | 50,6237081<br>16,1282872 |
| 58 | PR  | Ostaš                     | Žďár nad Metují                                                 | 29,50   | 24 | 640–700   | 5          | (SM), BO, BR, JR, MD, BK, KL, JD  | 50,5590361<br>16,2056211 |
| 59 | PP  | U Glorietu                | Týniště nad Orlicí                                              | 11,43   | 17 | 260–270   | 1          | (BO)                              | 50,1651556<br>16,0800250 |
| 60 | PR  | Borek<br>u Domašova       | Domašov u Jeseníka                                              | 13,54   | 27 | 680–910   | 5–7        | (BO), (SM), (JD), BR, BK          | 50,1478731<br>17,2242089 |



|    |     |                         |                                                |       |    |         |      |                                                    |                          |
|----|-----|-------------------------|------------------------------------------------|-------|----|---------|------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| 61 | PR  | Suchý vrch              | Železná pod Pradědem                           | 49,56 | 27 | 680–941 | 5–7  | (BO), BR, MD, JR, SM, JDO                          | 50,1562703<br>17,3473511 |
| 62 | NPR | Borový                  | Žulová                                         | 36,84 | 28 | 350–487 | 2, 3 | (BO), (BK), MD, DB, BR, SM                         | 50,3155339<br>17,1138164 |
| 63 | PR  | Na hadci                | Raškov                                         | 56,23 | 28 | 414–625 | 3–5  | (SM), (MD), BO, BK, KL, JD                         | 50,0452222<br>16,8868286 |
| 64 | NPP | Pltač hora              | Nové Heřminovy                                 | 17,46 | 28 | 440–570 | 3, 4 | (BK), (MD), (SM), BO, JD, KL                       | 50,0292667<br>17,5438286 |
| 65 | PR  | Račí údolí              | Javorník Město, Zálesí                         | 60,92 | 28 | 340–540 | 1–3  | (LP), (KL), (BK), DBZ, BO                          | 50,3665194<br>16,9918417 |
| 66 | PP  | Rodlen                  | Lechovice                                      | 34,74 | 31 | 300–350 | 1    | (SM), BO, MD, JD, DBZ                              | 49,7362772<br>16,8944972 |
| 67 | PP  | Hůrky                   | Velké Heraltice                                | 16,04 | 29 | 382–438 | 2, 3 | (BO), (MD), (LP), DB, HB, SM, JD                   | 49,9956292<br>17,6993886 |
| 68 | PR  | Nové Těchanovice        | Nové Těchanovice                               | 5,76  | 29 | 372–514 | 2, 3 | (SM), (DB), (HB), JD, KL, JV, LP, BK, BR, BO       | 49,8224275<br>17,7271178 |
| 69 | PR  | U Leskoveckého chodníka | Skřipov                                        | 28,97 | 29 | 449–499 | 3    | (BK), (JD), (SM), BO, MD                           | 49,8023744<br>17,9092744 |
| 70 | PR  | Couřlavá                | Vranov u Brna                                  | 22,46 | 30 | 365–490 | 2, 3 | (BK), DBZ, HB, JD, LP, JV, KL, JLH, SM, MD, BO, DG | 49,2942683<br>16,6411200 |
| 71 | PR  | Rakovec                 | Jedovnice                                      | 36,08 | 30 | 460–540 | 3, 4 | (BK), (DBZ), (HB), BO, JD, SM, MD, DG              | 49,3193814<br>16,7958514 |
| 72 | PR  | Rudka                   | Ludmírov, Poníkev                              | 9,91  | 30 | 500–550 | 3    | (BK), HB, KL, SM, MD, BO, JD                       | 49,6323800<br>16,8730817 |
| 73 | PP  | Hradisko                | Staré Město u Moravské Třebové                 | 26,38 | 31 | 408–551 | 3, 4 | (BK), (DBZ), (HB), BO                              | 49,7683389<br>16,6822306 |
| 74 | PR  | Oheb                    | Proseč u Seče                                  | 26,46 | 31 | 478–557 | 3, 4 | (BO), (KL), (BK), (HB), SM, DBZ                    | 49,8302778<br>15,6532778 |
| 75 | PR  | Strádovské Peklo        | Výsonín, Ochoz, Nasavřky, Svidnice, Licibořice | 87,32 | 31 | 312–406 | 1–3  | (HB), (KL), (BO), BK, JK, JR, OL                   | 49,8676389<br>15,8128611 |

|    |    |                  |                                      |       |    |         |      |                                     |                          |
|----|----|------------------|--------------------------------------|-------|----|---------|------|-------------------------------------|--------------------------|
| 76 | PR | Dukovanský mlýn  | Dukovany                             | 17,70 | 33 | 310–382 | 1, 2 | (BO), BOC, (DBZ)                    | 49,0975167<br>16,1728611 |
| 77 | PR | U doutné skály   | Bítov, Zblovice                      | 24,41 | 33 | 350–465 | 2, 3 | (DBZ), (HB), (JD), BO               | 48,9406197<br>15,7153039 |
| 78 | PR | Andělova zmola   | Čechy pod Kosířem                    | 8,43  | 34 | 282–380 | 1, 2 | (DBZ), BO                           | 49,5417500<br>17,0553028 |
| 79 | PR | Blátka           | Vincencov, Určice, Vranovice-Keřčice | 83,50 | 34 | 256–338 | 1    | (SM), (BO), (DBZ), BK, HB, AK, BB   | 49,4040408<br>17,0716294 |
| 80 | PR | Vitčický les     | Vitčice na Moravě                    | 96,50 | 37 | 250–308 | 3    | (DB), HB, BK, LP, JS, SM, BO        | 49,3033339<br>17,2422903 |
| 81 | PR | Zadní Hády       | Kanice, Ochoz u Bma                  | 47,54 | 30 | 335–465 | 2, 3 | (DBZ), (JD), JS, LP, JV, BO, MD, SM | 49,2419297<br>16,7035189 |
| 82 | PR | Palkovické hůrky | Sklenov, Rychaltice                  | 34,93 | 39 | 441–613 | 3–5  | (BK), (DB), (LP), (JD), SM, BO, MD  | 49,6317972<br>18,2533825 |
| 83 | PR | Plenísko         | Písek u Jablunkova                   | 24,32 | 40 | 767–990 | 6, 7 | (SM), BO, OL                        | 49,5924842<br>18,8355881 |

\* NP Š – Národní park Šumava, NPR – národní přírodní rezervace, PR – přírodní rezervace, NPP – národní přírodní památka, PP – přírodní památka

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

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

| Poř. č. závodu | Lesní správa/ LHC výskytu | Název ekotypu/populace                      | Charakteristické vlastnosti populace/ekotypu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | GPS [N, E]               |
|----------------|---------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1              | LS Frýdlant               | bulovecká borovice                          | Přímý kmen, široké jádro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 50,969806<br>15,1490467  |
| 2              | LS Jeseník                | náhorní – reliktní                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 50,2296911<br>17,3067208 |
| 3              | LS Jindřichův Hradec      | třeboňská borovice                          | Průběžný rovný kmen, krátká koruna, kvalitní dřevo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 49,0075453<br>14,8019189 |
| 4              | LS Kraslice Sokolov       | náhorní ekotyp borovice lesní – vogtlandská | Protáhlá koruna, jemné větve, tmavá borka vystupující vysoko do koruny, rozeklaná pata kmene s různě vysokými kořenovými náběhy nebo s válcovitým kmenem, robustní a tvrdší jehlice, nesnášenlivost vůči suchu (zvláště trvaličmu), jednoleté prýty se žláznatým povrchem olejovité nebo ocelově šedé barvy. Osvědčila se při zalesňování těžko zalesnitelných holin.                                                                                                                                                                                                    | 50,3188067<br>12,5957981 |
| 5              | LS Město Albrechtice      | civilinská (heraldická)                     | Šíhlá špičatá koruna s pravidelnými slabšími větvemi, hladká oranžová borka zasahující hluboko pod korunu, rovný plnodřevný kmen, odolnost vůči poškození sněhem, v mládí snáší zástín, živná stanoviště, vyskyt až do 5. LVS – náhorní typ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50,1908017<br>17,4782817 |
| 6              | LS Město Albrechtice      | lokalita Suchý vrch (přírodní rezervace)    | Reliktní populace na skeletových půdách a křemencových kamenných mořích (kvarcit) v 6. LVS. Na skalách a na kamenných mořích nízký vzrůst (do 10 m), válcovitý hladký kmen, malá koruna i v soliterním postavení, zatímco na plošinách a mírných svazích v bezprostředním okolí kamenných moří je vtroušená v úrovňovém postavení s plnodřevným rovným hladkým kmenem a štíhlou korunou, podobně jako u civilinské populace. Absolutní odolnost vůči sněhu a námraze na území LS Město Albrechtice ověřena i na vlastních výsadbách správce majetku z posledních 20 let. | 50,1277414<br>17,3622989 |
| 7              | LS Nové Město na Moravě   | lánská                                      | Odolná pozdním mrazům. Vytváří štíhlé kmene s kvalitním dřívím. Ovětvení je jemné – odolnost proti zlomům způsobených sněhem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 49,7111228<br>15,9766167 |

|    |              |                                                  |                                                                                              |                                                                                                                                                                            |                          |
|----|--------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 8  | LS Opava     | Opava                                            | heralická (dle obce Velké Heralice, stejný ekotyp je v celé oblasti Opavska a Krnovska)      | Až 40m výšky, klasický „smrkový“ habitus, pravidelná koruna se špičatým vrcholem, pravidelně jemnější větvení, červená borka hluboko pod korunou, plnodřevné hladké kmeny. | 49,9749281<br>17,7287903 |
| 9  | LS Přímda    | Přímda                                           | rozvadovská borovice – náhorní ekotyp borovice lesní                                         | Plnodřevný kmen s jemným zavětvením, výskyt na rašelinných půdách v 5.–6. LVS, nejjakostnější ve směsi se smrkem, přirozená obnova pod porostem.                           | 49,6476567<br>12,7909147 |
| 10 | LS Strážnice | Strážnice                                        | borovice na válečných písčích                                                                | Schopnost růstu na čistých válečných písčích. Odolná k suchu. Stromy si udržují nejvýše 2 ročníky jehlic.                                                                  | 48,9733636<br>17,2668517 |
| 11 | LS Třeboň    | LHC Třeboň,<br>LHC Domašín                       | <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>bohemica</i>                                                   | Rovný, válcovitý kmen, malá koruna, kvalitní dřevo.                                                                                                                        | 49,0075453<br>14,8019189 |
| 12 | LZ Boubín    | 1228,<br>1230, 1244 (Boubín I, Bazum, Boubín II) | stožeká borovice                                                                             | Typ náhorní borovice, roste jako příměs porostů zejména se SM, příp. JD, BK, tváří kmen, jemné ovětvení, zmlazuje se pod porostem, tendence předrůstání konkurence.        | 48,8593644<br>13,8214169 |
| 13 | LZ Kladská   | Kladská                                          | na hadcovém boru – náhorní ekotyp borovice lesní ve Slavkovském lese na hadcových výchozech. | Roste na hadcovém podloží, má svůj typický tvar a velikost. Část těchto borovic lze nalézt i v NPR Pluhův bor, kde však nedosahují takových kvalit jako v PR Vlček.        | 50,0368689<br>12,7869283 |
| 14 | LZ Konopiště | Zbraslav                                         | chlumní borovice – středověká česká                                                          | Jednotlivé porosty borovice vyznačující se tvárností kmene. Porosty se vyskytují roztroušeně.                                                                              | 50,0757517<br>14,6593589 |
| 15 | LZ Konopiště | Konopiště                                        | chlumní borovice – středověká česká                                                          | Jednotlivé porosty borovice vyznačující se tvárností kmene. Porosty se vyskytují roztroušeně.                                                                              | 49,8593078<br>14,6593578 |

|    |                  |                |                                 |                                                                                               |                          |
|----|------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 16 | LZ Konopiště     | Dobříš         | chlumní borovice – středočeská  | Jednotlivé porosty borovice vyznačující se tvárností kmene. Porosty se vyskytují roztroušeně. | 49,7811328<br>14,1671667 |
| 17 | LZ Konopiště     | Vysoký Chlumec | chlumní borovice – středočeská  | Jednotlivé porosty borovice vyznačující se tvárností kmene. Porosty se vyskytují roztroušeně. | 49,6272639<br>14,3404158 |
| 18 | LZ Konopiště     | Rožmitál       | chlumní borovice – středočeská  | Jednotlivé porosty borovice vyznačující se tvárností kmene. Porosty se vyskytují roztroušeně. | 49,5681164<br>13,7249131 |
| 19 | LS Nové Hradky   | Nové Hradky    |                                 | Borové porosty s příměsí SM na mimořádně nepříznivých stanovištích.                           | 48,8469689<br>14,7546094 |
| 20 | LZ Boubín        | Vimperk        | stožeká borovice – šumavská     | Borové porosty s příměsí SM na mimořádně nepříznivých stanovištích.                           | 48,8593644<br>13,8214169 |
| 21 | LZ Boubín        | Prachatice     | borovice chlumní a pahorkatinná |                                                                                               | 49,0129233<br>13,9975214 |
| 22 | LS Vyšší Brod    | Vyšší Brod     | borovice chlumní a pahorkatinná |                                                                                               | 48,6159789<br>14,3118250 |
| 23 | LS Český Krumlov | Kaplice        | borovice chlumní a pahorkatinná |                                                                                               | 48,7651969<br>14,4223614 |
| 24 | VLS Horní Planá  | Horní Planá    | stožeká borovice – šumavská     | Smrkové porosty s BO na oglejených horských stanovištích.                                     | 48,8530572<br>13,9829289 |
| 25 | LS Vyšší Brod    | Vyšší Brod     | stožeká borovice – šumavská     | Smrkové porosty s BO na podmáčených stanovištích horských poloh.                              | 48,7129558<br>14,1716578 |
| 26 | LS Pelhřimov     | Pelhřimov      | borovice bezděchovská           | Vyšší polohy.                                                                                 | 49,4353789<br>14,8505286 |
| 27 | LS Tábor         | Tábor          | borovice bezděchovská           | Vyšší polohy.                                                                                 | 49,4353789<br>14,8505286 |

|    |                       |                    |                           |                 |                          |
|----|-----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|
| 28 | LS Františkovy Lázně  | Františkovy Lázně  | českoselská borovice      | Pánevni ekotyp. | 50,1513744<br>12,4008661 |
| 29 | LS Žatec              | Žatec              | západočeská borovice      | Pisky na permu. | 50,2774269<br>13,5629861 |
| 30 | LS Děčín              | Děčín              | severočeská borovice      | Křída.          | 50,7821525<br>14,2147814 |
| 31 | LS Rumburk            | Rumburk            | severočeská borovice      | Křída.          | 50,9504417<br>14,4961697 |
| 32 | LS Česká Lípa         | Česká Lípa         | severočeská borovice      | Křída.          | 50,6855131<br>14,5376417 |
| 33 | LS Nasavrky           | Nasavrky           | chlumní borovice – lánská |                 | 49,8315194<br>15,7043406 |
| 34 | LS Ledec nad Sázavou  | Ranská             | chlumní borovice          | Na hadci.       | 49,6725444<br>15,8084481 |
| 35 | LS Dvůr Králové       | Broumov            | horská borovice           |                 | 50,5549031<br>16,2835717 |
| 36 | LS Náměšť nad Oslavou | Náměšť nad Oslavou | mohelnická borovice       |                 | 49,0955836<br>16,1671058 |
| 37 | LS Luhačovice         | Luhačovice         | malenovická borovice      |                 | 49,2074894<br>17,5981964 |
| 38 | LZ Židlochovice       | Brumov             | malenovická borovice      |                 | 49,0908769<br>18,0230944 |
| 39 | LS Buchlovice         | Buchlovice         | malenovická borovice      |                 | 49,0862717<br>17,3385197 |
| 40 | LS Bučovice           | Bučovice           | malenovická borovice      |                 | 49,1353164<br>17,0496450 |

### 3 GENETICKÁ CHARAKTERISTIKA DOSUD ZKOUMANÝCH POPULACÍ BOROVICE LESNÍ POMOCÍ ANALÝZ DNA

Genetická charakterizace byla zpracována pro celkem 13 populací borovice lesní (tab. 4). Jak je vidět na mapách v přílohách 3–5, reprezentují dané populace poměr-

**Tab. 4:** Přehled geneticky analyzovaných populací borovice lesní

| Poř. č. populace (zkratka) | Označení populace | Lokalizace                                                                                                      | PLO                           | Statut lokality*                                                                                                          |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                          | BO01              | LČR LZ Konopiště, polesí Říčany                                                                                 | 10 – Středočeská pahorkatina  | -                                                                                                                         |
| 2                          | BO02              | Správa veřejného statku Města Pízně                                                                             | 6 – Západočeská pahorkatina   | GZ 80 Bolevec                                                                                                             |
| 3                          | BO03              | LČR LS Strážnice                                                                                                | 35 – Jihomoravské úvaly       | -                                                                                                                         |
| 4                          | BO04              | Městské lesy Hradec Králové a Lesní družstvo Vysoké Chvojno; Správa lesů Kristiny Colloredo-Mansfeldové, Opočno | 17 – Polabí                   | GZ 105 Holická terasa (LD Vysoké Chvojno), GZ 105/1 Holická terasa (Městské lesy Hradec Králové, GZ 115A Týništská terasa |
| 5                          | BO05              | LČR LS Opava                                                                                                    | 29 – Nizký Jeseník            | GZ 192 Hůrky, Březina                                                                                                     |
| 6                          | BO06              | LČR LS Třeboň                                                                                                   | 15 – Jihočeské pánve          | GZ 27 Suchdol-Zámecký                                                                                                     |
| 7                          | BO07              | LČR LS Mělník                                                                                                   | 17 – Polabí                   |                                                                                                                           |
| 8                          | BO08              | místní ekotyp západočeské BO                                                                                    | 6 – Západočeská pahorkatina   | GZ 74 Sedmihorí                                                                                                           |
| 9                          | BO09              | náhorní ekotyp                                                                                                  | LČR LS Kraslice               | GZ 63 Studenec                                                                                                            |
| 10                         | BO-H              | Hadce u Želivky                                                                                                 | LČR LS Ledec nad Sázavou      | 10 – Středočeská pahorkatina                                                                                              |
| 11                         | BO-KL1            | Pluhův Bor                                                                                                      | LČR LZ Kladská                | 3 – Karlovarská vrchovina                                                                                                 |
| 12                         | BO-KL2            | Víček                                                                                                           | LČR LZ Kladská                | 3 – Karlovarská vrchovina                                                                                                 |
| 13                         | BO-S              | Dračí skály a Dobrá voda                                                                                        | Národní park Šumava, Rejstejn | 13 – Šumava                                                                                                               |
|                            |                   |                                                                                                                 |                               | Národní park Šumava                                                                                                       |

\* GZ = genová základna, PR = přírodní rezervace, NPP = národní přírodní památka, NPR = národní přírodní rezervace, LZ = lesní závod, LS = lesní správa, LČR = Lesy České republiky, s. p.

ně dobře přirozené rozšíření borovice lesní na našem území (NEUHÄUSLOVÁ et al. 1998). Odběr vzorků probíhal v souladu se standardní metodikou (NOVOTNÝ et al. 2014). Od každé populace bylo analyzováno 30 stromů.

Cílem bylo pomocí analýz DNA s využitím 14 jaderných mikrosatelitových markerů (SORANZO et al. 1998; AUCLAND et al. 2002; SEBASTIANI et al. 2012) získat genetické charakteristiky vybraných populací a ověřit především úroveň jejich genetické diverzity, vzájemné genetické vzdálenosti, diferenciaci a míry heterozygotnosti. Do studie byly zahrnuty i 3 populace nacházející se na extrémních stanovištích, a to na hadcích (BO-H, BO-KL1, BO-KL2), a 1 populace z horské oblasti výskytu náhorní borovice (BO-S) (MÁCHOVÁ et al. 2016). U získaných PCR produktů 14 sledovaných lokusů byla provedena fragmentační analýza na genetickém analyzátoru. Hodnocení velikostí alel bylo provedeno pomocí programu GeneMapper® 4.1 (Applied Biosystems). Pro posouzení genetických charakteristik sledovaných populací borovice lesní 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 borovice lesní charakterizuje jednoduchou mírou jejich genetickou rozmanitost. Číselné vyjádření genetické diverzity lokusů zhodnocuje Shannonův informační index  $I$ , jehož hodnota ale není ovlivněna výskytem alel s malými četnostmi. Nejvíce polymorfni byl lokus PtTX3032. I hodnota pozorované heterozygotnosti ( $H_o$ ), což je podíl heterozygotních jedinců v daném lokusu, a hodnota očekávané heterozygotnosti ( $H_e$ ), představující podíl očekávaných heterozygotů v populaci za předpokladu dodržení Hardyho-Weinbergovy rovnováhy, byly nejvyšší v lokusu PtTX3032.

U 390 hodnocených jedinců ze 13 populací bylo ve 14 lokusech celkově detekováno 290 různých alel, tj. v průměru 20,7 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 ze 14 sledovaných mikrosatelitových markerů. Nejvyšší průměrné hodnoty (11,29) různých alel dosáhla populace BO07 Doksy. Tato populace zároveň vykazala i nejvyšší číselné hodnoty diverzity Shannonova informačního indexu  $I$ , vyjadřujícího genetickou rozmanitost při současném vyrovnaném zastoupení alelických frekvencí. Výskyt



privátních alel byl nejvyšší v populaci BO 05 Hůrky, Březina. Hodnoty pozorované heterozygotnosti se pohybovaly od 0,56 do 0,65 a hodnoty očekávané heterozygotnosti od 0,69 do 0,73.

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 hod-

**Tab. 5:** Genetické charakteristiky vybraných jaderných mikrosatelitových lokusů ze všech sledovaných vzorků borovice lesní

| Lokusy   | Sekvence primerů (5'-3')                                              | Velikost PCR produktů (bp) | Na | I    | $H_o$ | $H_e$ |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|----|------|-------|-------|
| psyl2    | F: TTG CTT TTG CAG AAC ATT CG<br>R: GTC CTG CAG GCAATC AAA AT         | 195–207                    | 5  | 0,50 | 0,29  | 0,29  |
| psyl16   | F: GCT CTG CCC ATG CTA TCA CT<br>R: TGA TGC TAC CCAATG AGG TG         | 195–207                    | 7  | 1,56 | 0,46  | 0,76  |
| psyl17   | F: TGG TCT GCA AAT CAA TCG AA<br>R: GGG TAG GAA TGC AAG TTA GGC       | 217–235                    | 9  | 1,53 | 0,61  | 0,76  |
| psyl36   | F: TAT CAT CGA GAG CCC CAA AA<br>R: GAA AGG CGA AAG CAA AAG TG        | 225–258                    | 8  | 0,52 | 0,26  | 0,25  |
| psyl42   | F: CAA CTT CAG CCT TGC AAC AA<br>R: CGA CTT CAT TTG GAA CAC CA        | 165–175                    | 6  | 1,20 | 0,66  | 0,65  |
| psyl57   | F: CCC CAC ATC TCT ACA GTC CAA<br>R: TGC TCT TGG ATT TGT TGC TG       | 144–204                    | 10 | 1,19 | 0,60  | 0,60  |
| SPAG7.14 | F: TTC GTA GGA CTA AAAATG TGT G<br>R: CAA AGT GGA TTT TGA CCG         | 174–236                    | 32 | 2,86 | 0,69  | 0,93  |
| SPAC11.4 | F: CTT CAC AGG ACT GAT GTT CA<br>R: TTA CAG CGG TTG GTA AAT G         | 121–165                    | 19 | 2,11 | 0,80  | 0,84  |
| SPAC12.5 | F: CTT CTT CAC TAG TTT CCT TTG G<br>R: TTG GTT ATA GGC ATA GAT TGC    | 120–264                    | 36 | 2,75 | 0,85  | 0,92  |
| PtTX3032 | F: CTG CCA CAC TAC CAA CC<br>R: AAC ATT AAG ATC TCA TTT CAA           | 307–506                    | 91 | 3,22 | 0,87  | 0,95  |
| PtTX3107 | F: AAA CAA GCC CAC ATC GTC AAT C<br>R: TCC CCT GGA TCT GAG GA         | 150–198                    | 11 | 1,61 | 0,47  | 0,76  |
| PtTX3116 | F: CCT CCC AAA GCC TAA AGA AT<br>R: CAT ACA AGG CCT TAT CTT ACA GAA   | 115–274                    | 31 | 2,03 | 0,83  | 0,81  |
| PtTX4001 | F: CTA TTT GAG TTA AGA AGG GAG TC<br>R: CTG TGG GTA GCA TCA TC        | 195–231                    | 17 | 1,61 | 0,70  | 0,70  |
| PtTX4011 | F: GGT AAC ATT GGG AAA ACA CTC A<br>R: TTA ACC ATC TAT GCC AAT CAC TT | 225–279                    | 8  | 1,23 | 0,47  | 0,62  |

Na – počet rozdílných alel v lokusech všech sledovaných vzorků borovice lesní

I – Shannonův informační index – zhodnocení genetické diverzity jednotlivých lokusů

$H_o$  – průměrné hodnoty pozorované heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy ze všech sledovaných vzorků

$H_e$  – průměrné hodnoty očekávané heterozygotnosti pro jednotlivé lokusy ze všech sledovaných vzorků

not  $F_{ST}$  (WRIGHT 1943) se mezi sledovanými populacemi borovice lesní zjistila při hodnotách v rozmezí 0,007 až 0,016 (tab. 8) malá genetická divergence ( $F_{ST}$  do velikosti 0,05 představují malou genetickou divergenci). Ani malá genetická divergence však není zanedbatelná a představuje strukturalizaci populací borovice lesní na území ČR.

**Tab. 6:** Počet rozdílných alel u populací borovice lesní v jednotlivých lokusech

| Populace | psyl2 | psyl16 | psyl17 | psyl36 | psyl42 | psyl57 | SPAG7_14 | SPAC11_4 | SPAC12.5 | PTX3032 | PTX3107 | PTX3116 | PTX4001 | PTX4011 |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| BO01     | 3     | 5      | 5      | 6      | 4      | 6      | 23       | 11       | 19       | 28      | 6       | 14      | 7       | 6       |
| BO02     | 3     | 6      | 6      | 6      | 5      | 6      | 23       | 12       | 19       | 27      | 8       | 10      | 12      | 6       |
| BO03     | 3     | 7      | 6      | 4      | 5      | 6      | 22       | 10       | 20       | 30      | 7       | 12      | 10      | 6       |
| BO04     | 3     | 6      | 6      | 5      | 4      | 5      | 21       | 14       | 19       | 29      | 6       | 9       | 9       | 6       |
| BO05     | 3     | 5      | 5      | 4      | 5      | 5      | 24       | 11       | 20       | 28      | 6       | 15      | 11      | 7       |
| BO06     | 4     | 6      | 6      | 2      | 5      | 6      | 23       | 11       | 25       | 31      | 5       | 11      | 12      | 5       |
| BO07     | 3     | 6      | 7      | 3      | 4      | 5      | 25       | 12       | 22       | 33      | 6       | 17      | 10      | 5       |
| BO08     | 3     | 6      | 5      | 4      | 4      | 5      | 20       | 14       | 20       | 32      | 8       | 15      | 9       | 5       |
| BO09     | 2     | 6      | 5      | 3      | 4      | 5      | 21       | 9        | 21       | 34      | 7       | 18      | 8       | 5       |
| BO-H     | 2     | 6      | 7      | 4      | 5      | 5      | 20       | 14       | 20       | 34      | 7       | 14      | 11      | 5       |
| BO-KL1   | 3     | 6      | 5      | 4      | 4      | 5      | 18       | 13       | 19       | 26      | 7       | 12      | 13      | 6       |
| BO-KL2   | 2     | 6      | 5      | 3      | 4      | 5      | 19       | 14       | 19       | 28      | 6       | 15      | 9       | 5       |
| BO-S     | 3     | 6      | 5      | 3      | 4      | 5      | 19       | 16       | 21       | 33      | 7       | 14      | 9       | 5       |

**Tab. 7:** Průměrné hodnoty genetických charakteristik pro sledované populace borovice lesní

| Populace             | BO01  | BO02  | BO03  | BO04  | BO05  | BO06  | BO07  | BO08  | BO09  | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| <i>N</i>             | 30    | 30    | 29    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30     | 30     | 30    |
| <i>Na</i>            | 10,21 | 10,64 | 10,57 | 10,14 | 10,64 | 10,93 | 11,29 | 10,71 | 10,57 | 11,00 | 10,10  | 10,00  | 10,71 |
| <i>I</i>             | 1,67  | 1,73  | 1,72  | 1,63  | 1,74  | 1,71  | 1,79  | 1,73  | 1,69  | 1,68  | 1,74   | 1,69   | 1,69  |
| Privát. alely        | 0,50  | 0,29  | 0,14  | 0,36  | 0,57  | 0,43  | 0,21  | 0,29  | 0,29  | 0,50  | 0,00   | 0,14   | 0,43  |
| <i>H<sub>o</sub></i> | 0,56  | 0,61  | 0,62  | 0,62  | 0,64  | 0,64  | 0,63  | 0,60  | 0,60  | 0,64  | 0,56   | 0,65   | 0,62  |
| <i>H<sub>e</sub></i> | 0,69  | 0,71  | 0,71  | 0,67  | 0,72  | 0,70  | 0,73  | 0,71  | 0,69  | 0,69  | 0,73   | 0,70   | 0,69  |

*N* – počet analyzovaných stromů u sledovaných populací

*Na* – průměrný počet rozdílných alel u sledovaných populací z 11 mikrosatelitových lokusů

*I* – Shannonův informační index – zhodnocení 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

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

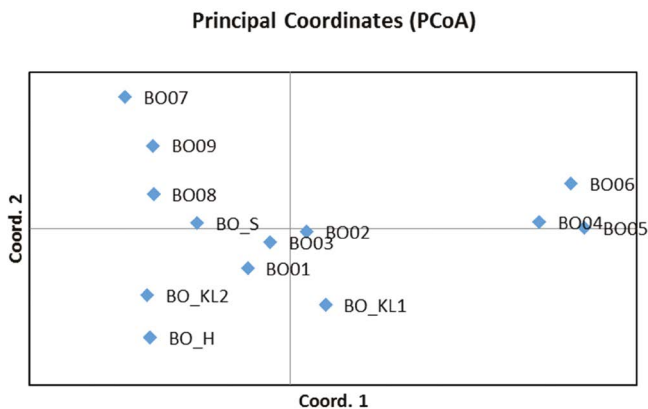
| Populace | BO01  | BO02  | BO03  | BO04  | BO05  | BO06  | BO07  | BO08  | BO09  | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| BO01     | 0,000 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |       |
| BO02     | 0,008 | 0,000 |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |       |
| BO03     | 0,008 | 0,007 | 0,000 |       |       |       |       |       |       |       |        |        |       |
| BO04     | 0,011 | 0,010 | 0,010 | 0,000 |       |       |       |       |       |       |        |        |       |
| BO05     | 0,013 | 0,011 | 0,009 | 0,009 | 0,000 |       |       |       |       |       |        |        |       |
| BO06     | 0,013 | 0,011 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,000 |       |       |       |       |        |        |       |
| BO07     | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,014 | 0,013 | 0,013 | 0,000 |       |       |       |        |        |       |
| BO08     | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,012 | 0,011 | 0,013 | 0,008 | 0,000 |       |       |        |        |       |
| BO09     | 0,013 | 0,013 | 0,008 | 0,013 | 0,016 | 0,012 | 0,010 | 0,012 | 0,000 |       |        |        |       |
| BO-H     | 0,009 | 0,010 | 0,008 | 0,014 | 0,013 | 0,015 | 0,014 | 0,009 | 0,015 | 0,000 |        |        |       |
| BO-KL1   | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,013 | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,011 | 0,014 | 0,009 | 0,000  |        |       |
| BO-KL2   | 0,012 | 0,011 | 0,011 | 0,015 | 0,015 | 0,014 | 0,013 | 0,010 | 0,015 | 0,010 | 0,009  | 0,000  |       |
| BO-S     | 0,013 | 0,013 | 0,009 | 0,016 | 0,015 | 0,012 | 0,013 | 0,013 | 0,012 | 0,013 | 0,014  | 0,016  | 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). Nejnížší genetická vzdálenost s hodnotou 0,035 byla mezi populacemi BO02 bolevecký ekotyp a BO03 Strážnice v Jihomoravských úvalech. Nejvyšší hodnota genetické vzdálenosti (0,078) byla zjištěna mezi třeboňskou populací BO06 a marginální populací BO-H Hadce u Želivky. Na základě Mantelova testu byla zjištěna velmi nízká lineární korelace mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi ( $R^2 = 0,0044$ ).

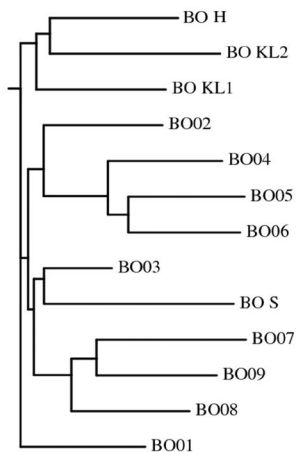
**Tab. 9:** Neiovy (NEI 1972) míry vzájemných genetických vzdáleností mezi šetřenými populacemi borovice lesní

|        | BO01  | BO02  | BO03  | BO04  | BO05  | BO06  | BO07  | BO08  | BO09  | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| BO01   | 0,000 | 0,044 | 0,037 | 0,051 | 0,064 | 0,063 | 0,060 | 0,050 | 0,054 | 0,046 | 0,045  | 0,060  | 0,060 |
| BO02   | 0,044 | 0,000 | 0,035 | 0,047 | 0,060 | 0,056 | 0,058 | 0,052 | 0,057 | 0,056 | 0,052  | 0,060  | 0,058 |
| BO03   | 0,037 | 0,035 | 0,000 | 0,048 | 0,048 | 0,050 | 0,054 | 0,043 | 0,039 | 0,041 | 0,041  | 0,052  | 0,044 |
| BO04   | 0,051 | 0,047 | 0,048 | 0,000 | 0,042 | 0,043 | 0,071 | 0,060 | 0,065 | 0,065 | 0,055  | 0,071  | 0,077 |
| BO05   | 0,064 | 0,060 | 0,048 | 0,042 | 0,000 | 0,039 | 0,076 | 0,060 | 0,073 | 0,068 | 0,053  | 0,075  | 0,072 |
| BO06   | 0,063 | 0,056 | 0,050 | 0,043 | 0,039 | 0,000 | 0,071 | 0,069 | 0,063 | 0,078 | 0,056  | 0,071  | 0,063 |
| BO07   | 0,060 | 0,058 | 0,054 | 0,071 | 0,076 | 0,071 | 0,000 | 0,044 | 0,046 | 0,072 | 0,066  | 0,068  | 0,064 |
| BO08   | 0,050 | 0,052 | 0,043 | 0,060 | 0,060 | 0,069 | 0,044 | 0,000 | 0,051 | 0,048 | 0,060  | 0,053  | 0,063 |
| BO09   | 0,054 | 0,057 | 0,039 | 0,065 | 0,073 | 0,063 | 0,046 | 0,051 | 0,000 | 0,062 | 0,061  | 0,061  | 0,062 |
| BO-H   | 0,046 | 0,056 | 0,041 | 0,065 | 0,068 | 0,078 | 0,072 | 0,048 | 0,062 | 0,000 | 0,047  | 0,051  | 0,058 |
| BO-KL1 | 0,045 | 0,052 | 0,041 | 0,055 | 0,053 | 0,056 | 0,066 | 0,060 | 0,061 | 0,047 | 0,000  | 0,053  | 0,061 |
| BO-KL2 | 0,060 | 0,060 | 0,052 | 0,071 | 0,075 | 0,071 | 0,068 | 0,053 | 0,061 | 0,051 | 0,053  | 0,000  | 0,069 |
| BO-S   | 0,060 | 0,058 | 0,044 | 0,077 | 0,072 | 0,063 | 0,064 | 0,063 | 0,062 | 0,058 | 0,061  | 0,069  | 0,000 |

Při souhrnném zhodnocení lze konstatovat, že se u všech populací projevují vyšší hodnoty genetické diverzity, jak je vyjádřeno průměrným počtem různých alel (10,00–11,29) a pomocí Shannonova informačního indexu (1,63–1,79). Vzájemné diference mezi populacemi jsou dle hodnot  $F_{ST}$  malé, ale nejsou zanedbatelné



**Obr. 1:** Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací borovice lesní (PCoA)



**Obr. 2:** Dendrogram vytvořený na základě Neiových genetických vzdáleností (Nei 1972) sledovaných populací borovice lesní pomocí softwaru PHYLIP 3.696

a dokazují strukturování populací borovice lesní na území ČR. Mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi se projevila velmi nízká závislost, avšak dle dendrogramu je patrné přiblížení 3 hadcových populací. Vysvětlení nízké genetické a geografické korelace by mohlo vyplývat z historického vývoje borových porostů, jejichž zastoupení se od poloviny 19. století výrazně zvýšilo zakládáním nových porostů z dováženého osiva z různých oblastí, velkým podílem i ze zahraničí. Postupnou hybridizací a vlivem místních klimatických podmínek i hospodářských zásahů se vytvořily kulturní sorty (SVOBODA 1953). Z některých těchto porostů se vyvinuly hospodářsky cenné kulturní typy (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

Podíly pozorovaných heterozygotů v populacích se pohybují od 56 % do 65 %. 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 borovice lesní pro lokus SPAC12.5

|     | BO01  | BO02  | BO03  | BO04  | BO05  | BO06  | BO07  | BO08  | BO09  | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 120 | 0,050 | 0,050 | 0,033 | 0,017 | 0,033 | 0,067 | 0,033 | 0,083 | 0,000 | 0,000 | 0,067  | 0,033  | 0,033 |
| 124 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,017  | 0,067  | 0,000 |
| 126 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 128 | 0,067 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,017  | 0,017  | 0,017 |
| 130 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 132 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,050  | 0,000 |
| 134 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,067  | 0,000  | 0,000 |
| 136 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,017  | 0,000  | 0,017 |
| 138 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 140 | 0,067 | 0,100 | 0,050 | 0,117 | 0,000 | 0,050 | 0,067 | 0,000 | 0,017 | 0,067 | 0,067  | 0,067  | 0,200 |
| 142 | 0,000 | 0,100 | 0,017 | 0,017 | 0,050 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,067 | 0,050  | 0,000  | 0,100 |
| 144 | 0,050 | 0,083 | 0,067 | 0,083 | 0,033 | 0,033 | 0,050 | 0,050 | 0,150 | 0,017 | 0,050  | 0,033  | 0,000 |
| 146 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,000 | 0,050 | 0,000 | 0,033 | 0,017 | 0,067 | 0,017 | 0,017  | 0,017  | 0,000 |
| 148 | 0,033 | 0,067 | 0,083 | 0,050 | 0,017 | 0,050 | 0,000 | 0,050 | 0,033 | 0,050 | 0,000  | 0,050  | 0,017 |
| 150 | 0,150 | 0,050 | 0,067 | 0,133 | 0,050 | 0,067 | 0,150 | 0,033 | 0,067 | 0,133 | 0,150  | 0,083  | 0,033 |
| 152 | 0,033 | 0,083 | 0,083 | 0,033 | 0,050 | 0,067 | 0,000 | 0,067 | 0,017 | 0,050 | 0,083  | 0,033  | 0,117 |

**Tab. 10:** *Pokračování.* Zastoupení alel sledovaných populací borovice lesní pro lokus SPAC12.5

|     | BO1   | BO2   | BO3   | BO4   | BO5   | BO6   | BO7   | BO8   | BO9   | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 154 | 0,167 | 0,000 | 0,150 | 0,100 | 0,167 | 0,133 | 0,083 | 0,117 | 0,067 | 0,117 | 0,100  | 0,083  | 0,150 |
| 156 | 0,050 | 0,117 | 0,167 | 0,117 | 0,050 | 0,017 | 0,100 | 0,133 | 0,133 | 0,050 | 0,050  | 0,117  | 0,000 |
| 158 | 0,017 | 0,033 | 0,017 | 0,033 | 0,067 | 0,050 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,017 | 0,000  | 0,017  | 0,017 |
| 160 | 0,050 | 0,000 | 0,033 | 0,067 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,067 | 0,017 | 0,033 | 0,067  | 0,033  | 0,050 |
| 162 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,050 | 0,100 | 0,017 | 0,067 | 0,067 | 0,033 | 0,017 | 0,017  | 0,000  | 0,017 |
| 164 | 0,050 | 0,067 | 0,033 | 0,017 | 0,033 | 0,067 | 0,100 | 0,100 | 0,133 | 0,167 | 0,033  | 0,133  | 0,033 |
| 166 | 0,017 | 0,083 | 0,033 | 0,000 | 0,067 | 0,117 | 0,033 | 0,033 | 0,017 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,050 |
| 168 | 0,100 | 0,017 | 0,033 | 0,050 | 0,100 | 0,017 | 0,050 | 0,050 | 0,033 | 0,017 | 0,083  | 0,117  | 0,033 |
| 170 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 172 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 174 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,067 | 0,000  | 0,017  | 0,017 |
| 176 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,017  | 0,017  | 0,017 |
| 178 | 0,017 | 0,033 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,000 | 0,033  | 0,017  | 0,033 |
| 180 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 182 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 184 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 186 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 188 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 194 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 264 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |

**Tab. 11:** Zastoupení alel sledovaných populací borovice lesní pro lokus PtTX3116

|     | BO01  | BO02  | BO03  | BO04  | BO05  | BO06  | BO07  | BO08  | BO09  | BO-H  | BO-KL1 | BO-KL2 | BO-S  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 115 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 118 | 0,250 | 0,267 | 0,217 | 0,183 | 0,150 | 0,267 | 0,150 | 0,217 | 0,200 | 0,283 | 0,183  | 0,133  | 0,350 |
| 121 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 124 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,033 | 0,033 | 0,000  | 0,033  | 0,000 |
| 130 | 0,033 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,017 | 0,033 | 0,083 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,000  | 0,033  | 0,017 |
| 133 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,017  | 0,000 |
| 136 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 142 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,033 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,050  | 0,000  | 0,000 |
| 145 | 0,017 | 0,083 | 0,050 | 0,000 | 0,083 | 0,083 | 0,050 | 0,033 | 0,067 | 0,033 | 0,033  | 0,167  | 0,050 |
| 148 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,083 | 0,033 | 0,050 | 0,000  | 0,017  | 0,033 |
| 151 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 154 | 0,317 | 0,383 | 0,367 | 0,433 | 0,367 | 0,333 | 0,267 | 0,333 | 0,317 | 0,383 | 0,367  | 0,200  | 0,317 |
| 157 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000  | 0,017  | 0,000 |
| 160 | 0,117 | 0,050 | 0,083 | 0,133 | 0,133 | 0,117 | 0,083 | 0,067 | 0,100 | 0,033 | 0,067  | 0,100  | 0,067 |
| 163 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 166 | 0,083 | 0,083 | 0,067 | 0,083 | 0,050 | 0,067 | 0,067 | 0,000 | 0,050 | 0,017 | 0,117  | 0,083  | 0,017 |
| 169 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,033  | 0,067  | 0,033 |
| 172 | 0,000 | 0,033 | 0,083 | 0,050 | 0,050 | 0,017 | 0,017 | 0,067 | 0,017 | 0,050 | 0,050  | 0,067  | 0,033 |
| 175 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,033  | 0,017  | 0,000 |
| 178 | 0,033 | 0,000 | 0,050 | 0,000 | 0,017 | 0,033 | 0,033 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,033  | 0,000  | 0,017 |
| 181 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 184 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,017  | 0,017 |
| 187 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 193 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,017  | 0,000  | 0,000 |
| 205 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,017  | 0,000  | 0,000 |
| 211 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,033  | 0,000 |
| 217 | 0,017 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,017 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 223 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 235 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 0,000 |
| 253 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,033 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000  | 0,000  | 0,017 |
| 274 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,000  | 0,000  | 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 borovice lesní zaměřen na jedli bělokorou, smrk ztepilý, buk lesní, dub letní a dub zimní, lze považovat za jeden z prvních příspěvků k získání znalostí tohoto charakteru. Mapy pro ostatní dřeviny projektu již byly zveřejněny (ČÁP et al. 2015; FULÍN et al. 2016a, 2016b; NOVOTNÝ et al. 2016a, 2016b). Jak je patrné z příloh 3–5, představují zpracované populace borovice lesní pouhý zlomek z celkového počtu regionálně či lokálně významných populací této dřeviny.

Z hodnocení genetické charakterizace 13 analyzovaných populací lze konstatovat, že byly u všech zaznamenány vyšší hodnoty diverzity. Hodnoty diferenciacce mezi populacemi se výrazně liší od nuly a ukazují tak na strukturování populací borovice lesní v ČR. Podíly pozorovaných heterozygotů se v populacích pohybovaly od 56 do 65 %. Významné rozdíly mezi populacemi se projevíly v četnosti zastoupení konkrétních alel. Genetické vzdálenosti sledovaných populací neodpovídají geografickým vzdálenostem, pouze se projevilo genetické přiblížení hadcových populací.

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 borovice lesní 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 borovice lesní v rámci ČR a při vyhlašování genových základů.

Dosažené výsledky genetické charakterizace populací borovice lesní 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 borovice lesní 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 výzkumných projektů NAZV QJ1230334 „Ověření geneticky podmíněné proměnlivosti významných populací lesních dřevin, včetně genetické inventarizace vybraných ekotypů, jako podklad pro aktualizaci souvisejících legislativních předpisů“, COST LD14110 „Studium genetické diverzity populací borovice lesní zahrnující i okrajové ekotypy v České republice pomocí DNA analýz“, NAZV QJ1330240 „Metodické postupy molekulárně-genetického ověřování původu reprodukčního materiálu lesních dřevin s cílem chránit a reprodukovat genetické zdroje lesních dřevin v rámci opatření pro zachování a rozvoj agrobiodiverzity“ 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.
- AUCKLAND L.D., BUI T., ZHOU Y., SHEPHERD M., WILLIAMS C.G. 2002. *Conifer microsatellite handbook*. College Station, Texas A & M University: 57 s.
- 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., ZABLOUDIL 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.
- ERMA 2. *Evidence Reprodukčního Materiálu lesních dřevin*. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/reprodukcnim-materialem-lesnich-drevin/erma>.
- FALTYSOVÁ H., BARTA 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.
- <http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL>
- CHROUST L. 1982. Lokální populace borovice týništské a její pěstebně výnosové vlastnosti. *Zprávy lesnického výzkumu*, 27 (2): 11–14.

- KAŇÁK J. 1985. Náhorní varianty borovice lesní okrajových pohoří hercynské kotliny. *Lesnictví*, 31 (LVIII) (3): 259–265.
- KLIKA J. 1934. Poznámky k rasám (ekotypům) borovice v Československu. *Věstník České akademie zemědělské*, 10 (2–3): 186–189.
- 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.
- MACKOVČÍN 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.
- MACKOVČÍN 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.
- MACKOVČÍN P., KUNCOVÁ J. et al. (eds.). 1999. Ústecko. In: *Chráněná území ČR, svazek I*. Praha, AOPK ČR a EkoCentrum Brno: 350 s.
- MACKOVČÍN 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.
- 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 genofundu 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. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Praha, Academia 1998. 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.
- POLÁK V., VINCENT G. 1965. Ekotypy borovice lesní a jejich vzrůst. *Sborník Vysoké školy zemědělské v Brně: Spisy Fakulty lesnické, Řada C*, 3: 229–252.
- 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.
- SEBASTIANI F., PINZAUTI F., KUJALA S.T., GONZÁLES-MARTÍNEZ S.C., VENDRAMIN G.G. 2012. Novel polymorphic nuclear microsatellite markers for *Pinus sylvestris* L. *Conservation Genetics Resources*, 4: 231–234.
- SORANZO N., PROVAN J., POWELL W. 1998. Characterization of microsatellite loci in *Pinus sylvestris* L. *Molecular Ecology*, 7: 1260–1261.
- Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky*. 2005. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 129 s.
- SVOBODA P. 1953. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 412 s.
- SVOBODA J., ČERVENSKÝ J., DOHNAL M., DOHNANSKÝ T., FIŠER K., HRDLÍČKA 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.
- ŠINDELÁŘ J. 1981. Stručný přehled některých nových poznatků o ekotypech borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v ČSSR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 26 (2): 3–7.

- ŠINDELÁŘ J. 1989. Opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 35 (2): 1–5.
- 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.
- 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, s. 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, s. 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

- 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: 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.
- MÁCHOVÁ P., CVRČKOVÁ H., POLÁKOVÁ L., TRČKOVÁ O. 2016. Genetická variabilita vybraných populací borovice lesní v České Republice. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61 (3): 223–229.
- 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, vyhlásování 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.
- 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.
- ŠINDELÁŘ J., FRÝDL J., NOVOTNÝ P. 2007. Příspěvek k charakteristikám regionálních populací – ekotypů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (2): 148–159.

# **GENETIC CHARACTERIZATION OF IMPORTANT REGIONAL POPULATIONS OF SCOTS PINE 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 Scots pine, the results of our project are focused also on Norway spruce, 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 Scots pine 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 Scots pine 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 Scots pine's populations in the Czech Republic. The proportions of observed heterozygotes in populations ranged between 56% and 65%. Significant differences were found in the allelic frequencies across the studied populations at individual loci. Low level of linear correlations were observed between genetic and geographic distances of the 13 Scots pine's populations studied on the basis of microsatellite markers. Only a genetic approach of serpentine populations was observed.

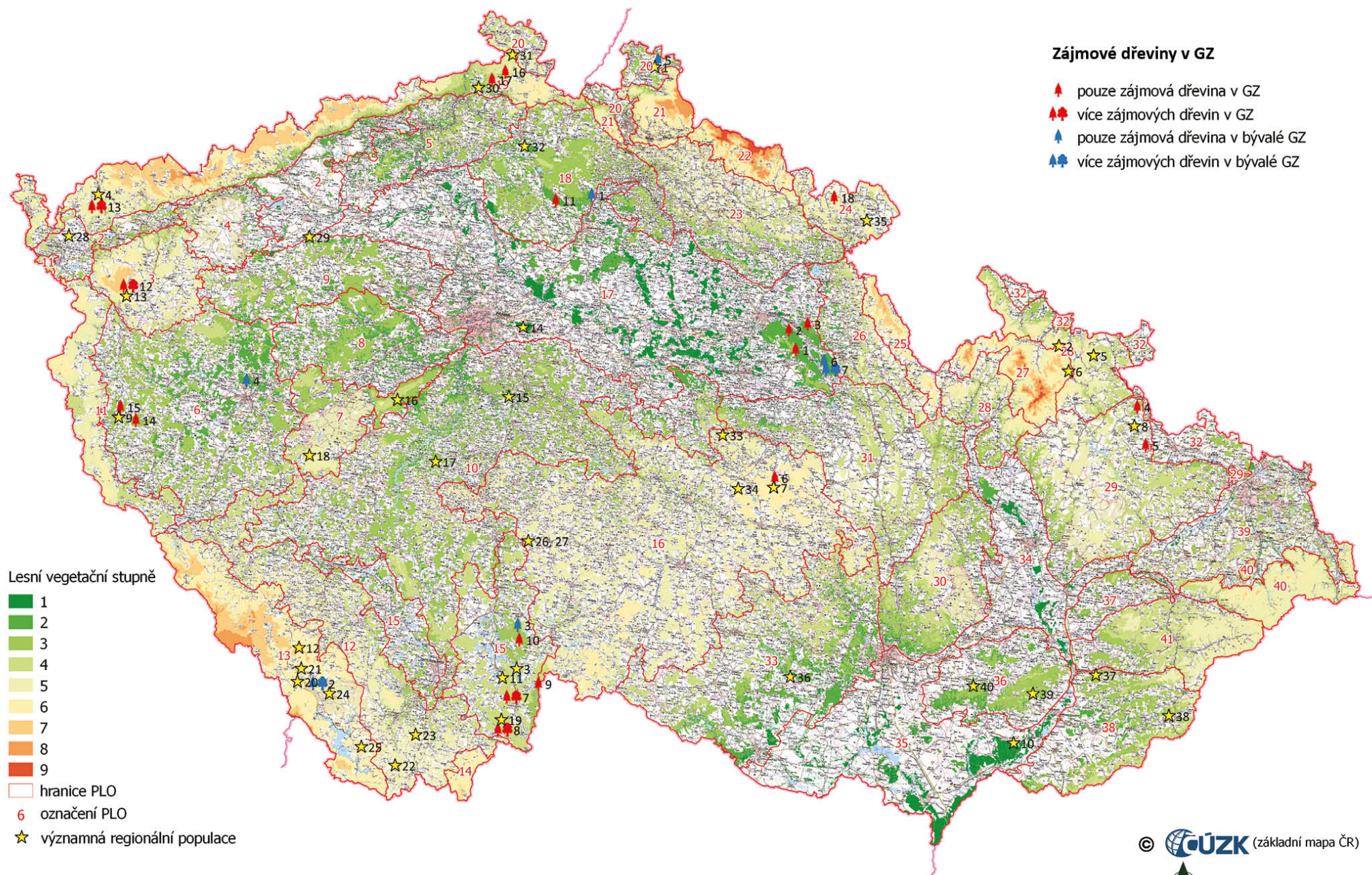
In order to increase the potential for this information possibly to be used in forestry, the acquired results from genetically characterizing the Scots pine's populations



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 Scots pine's populations that can be considered for research in this field.

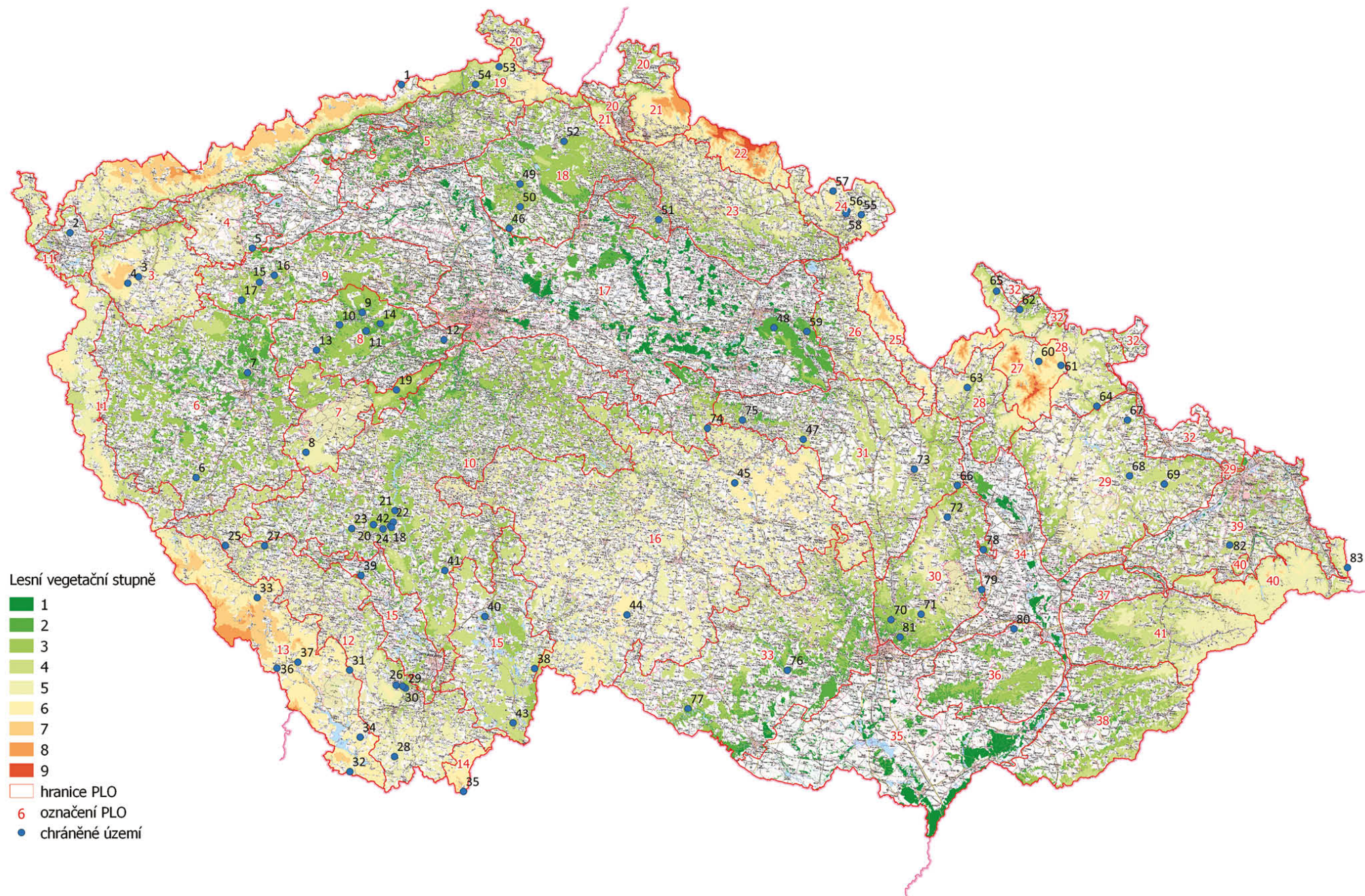
# MAPOVÉ PŘÍLOHY

- Příloha 1**    Genové základny a další významné regionální populace borovice lesní
- Příloha 2**    Významné regionální populace i méně četné výskyty borovice lesní  
v maloplošných chráněných územích
- Příloha 3**    Genetické vzdálenosti analyzovaných populací borovice lesní
- Příloha 4**    Alelické frekvence u analyzovaných populací borovice lesní (SPAC12.5)
- Příloha 5**    Alelické frekvence u analyzovaných populací borovice lesní (PtTX3116)



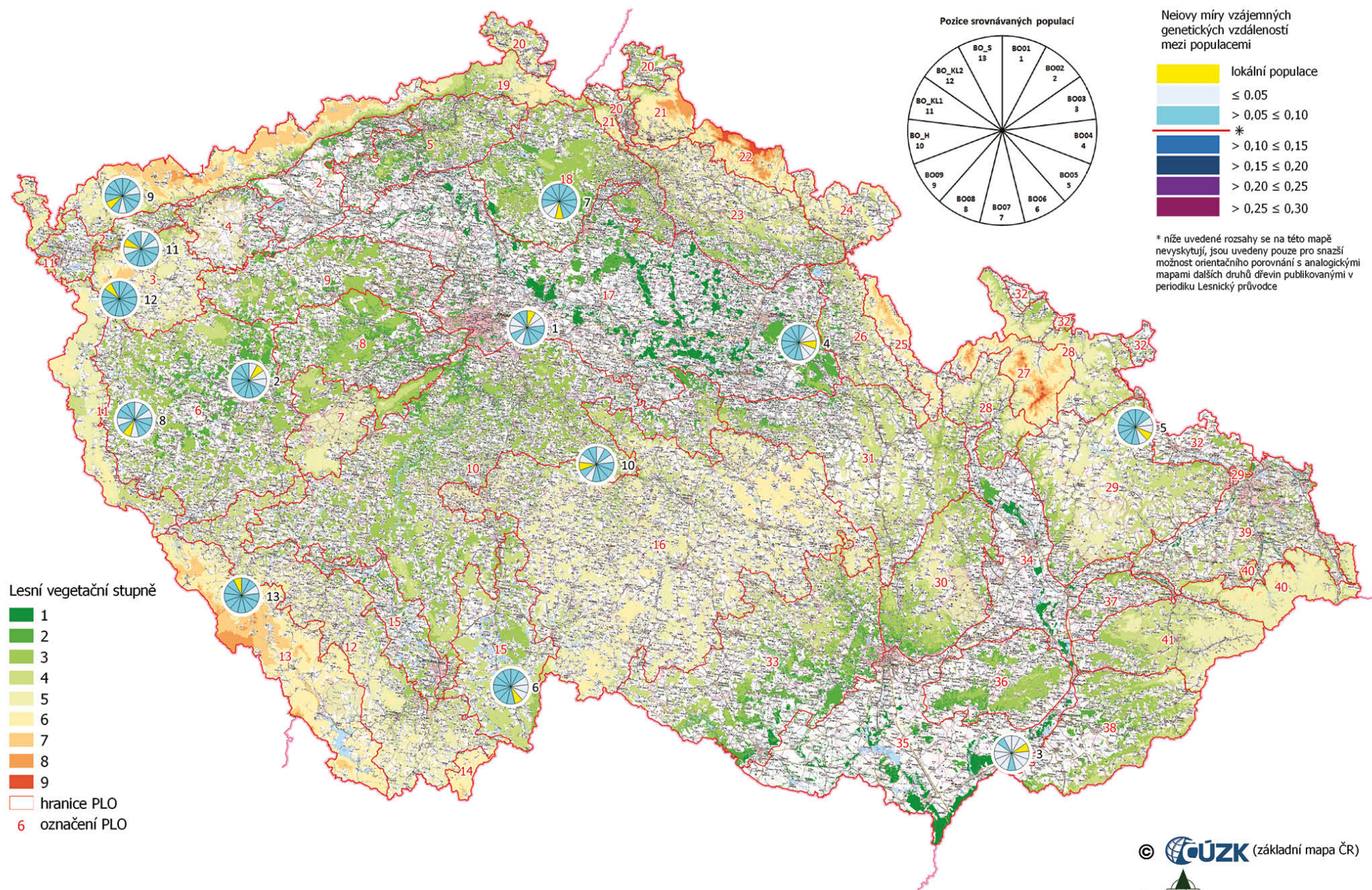
Příloha 1: Genové základny a významné regionální populace borovice lesní





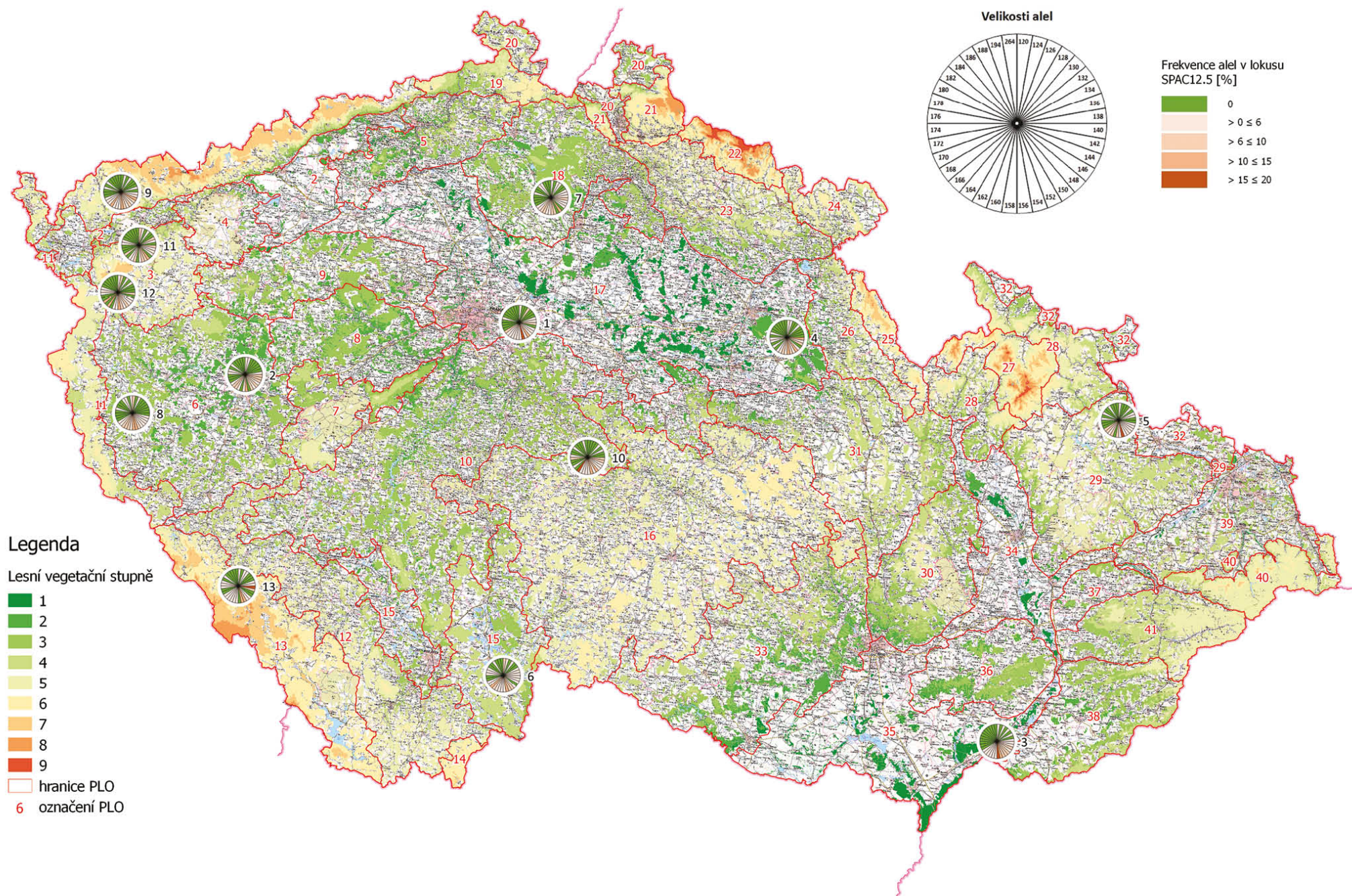
**Příloha 2:** Významné regionální populace i méně četné výskyty borovice lesní v maloplošných chráněných územích





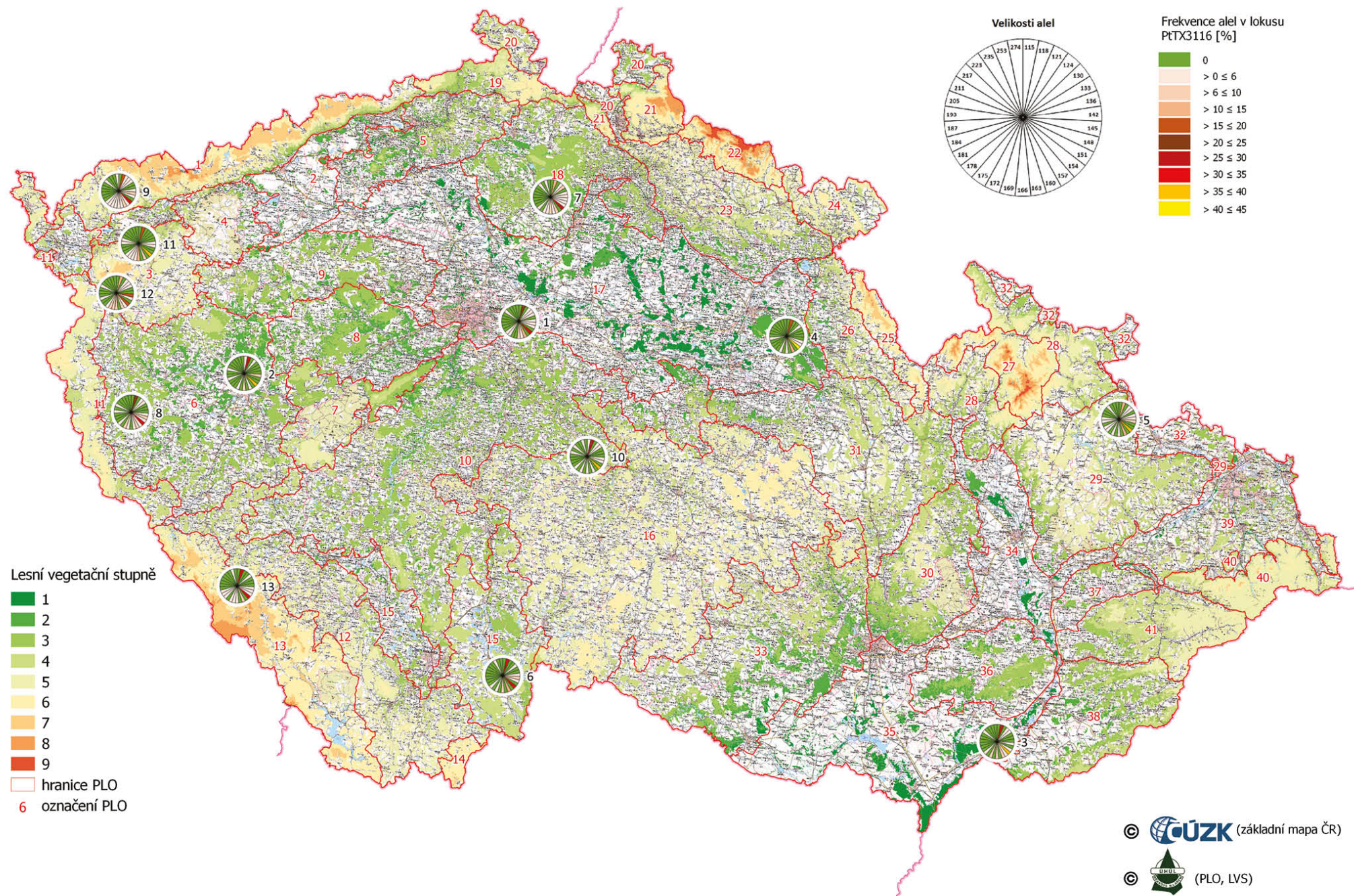
**Příloha 3: Genetické vzdálenosti analyzovaných populací borovice lesní**





**Příloha 4:** Alelické frekvence u analyzovaných populací borovice lesní (lokus SPAC12.5)





**Příloha 5:** Alelické frekvence u analyzovaných populací borovice lesní (lokus PtTX3116)



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

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

LESNICKÝ PRŮVODCE 19/2016