

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



## Zhodnocení růstu generativních potomstev douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na třech výzkumných plochách VÚLHM ve středních a jižních Čechách

Diplomová práce

Autor: **Bc. Jiří Tomec**

Vedoucí práce: **prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Tomec

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Zhodnocení růstu generativních potomstev douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na třech výzkumných plochách VÚLHM ve středních a jižních Čechách**

Název anglicky

**Growth evaluation of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) at three research plots of FG-MRI in Central and South Bohemia**

### Cíle práce

parametrech výsadeb douglasky tisolisté původem z Britské Kolumbie, která jsou ověřovány ve třech různých sponech na výzkumné ploše č. 291 – KŠH České Budějovice, ŠLP Hůrky, založené v roce 1975, a dále vyhodnotit rozdíly v růstu a produkci 26 generativních potomstev douglasky tisolisté na dvou výzkumných plochách na lokalitě Cukrák ve středních Čechách ve věku 59 a 54 let.

### Metodika

- literární rešerše se zaměřením na produkční výzkum douglasky tisolisté
- hodnocení výzkumných ploch – výškový a tloušťkový růst, tvárnost kmene, průřez kmene, struktura borky, tloušťka a hustota větví v horní polovině kmene, čištění v dolní části kmene, defoliace – dle příslušných klasifikačních stupnic zadaných VÚLHM
- stanovení objemu a hektarové zásoby potomstev
- statistické zpracování a interpretace dat
- srovnání získaných poznatků s předchozími měřeními ploch a literárními údaji
- návrh doporučení pro další výzkum

## Doporučený rozsah práce

min. 50 s. odborného textu

## Klíčová slova

douglaska tisolistá, produkční výzkum, ověřování potomstev, biometrická měření, kvalita, Česká republika

---

## Doporučené zdroje informací

- BASTIEN J.-C., SANCHEZ L., MICHAUD D. 2013. Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In: Pâque, L. (ed.): Forest Tree Breeding in Europe. Springer, Dordrecht: 325–369.
- BERGEL D. 1971. Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 142: 247–256.
- FRÝDL J., NOVOTNÝ P., ČÁP J., BURIÁNEK V. 2009. Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v České republice. Lesnický průvodce, 12: 61 s.
- KŠÍR J., BERAN F., PODRÁZSKÝ V., NOVOTNÝ P., DOSTÁL J., KUBEČEK J. 2015. Výsledky hodnocení mezinárodní provenienční plochy s douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na lokalitě Hůrky v jižních Čechách ve věku 44 let. Zprávy lesnického výzkumu, 60 (2): 104–114.
- KUBEČEK J., ŠTEFANČÍK I., PODRÁZSKÝ V., LONGAUER R. 2014. Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. Lesnícky časopis-Forestry Journal, 60 (2): 120–129.
- SCHMID M., PAUTASSO M., HOLDENRIEDER O. 2014. Ecological consequences of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) cultivation in Europe. European Journal of Forest Research, 133: 13–29.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., MAUER O., PODRÁZSKÝ V. et al.: Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Příbram, Lesnická práce: 272 s.
- VINŠ B., ŠIKA A. 1981. Porovnání růstové reakce douglasky a smrku na stanovištní faktory v podmínkách ČSR. Práce VÚLHM, 58: 7–33.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

## Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

## Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

## Konzultant

Ing. Petr Novotný, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2018

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 10. 06. 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Zhodnocení růstu generativních potomstev douglasky tisolisté (Pseudotsuga menziesii /Mirb./ Franco) na třech výzkumných plochách VÚLHM ve středních a jižních Čechách* vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc., a použil jen ty prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Rakovicích, dne 15. 6. 2020

.....

Podpis autora

## **Poděkování**

Je mou milou povinností poděkovat na tomto místě vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc., za její metodické vedení. Za odborné konzultace a pomoc při měření děkuji Ing. mult. Bc. Petru Novotnému, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i.). Za pomoc při měření dále děkuji Ing. Františku Beranovi (VÚLHM, v. v. i.), za konzultaci a spolupráci při vyhodnocení odebraných vzorníků Ing. Martinu Fulínovi, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i.), a za konzultaci a spolupráci při statistickém vyhodnocení dat Ing. Bc. Jaroslavu Dostálovi (VÚLHM, v. v. i.). Za všestrannou podporu v průběhu studia pak děkuji celé své rodině a kolektivu ČIŽP OI Praha, OOL.

Autor

## Abstrakt

Práce se v první části zabývá srovnáním růstu 26 potomstev jednotlivých stromů douglasky tisolisté původem ze šesti různých lokalit v ČR. Potomstva jsou ověřována na dvou výzkumných plochách VÚLHM (č. 262a a č. 262b) na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve středních Čechách (věk měření 59, resp. 54 let). Druhá část práce je zaměřena na porovnání růstu jedinců douglasky (provenience Wind River, Washington, USA) vysazených ve třech variantách sponu na výzkumné ploše VÚLHM na lokalitě Hůrky v jižních Čechách (věk hodnocení 46 let) a na stanovení tloušťkového a objemového přírůstu, resp. přírůstu na výčetní kruhové základně u 3 vzorníků od každé varianty sponu (celkem 9 vzorníků). U všech stromů na všech třech plochách byly hodnoceny kvantitativní a kvalitativní charakteristiky podle stanovených klasifikačních stupnic. Dosahované hodnoty dendrometrických charakteristik (zejména potomstva 501, 215N /zásoby  $> 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), ale i potomstva 513, 214N, 76N, 213N, 502 aj.) dokládají vynikající růst potomstev. Výsledky měření plochy č. 291 dokládají nejvyšší produkci u porostu s počátečním sponem  $3 \times 3 \text{ m}$  ( $1111 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), která je však spojena s nejnižší kvalitou. Všechny tři varianty sponu provenience Wind River byly při srovnání s modely růstových tabulek zařazeny do nejvyšší, nebo druhé nejvyšší bonity. V závěru jsou podány návrhy na další management výzkumných ploch a náměty na pokračování výzkumných aktivit.

**Klíčová slova:** douglaska tisolistá, *Pseudotsuga menziesii*, provenienční výzkum, introdukované dřeviny, produkce, vzorník

## Abstract

In the first part, the work deals with a comparison of the growth of 26 progeny of individual Douglas fir trees originated from six different localities in the Czech Republic. The offspring are verified on two research plots of Forestry and Game Management Research Institute (VÚLHM) No. 262a and No. 262b in the locality Jíloviště-Cukrák in Central Bohemia (age of measurement 59 and 54 years, respectively). The second part of the work is focused on comparing the growth of Douglas firs (provenance Wind River, Washington, USA) planted in three variants of spacing on the VÚLHM research plot in the Hůrky locality in southern Bohemia (age 46 years) and on determining the thickness and volume increment, resp. increment on a basal area at breast height for 3 sample trees from each spacing variant (9 sample trees in total). Quantitative and qualitative characteristics of all trees in all three plots were evaluated according to the defined classification scales. Achieved values of dendrometric characteristics (especially offspring 501, 215N /stocks > 1000 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>/, but also offspring 513, 214N, 76N, 213N, 502 etc.) prove excellent growth. The results of the measurement of plot No. 291 prove the highest production in the stand with an initial spacing of 3 × 3 m (1111 pcs · ha<sup>-1</sup>), which is, however, associated with the lowest quality. All three spacing variants of the Wind River provenance were ranked in the highest or second highest yield class when compared to the growth table models. In conclusion, a proposal for further management of the research trial and suggestions for the continuation of research activities is submitted.

**Key words:** Douglas fir, *Pseudotsuga menziesii*, provenance research, introduced tree species, production, sample tree

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ÚVOD</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>2. CÍL PRÁCE</b> .....                                   | <b>14</b> |
| <b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....                           | <b>15</b> |
| 3.1 ROZŠÍŘENÍ DOUGLASKY .....                               | 15        |
| 3.1.1 <i>Areál přirozeného rozšíření</i> .....              | 15        |
| 3.1.2 <i>Rozšíření v České republice</i> .....              | 18        |
| 3.2 INTRODUKCE DOUGLASKY DO EVROPY A ČR .....               | 21        |
| 3.3 EKOLOGICKÉ NÁROKY DOUGLASKY .....                       | 22        |
| 3.3.1 <i>Geologie, pedologie</i> .....                      | 23        |
| 3.3.2 <i>Klima</i> .....                                    | 24        |
| 3.3.3 <i>Společenstva (směsi)</i> .....                     | 25        |
| 3.3.4 <i>Škodliví činitelé</i> .....                        | 27        |
| 3.4 PRODUKCE A VYUŽITÍ .....                                | 30        |
| 3.5 PROVENIENČNÍ VÝZKUM DOUGLASKY .....                     | 32        |
| <b>4. METODIKA</b> .....                                    | <b>35</b> |
| 4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÝCH PLOCH .....                  | 35        |
| 4.1.1 <i>Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b</i> ..... | 35        |
| 4.1.2 <i>Sponová výzkumná plocha č. 291</i> .....           | 41        |
| 4.2 HODNOCENÍ VÝZKUMNÝCH PLOCH .....                        | 44        |
| 4.2.1 <i>Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b</i> ..... | 44        |
| 4.2.2 <i>Sponová výzkumná plocha č. 291</i> .....           | 45        |
| 4.3 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ .....                            | 48        |
| 4.3.1 <i>Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b</i> ..... | 48        |
| 4.3.2 <i>Sponová výzkumná plocha č. 291</i> .....           | 49        |
| <b>5. VÝSLEDKY</b> .....                                    | <b>50</b> |
| 5.1 OVĚŘOVACÍ VÝZKUMNÁ PLOCHA Č. 262A .....                 | 50        |
| 5.2 OVĚŘOVACÍ VÝZKUMNÁ PLOCHA Č. 262B .....                 | 55        |
| 5.3 HODNOCENÍ SPONOVÉ VÝSADBY .....                         | 62        |
| 5.3.1 <i>Kvantitativní veličiny</i> .....                   | 62        |
| 5.3.2 <i>Ukazatele kvality</i> .....                        | 65        |
| 5.3.3 <i>Vyhodnocení vzorníků</i> .....                     | 66        |
| <b>6. DISKUSE</b> .....                                     | <b>81</b> |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 6.1       | OVĚŘOVACÍ VÝZKUMNÉ PLOCHY Č. 262A A 262B..... | 81        |
| 6.2       | SPONOVÁ VÝZKUMNÁ PLOCHA Č. 291.....           | 83        |
| <b>7.</b> | <b>ZÁVĚR .....</b>                            | <b>87</b> |
| <b>8.</b> | <b>LITERATURA .....</b>                       | <b>89</b> |

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

- Tab. 1. Základní informace o potomstvech testovaných na výzkumné ploše č. 262a – Jíloviště-Cukrák (zdroj: Zavadil 1974) [s. 37]
- Tab. 2. Základní informace o potomstvech testovaných na výzkumné ploše č. 262b – Jíloviště-Cukrák (zdroj: ŠIKA 1990) [s. 40]
- Tab. 3. Přehled odebraných vzorků potomstev ověřovaných na výzkumných plochách č. 262a a 262b pro analýzy DNA [s. 40]
- Tab. 4. Charakteristiky série sponových výzkumných ploch (zdroj: PÁV 1985) [s. 42]
- Tab. 5. Přehled vzorníků odebraných na sponové ploše č. 291 – Písek, Hůrky [s. 47]
- Tab. 6. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6) [s. 51]
- Tab. 7. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tloušťek (NCSS 10.0.6) [s. 51]
- Tab. 8. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene (NCSS 10.0.6) [s. 53]
- Tab. 9. Podíly stromů (%) zařazených do klasifikačních tříd ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 262a [s. 54]
- Tab. 10. Zhodnocení potomstev z hlediska sledovaných kvalitativních ukazatelů na výzkumné ploše č. 262a – Jíloviště-Cukrák (nejlepší potomstva vyznačena **zeleně**, nejhorší **červeně**) [s. 55]
- Tab. 11. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6) [s. 56]
- Tab. 12. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tloušťek (NCSS 10.0.6) [s. 57]
- Tab. 13. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene (NCSS 10.0.6) [s. 58]
- Tab. 14. Podíly stromů (%) zařazených do klasifikačních tříd ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 262b [s. 59]
- Tab. 15. Zhodnocení potomstev z hlediska sledovaných kvalitativních ukazatelů na výzkumné ploše č. 262b – Jíloviště-Cukrák (nejlepší potomstva vyznačena **zeleně**, nejhorší **červeně**) [s. 60]
- Tab. 16. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6) [s. 62]
- Tab. 17. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů [s. 63]
- Tab. 18. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tloušťek (NCSS 10.0.6) [s. 63]
- Tab. 19. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů [s. 64]
- Tab. 20. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene s. k. (NCSS 10.0.6) [s. 65]
- Tab. 21. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů [s. 65]
- Tab. 22. Podíly (%) klasifikačních tříd sledovaných ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 291 [s. 65]

Tab. 23. Souhrn biometrických údajů pro jednotlivé varianty sponu zastoupené na výzkumné ploše č. 291 – Písek, Hůrky ve věku 47 let [s. 80]

- Obr. 1. Přirozené rozšíření variet douglasky tisolisté na území Kanady, USA a Mexika dle FARJONA a FILERA (2013) – zelené body *P. m. var. menziesii*, modré body *P. m. var. glauca* (vlastní zpracování; mapový podklad: [www.naturalearthdata.com](http://www.naturalearthdata.com)) [s. 16]
- Obr. 2. Plošné zastoupení douglasky tisolisté v ČR v roce 2018 v rámci správních obvodů obcí s rozšířenou působností (vlastní zpracování; mapový podklad: ArcČR® 500) [s. 19]
- Obr. 3. Plošné zastoupení douglasky tisolisté starší 100 let v ČR v roce 2018 v rámci správních obvodů obcí s rozšířenou působností (vlastní zpracování; mapový podklad: ArcČR® 500) [s. 20]
- Obr. 4. Vývoj plošného zastoupení douglasky tisolisté v lesních porostech ČR (zdroj: Ministerstvo zemědělství 2009–2020) [s. 20]
- Obr. 5. Znázornění polohy (červený kroužek) provenienčních výzkumných ploch č. 262a a 262b – Jíloviště-Cukrák, červeně orámován detail výřezu (zdroj: Mapy.cz) [s. 36]
- Obr. 6. Pohled do interiéru výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 262a – Jíloviště-Cukrák (J. Tomec, 13. 10. 2018) [s. 37]
- Obr. 7. Schéma založení výzkumné plochy č. 262a – Jíloviště-Cukrák (I. dílec s kompletní sadou experimentálního materiálu podbarven šedě) [s. 38]
- Obr. 8. Pohled do interiéru výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 262b – Jíloviště-Cukrák (J. Tomec, 14. 10. 2018) [s. 39]
- Obr. 9. Schéma založení výzkumné plochy č. 262b – Jíloviště-Cukrák [s. 39]
- Obr. 10. Znázornění polohy (červený kroužek) sponové výzkumné plochy č. 291 – Písek, Hůrky, červeně orámován detail výřezu (zdroj: Mapy.cz) [s. 41]
- Obr. 11. Zeměpisný původ provenience Wind River z Washingtonu testované na sponové ploše č. 291 – Písek, Hůrky (vlastní zpracování; mapový podklad: [www.naturalearthdata.com](http://www.naturalearthdata.com)) [s. 42]
- Obr. 12. Schéma založení sponové výzkumné plochy č. 291 – Písek, Hůrky [s. 43]
- Obr. 13. Pohled do interiéru sponové výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 291 – Písek, Hůrky (J. Tomec, 9. 9. 2018) [s. 43]
- Obr. 14. Vztah růstové křivky a přírůstových křivek (ŠMELKO 2007) [s. 47]

Graf 1. Mediány výšek jednotlivých potomstev [s. 50]

Graf 2. Mediány výčetních tloušťek jednotlivých potomstev [s. 51]

Graf 3. Mediány objemů kmene s. k. jednotlivých potomstev [s. 52]

Graf 4. Mediány výšek jednotlivých potomstev [s. 56]

Graf 5. Mediány výčetních tloušťek jednotlivých potomstev [s. 57]

Graf 6. Mediány objemů kmene s. k. jednotlivých potomstev [s. 58]

Graf 7. Výstup vícerozměrné shlukové analýzy ukazatelů kvality u ploch č. 262a a 262b [s. 61]

- Graf 8. Mediány výšek u jednotlivých variant sponu [s. 62]
- Graf 9. Mediány výčetních tloušťek u jednotlivých sponů [s. 63]
- Graf 10. Mediány výčetních tloušťek u jednotlivých sponů [s. 64]
- Graf 11. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 1 [s. 66]
- Graf 12. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 1 [s. 67]
- Graf 13. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 1 [s. 67]
- Graf 14. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 2 [s. 68]
- Graf 15. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 2 [s. 68]
- Graf 16. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 2 [s. 69]
- Graf 17. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 3 [s. 69]
- Graf 18. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 3 [s. 70]
- Graf 19. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 3 [s. 70]
- Graf 20. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 4 [s. 71]
- Graf 21. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 4 [s. 71]
- Graf 22. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 4 [s. 72]
- Graf 23. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 5 [s. 72]
- Graf 24. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 5 [s. 73]
- Graf 25. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 5 [s. 73]
- Graf 26. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 6 [s. 74]
- Graf 27. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 6 [s. 74]
- Graf 28. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 6 [s. 75]
- Graf 29. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 7 [s. 75]
- Graf 30. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 7 [s. 76]
- Graf 31. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 7 [s. 76]
- Graf 32. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 8 [s. 77]
- Graf 33. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 8 [s. 77]
- Graf 34. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 8 [s. 78]
- Graf 35. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 9 [s. 78]
- Graf 36. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 9 [s. 79]
- Graf 37. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 9 [s. 79]

## 1. Úvod

Během svého dřívějšího zaměstnání ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (VÚLHM), jsem se na útvaru biologie a šlechtění lesních dřevin věnoval mj. hodnocení provenienčních experimentů s introdukovanými druhy dřevin, které mají perspektivu z pohledu lesnického využití v podmínkách České republiky. Ve spolupráci s bývalými kolegy jsem se k dané problematice vrátil při řešení své bakalářské práce zaměřené na vyhodnocení provenienční plochy s jedlí obrovskou na lokalitě v jižních Čechách (TOMEČ 2018). V návaznosti na uvedené aktivity vyplynulo i téma předkládané diplomové práce, která se zabývá nejúspěšnější dřevinou introdukovanou do střední Evropy, douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco)<sup>1</sup>, vynikající v našich poměrech produkcí a dosud i odolností k biotickým škodlivým činitelům. Práce se z několika úhlů pohledu zabývá problematikou provenienčního a produkčního výzkumu douglasky. V ČR byla v minulosti založena řada experimentálních výsadeb s tímto druhem, které jsou hodnotitelné i v současnosti a mohou z hlediska lesnického výzkumu poskytnout množství zajímavých a cenných informací. Douglaska je v podmínkách ČR do jisté míry považována za možnou alternativu k autochtonnímu, klimatickou změnou ohrožovanému smrku ztepilému. Má-li však být její pěstování úspěšné i v budoucnu, je nutné věnovat zvýšenou pozornost mj. otázkám způsobu obnovy douglaskových porostů, jakož i původu jejího reprodukčního materiálu, a to jak z oblastí přirozeného areálu v Severní Americe, tak z našich dospělých porostů prvních generací.

---

<sup>1</sup> Česká i vědecká jména rostlin a živočichů jsou sjednocena dle databáze BioLib (ZICHA 1999–2020), jména hub dle databáze Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)), exonyma odpovídají jejich aktualizovanému zpracování (BERÁNEK et al. 2011), názvy států a provincií jsou uváděny dle LIŠČÁKA a BOHÁČE (2009), celková formální úprava diplomové práce pak odpovídá novelizované směrnici děkana č. 6/2013 „Pravidla pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD : Úplné znění, novelizováno 22. 4. 2015“.

## 2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je 1) vyhodnotit rozdíly v růstu a produkci 26 potomstev jednotlivých stromů ověřovaných na výzkumných plochách č. 262a a 262b na lokalitě Jíloviště-Cukrák ve středních Čechách ve věku 59, resp. 54 let a 2) posoudit vliv sponu (hustoty porostu) na produkci a kvalitu douglasky tisolisté (provenience Wind River, Washington, USA), která je sledována na výzkumné ploše č. 291 – Písek, Hůrky založené v roce 1975. Konkrétní dílčí cíle spočívají v:

- syntéze relevantních literárních zdrojů shrnujících dosavadní poznatky o výskytu, růstu a produkci douglasky u nás i v zahraničí,
- měření dendrometrických veličin, včetně vizuálního posouzení kvalitativních charakteristik s následným statistickým vyhodnocením,
- odběru vytipovaných vzorníků za účelem modelace tloušťkového přírůstu, přírůstu výčetní kruhové základny a objemového přírůstu,
- odběru vzorků rašících jehlic pro účely molekulárně-genetických analýz ve VÚLHM (nejsou předmětem této práce),
- diskusi získaných výsledků s publikovanými pracemi jiných autorů,
- formulování závěrů, včetně návrhů dalších výzkumných činností.

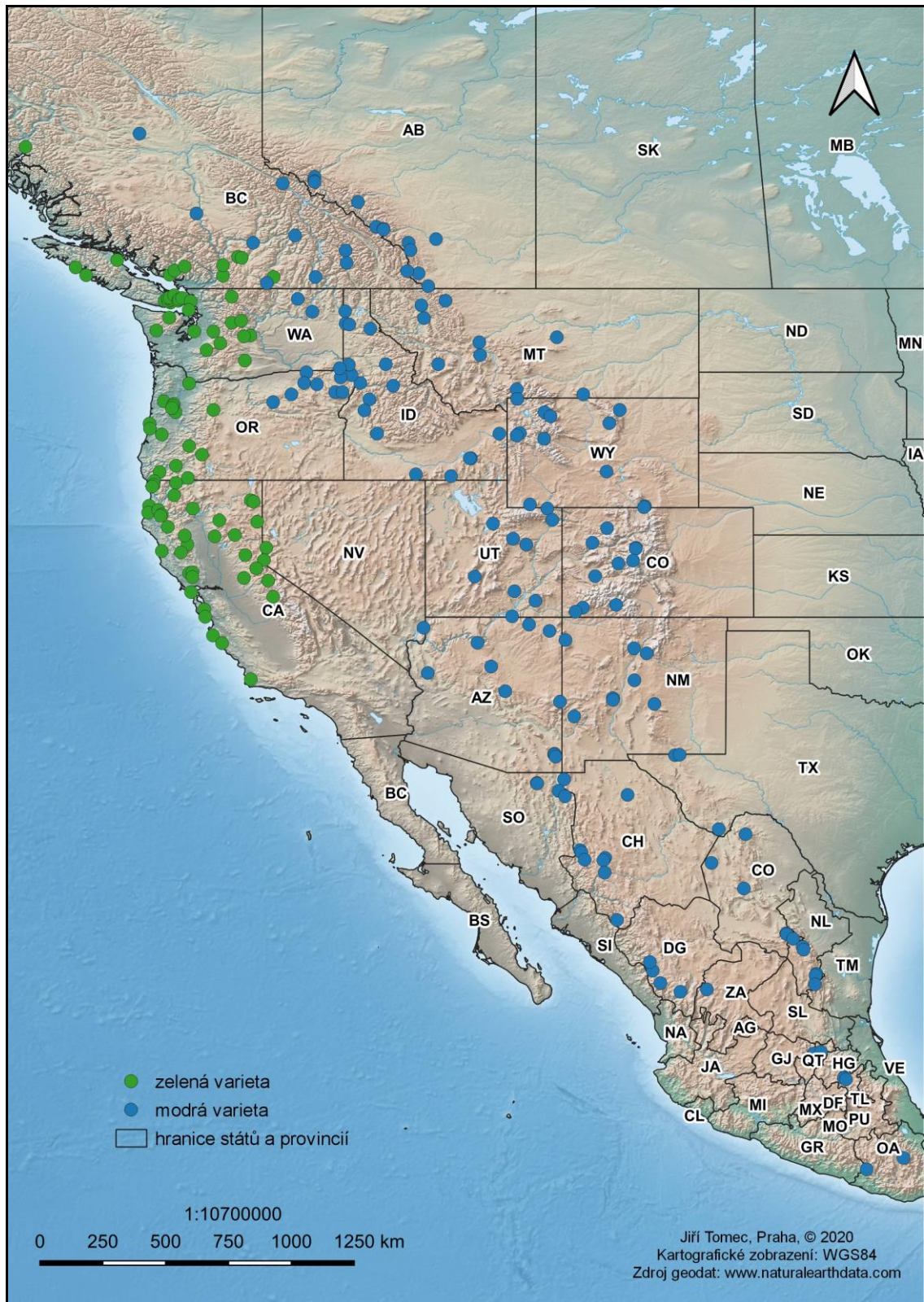
### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Rozšíření douglasky

##### 3.1.1 Areál přirozeného rozšíření

Douglaska tisolistá zaujímá mezi ostatními jehličnatými dřevinami severoamerického kontinentu výjimečné postavení, neboť z pohledu zeměpisné šířky je její areál jeden z největších (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON, FILER 2013; LAVENDER, HERMANN 2014).

Na severu v Britské Kolumbii zasahuje její výskyt k 55° s. š. (HERMANN, LAVENDER 1990, 1999; FARJON 2010; FARJON, FILER 2013; PRACIAK et al. 2013; LAVENDER, HERMANN 2014). Na tichomořském pobřeží vystupuje dle HOFMANA (1964) až k povodí Skeena River na 56° s. š., zatímco ve vnitrozemské oblasti se hranice výskytu nachází jižněji, přibližně na 54° s. š., ve vrcholu ohybu Fraser River. Na jihu druh zasahuje do mexického státu Oaxaca (ECKENWALDER 2013; FARJON, FILER 2013), přibližně na úroveň 16° 51', resp. 16° 22' s. š. (DEBRECZY, RÁČZ 1995; FARJON, FILER 2013), podle některých jiných autorů končí přirozený výskyt již na 19° s. š. (HERMANN, LAVENDER 1990, 1999; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON 2010; PRACIAK et al. 2013). Rozsáhlé území zaujímá také v západovýchodním směru od pobřeží Tichého oceánu po Skalnaté hory. V rámci přirozeného výskytu douglasky tisolisté byly vylišeny dvě morfologicky, ale i fyziologicky odlišné variety, v minulosti často považované za samostatné druhy. Jedná se o „zelenou“ varietu *P. m. var. menziesii*, označovanou též jako pobřežní, a „modrou“, resp. vnitrozemskou *P. m. var. glauca* (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990, 1999; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON 2010; ECKENWALDER 2013; FARJON, FILER 2013; PRACIAK et al. 2013; LAVENDER, HERMANN 2014). Ačkoliv obě variety osidlují jinou část přirozeného areálu douglasky, v Britské Kolumbii dochází k jejich prolínání, což vzhledem k existenci přechodu znaků vyvolává obtíže s jednoznačnou determinací (MUSIL, HAMERNÍK 2007), k čemuž přispívá i vzájemná hybridizace všude tam, kde se obě variety vyskytnou společně díky působení člověka (ECKENWALDER 2013). Geografické rozšíření obou popisovaných variet zachycuje mapa na obrázku 1.



Obr. 1. Přirozené rozšíření variet douglasky tisolisté na území Kanady, USA a Mexika dle FARJONA a FILERA (2013) – zelené body *P. m. var. menziesii*, modré body *P. m. var. glauca* (vlastní zpracování; mapový podklad: www.naturearthdata.com)



Rozšíření pobřežní variety sahá od nejsevernějšího výskytu v Britské Kolumbii jižním směrem přes Pobřežní pásmo do Washingtonu a Oregonu, kde se její areál rozšiřuje až k východním svahům Kaskádového pohoří a pokračuje až do Kalifornie, kde se na úrovni 40 až 41° s. š. rozvětjuje do dvou ramen částečně obepínajících plochá údolí Sacramento a San Joaquin. Západní rameno prochází Pobřežním pásmem až do oblasti Purisima Hills v Santa Barbara County (FARJON, FILER 2013; LAVENDER, HERMANN 2014). Východní rameno proniká do výběžku Kaskádového pohoří a pohoří Sierra Nevada, kde pokračuje až na jih Yosemitekého národního parku (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; LAVENDER, HERMANN 2014). V teplejších oblastech Kalifornie je výskyt méně hojný a ostrůvkovitý (HOFMAN 1964).

Vnitrozemská varieta obývá zejména oblast Skalnatých hor, kde utváří téměř souvislý pás táhnoucí se z centrální Britské Kolumbie přes severovýchodní Washington, severní Idaho, západní Montanu až na severozápad Wyomingu. Výraznější zastoupení má rovněž v Modrých horách a pohoří Wallowa v severovýchodním Oregonu, kde plynule navazuje na rozšíření v Idahu. Výskyt modré variety dále pokračuje horami Colorada, Utahu, jihovýchodní Nevady, Arizony, Nového Mexika a západního výběžku Texasu do Mexika, kde v soustavě západního a východního pohoří Sierra Madre většinou vytváří izolované porosty (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; LAVENDER, HERMANN 2014).

Území osídlené vnitrozemskou varetou je podstatně větší. V severojižním směru zaujímá délku přibližně 5 000 km (FARJON, FILER 2013), zatímco u zelené variety „pouze“ 2 200 km (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007).

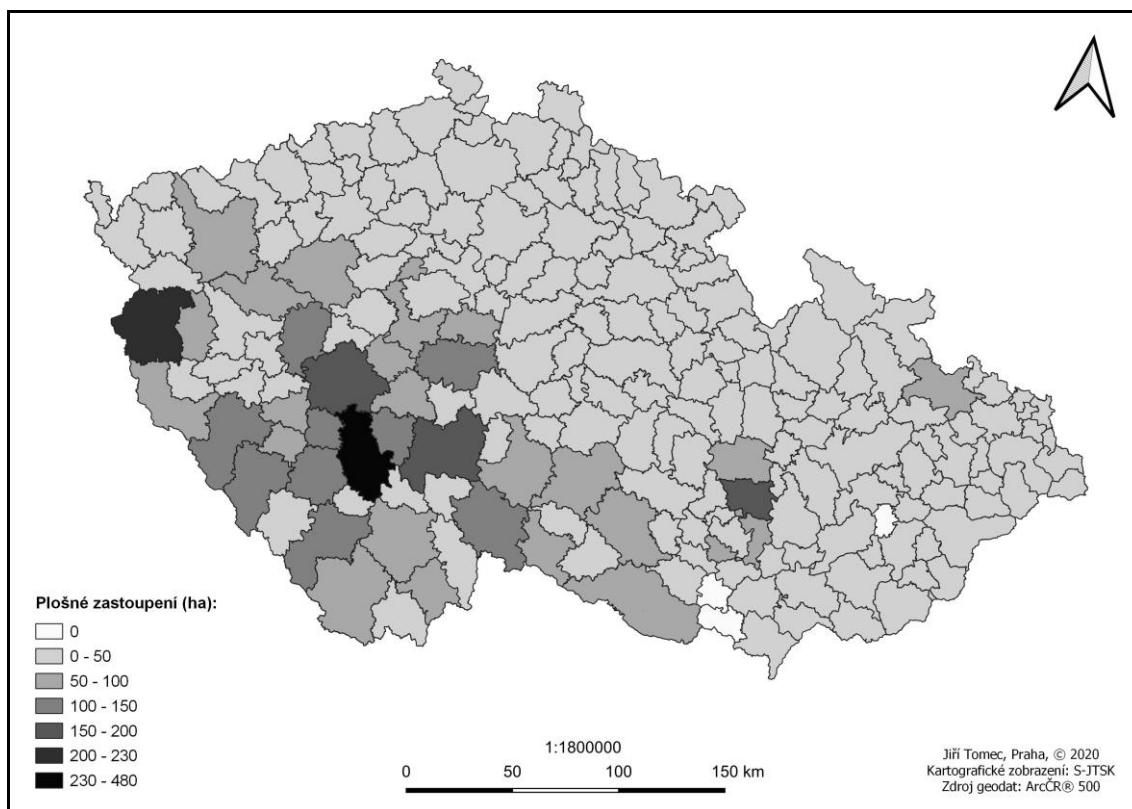
Široké vertikální rozpětí přirozeného areálu douglasky je dáno především jeho rozlehlostí a výraznou terénní členitostí. V pevninské Britské Kolumbii není v polohách nad 760 m n. m. zelená varieta příliš častá, nicméně na ostrově Vancouver roste v nadmořské výšce okolo 1 250 m n. m. Dále na jih začíná stoupat horní hranice jejího výskytu a ve Washingtonu a Oregonu se dostává přibližně na úroveň 1 520 m n. m., přičemž místy osidluje i lokality vyšších poloh. V Kalifornii, kde se areál pobřežní variety rozděluje, roste ve výběžku Kaskádového pohoří a v pohoří Sierra Nevada, zpravidla mezi 610 až 1 800, resp. 1 830 m n. m. V údolích řek a dnech kaňonů může douglaska sestupovat až do 244 m n. m. Naopak vrcholu dosahuje v jižní oblasti Yosemitekého národního parku, kde osidluje i místa okolo 2 300 m n. m. (SUDWORTH 1908;

FROTHINGHAM 1909; HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; ECKENWALDER 2013; LAVENDER, HERMANN 2014). Dle GRIFFINA (1964) se v pobřežních horách Santa Cruz a Santa Lucia zelená varieta vyskytuje od 762 m n. m., avšak v Purisima Hills, který je jejím nejnižším známým výskytem, je to jen okolo 213 m n. m.

Ve vnitrozemí roste douglaska tisolistá od 250 do 3 000, resp. 3 350 m n. m. (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; BASTIEN et al. 2013; ECKENWALDER 2013; FARJON, FILER 2013). V severní části vnitrozemského areálu je jejím maximem 2 440 m n. m., kterého pozvolna dosahuje v Montaně, Idahu a severním Wyomingu (KIRKWOOD 1922; HERMANN, LAVENDER 1990; FARJON, FILER 2013). Ve střední a jižní části Skalnatých hor je její výskyt ohraničen 1 830 a 2 592 m n. m. (BATES 1924), resp. 2 440 a 2 900 m n. m. (PEARSON 1931; HERMANN, LAVENDER 1990). Určitými výjimkami jsou severní svahy střední a jižní Arizony, kde se dolní hranice výskytu modré variety nachází přibližně v 1 830 m n. m. Přítomnost douglasky tisolisté byla dokonce zaznamenána i na dnech kaňonů v polohách okolo 1 550 m n. m. (HERMANN, LAVENDER 1990; LAVENDER, HERMANN 2014). Na území Mexika se vyskytuje ve výškách od 2 000 do 3 200 m n. m. (HOFMAN 1964; RZEDOWSKI 2006).

### *3.1.2 Rozšíření v České republice*

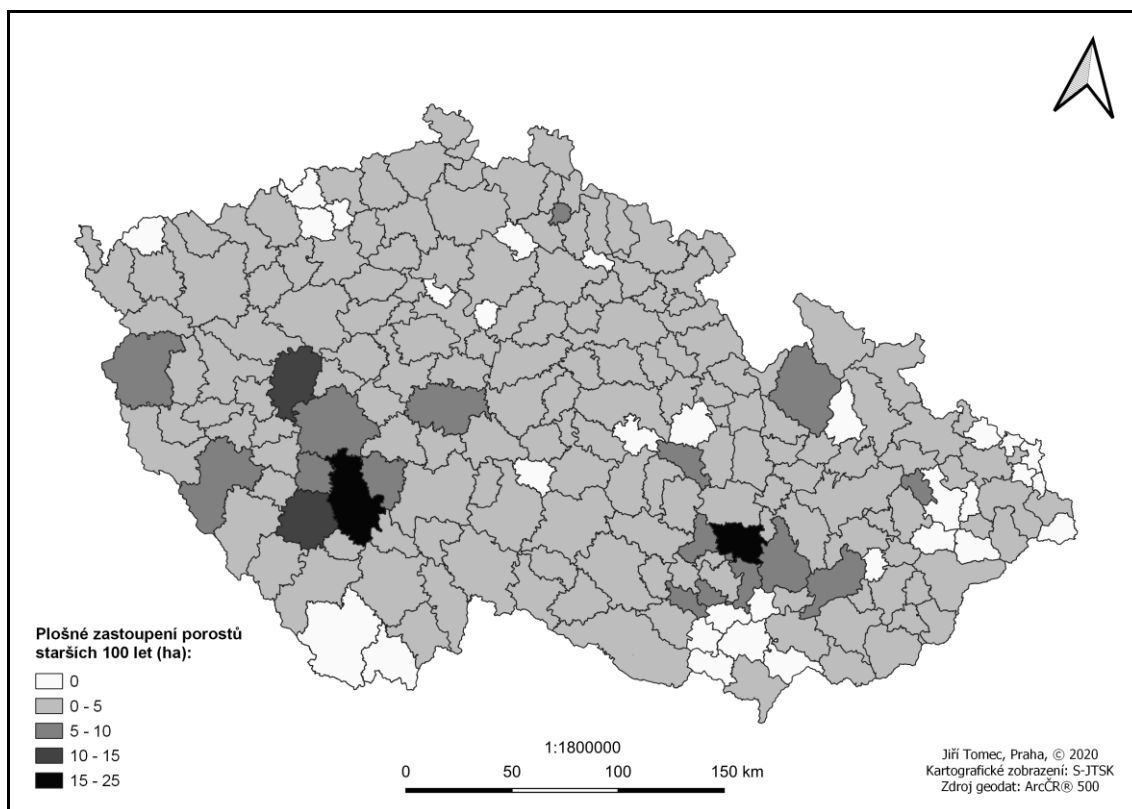
Dle údajů Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (Ministerstvo zemědělství 2009–2020) byly porosty s douglaskou tisolistou v roce 2018 na území ČR evidovány na celkové ploše 6 357,82 ha. Z dostupných informací byla sestavena mapa (obr. 2) znázorňující míru zastoupení douglasky v rámci jednotlivých správních obvodů obcí s rozšířenou působností (dále jen „SO ORP“). Je zřejmé, že především v oblasti jižních a částečně i západních a středních Čech jsou koncentrovány největší podíly těchto porostů. Jako příklady lze uvést SO ORP Písek v Jihočeském kraji s 478,07 ha, SO ORP Tachov v Plzeňském kraji (223,39 ha) a SO ORP Příbram ve Středočeském kraji (181,31 ha). Douglaska tisolistá naopak absentuje v SO ORP Holešov ve Zlínském kraji a v SO ORP Mikulov a Pohořelice v Jihomoravském kraji. V rámci Jihomoravského kraje tvoří výjimku SO ORP Blansko s výměrou 154,24 ha, tj. v pořadí čtvrtou největší v ČR.



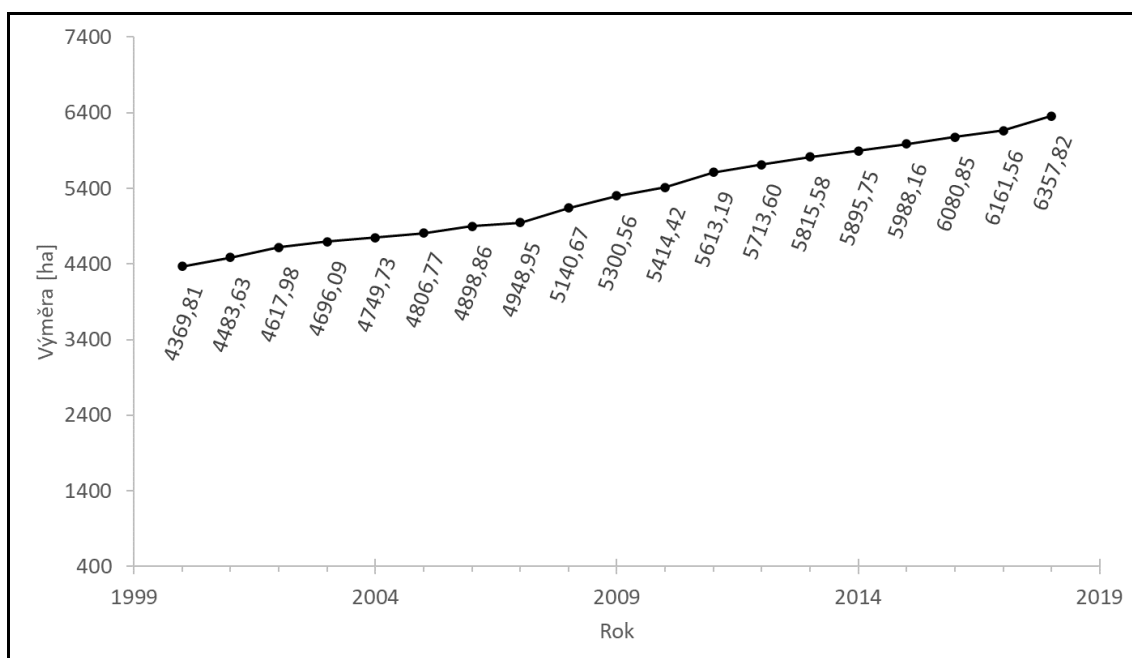
Obr. 2. Plošné zastoupení douglasky tisolisté v ČR v roce 2018 v rámci správních obvodů obcí s rozšířenou působností (vlastní zpracování; mapový podklad: ArcCR® 500)

Z dat o věku, která jsou rovněž evidována Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (Ministerstvo zemědělství 2009–2020), byla sestavena mapa (obr. 3) znázorňující zastoupení porostů douglasky starších 100 let. Největší podíl těchto porostů se nachází v SO ORP Písek v Jihočeském kraji (25 ha) a v SO ORP Blansko v Jihomoravském kraji (21,47 ha). Plošné výměry větší než 10 ha byly dále zjištěny v SO ORP Rokycany v Plzeňském kraji (13,5 ha) a v SO ORP Strakonice v Jihočeském kraji (10,7 ha). V rámci ostatních správních obvodů byly výměry nižší a na řadě z nich se porosty starší 100 let nevyskytovaly vůbec.

Obrázek 4 dokládá zvyšování plošného zastoupení douglasky v lesních porostech ČR v posledním období. Na začátku druhého tisíciletí byl podíl tohoto introdukovaného druhu necelých 4 500 ha, v letech 2000 až 2018 se však každoročně zvyšoval v průměru o 110 ha.



Obr. 3. Plošné zastoupení douglasky tisolisté starší 100 let v ČR v roce 2018 v rámci správních obvodů obcí s rozšířenou působností (vlastní zpracování; mapový podklad: ArcCR® 500)



Obr. 4. Vývoj plošného zastoupení douglasky tisolisté v lesních porostech ČR (zdroj: Ministerstvo zemědělství 2009–2020)

### 3.2 Introdukce douglasky do Evropy a ČR

Termínem introdukce, jenž byl poprvé použit v průběhu 19. století (ÚRADNÍČEK et al. 2012), se rozumí přesun určitého druhu organismu mimo areál svého přirozeného rozšíření, typicky na území jiného státu či kontinentu. Děje se tak úmyslně či neúmyslně výlučně prostřednictvím lidské činnosti (MLÍKOVSKÝ 2006).

Postupný přechod kočovných lovecko-sběračských společností ke společnostem zemědělským s usedlým způsobem života byl důvodem k domestikaci řady planě rostoucích domácích i exotických druhů užitkových plodin sloužících nejen pro obživu obyvatelstva. Dle toho, jaké druhy byly nejčastěji importovány, lze introdukci jako stále pokračující proces rozdělit do pěti fází. První, označovaná jako zemědělsko-ovocnářská, probíhala do konce 15. století a pozornost věnovala zejména asijským plodonosným rostlinám uplatňovaným v rámci obživy obyvatelstva. Ve druhé fázi (16. a 17. století) docházelo k všeobecné botanické introdukci, kdy byly díky rozvoji lidského poznání v řadě vědeckých disciplín zakládány lékárnicko-botanické zahrady a později i arboreta, v nichž byly pěstovány a studovány listnaté i jehličnaté dřeviny původem převážně ze Středozeří a Severní Ameriky. Třetí fáze tzv. parkovnické introdukce probíhala v 18. a 19. století, přičemž na území dnešní České republiky přetrvávala ještě na začátku 20. století. Řada vojenských či vědeckých expedic obohatila evropské zahrady, parky a arboreta o nebývalé množství nových druhů severoamerických a asijských dřevin. V částečném překryvu s předchozí probíhala i čtvrtá fáze tzv. lesnické introdukce, která byla odezvou na akutně se zvyšující nedostatek dříví na konci 18. století zapříčiněný neuspokojivým stavem lesů v Evropě a postupným rozvojem průmyslu. Na začátku 19. století hledali lesníci v Německu a Anglii a později i jinde v Evropě pro zajištění dostatečné produkce dříví vhodné kandidáty zejména mezi rychlerostoucími druhy ze Severní Ameriky. Komplexní vědecky řízená introdukce představuje pátou fázi, která na našem území vypukla na přelomu 19. a 20. století a trvá až do současnosti (BENČAĚ 1982). Jedná se o etapu, kdy je zavádění exotických druhů dřevin v rámci lesního hospodářství podrobováno zkoumání z hlediska definovaných kritérií, kterými jsou: 1) produkční schopnost, 2) využitelnost dřeva, 3) vhodnost pro různé typy stanovišť, 4) meliorační účinky, 5) odolnost k suchu, 6) odolnost k ostatním abiotickým faktorům (mráz, sníh, vítr aj.), 7) odolnost k biotickým škůdcům, 8) křížitelnost s ostatními druhy,

9) invazibilita, 10) vhodnost do směsí a 11) schopnost přirozené obnovy (NOVOTNÝ et al. 2018).

V průběhu čtvrté fáze se díky Davidu Douglasovi v roce 1827 do Evropy poprvé dostalo i osivo douglasky tisolisté (HOFMAN 1964; NOŽIČKA 1962). Kdy přesně doputovalo na naše území, nelze s jistotou říci, nicméně první pokusy s jejím zaváděním do lesních porostů jsou doloženy z let 1836 až 1837 na panství Zelená hora u Nepomuku. Nejstarší dosud rostoucí exemplář tohoto druhu se nachází v Americké zahradě v Chudenicích na Klatovsku, kde byl vysazen v roce 1843 (NOŽIČKA 1962), resp. 1842 (SVOBODA 1976).

Ve druhé polovině 19. století již poutala douglaska tisolistá značnou pozornost lesníků, mj. díky spisu Johanna Christiana Karla Gayera z roku 1876, ve kterém zmiňuje její vynikající vlastnosti. Postupně se tak podíl douglasky začal při obnově lesních porostů zvyšovat, přičemž maxima > 20 % dosahoval v období 1898–1908 (HOFMAN 1964).

### **3.3 Ekologické nároky douglasky**

Douglaska tisolistá, kterou HOFMAN (1964) popisuje jako dřevinu se středními nároky na světlo, je dle MUSILA a HAMERNÍKA (2007) v mládí k zastínění poměrně tolerantní, nicméně s přibývajícím věkem již vyžaduje větší světelný požitek. Vnitrozemská varieta snáší ve srovnání s pobřežní vyšší míru zastínění.

V Severní Americe douglaska osidluje široké spektrum lokalit s nejrůznějšími ekologickými charakteristikami, avšak z pohledu produkce dřevní hmoty a hojnosti zastoupení nachází optimální podmínky především v západní části států Washington a Oregon, tj. v oblastech s bohatou atmosférickou i půdní vlhkostí, kde roste zejména v hlubokých středně těžkých až těžkých, propustných, dobře provzdušněných půdách s dostatečnou zásobou živin (HOFMAN 1964; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON 2010).

V domovině i u nás se vyhýbá výrazně chudým půdám, které vznikají na lokalitách trpících podmáčením či suchem (HOFMAN 1964; NOVÁK et al. 2018).

V podmínkách ČR se douglasce daří zejména na hlubších půdách v mírně teplých a mírně až velmi vlhkých klimatických okresech. Nejčastěji roste v suprakolinním a submontánním stupni v 400–600 m n. m. (SKALICKÁ 1997).

### 3.3.1 Geologie, pedologie

Druh nemá příliš vyhraněné nároky na půdní prostředí. Dobře odrůstá na půdách vzniklých z vyvřelých hornin, jakými jsou čedič, diabas, andezit, žula, porfyr nebo porfyr. Vhodné podmínky k růstu skýtají také půdy, které se vyvinuly na krystalických břidlicích či mořských, fluviálních, glaciálních a eolických sedimentech. Ve velké míře však záleží na tom, jaké půdy se z uvedených matečných hornin vyvinuly, tzn. jak jsou hluboké a minerálně zásobené a jaké mají fyzikální vlastnosti (HOFMAN 1964).

V pobřežní zóně Kalifornie, Oregonu a Washingtonu, kde panuje mírné humidní klima, převažují jemně zrnité propustné půdy vzniklé především z břidlic a mořských pískovců, jejichž povrch je zpravidla kyselý s velkým podílem organické hmoty, celkového dusíku a s nízkou nasyceností bázemi. Směrem na východ ke Kaskádovému pohoří se půdy vyvíjely z rozmanitějšího sortimentu matečných hornin, jako např. z metamorfovaných sedimentů v severní části a z vyvřelých hornin a útvarů sopečného původu v centrální a jižní části daného území (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014). V jihozápadní Britské Kolumbii a severozápadním Washingtonu vznikly téměř všechny půdy působením pevninského ledovce (LASSOIE et al. 1985; HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

Směrem z jihu Britské Kolumbie přes východní Washington a severní Idaho porůstá vnitrozemská varieta douglasky půdy vzniklé na čedičových sutích, hlubokých spraších s příměsí sopečného popela, žulách či sedimentárních horninách (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; HERMANN 2014). Ve střední a jižní části Skalnatých hor roste douglaska na půdách, které se vyvinuly na ledovcových nánosech, krystalických žulách, slepencích, pískovcích či vápencích (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

Hloubka půd s výskytem douglasky je v rámci areálu přirozeného rozšíření značně variabilní, kdy se na strmých svazích a vrcholech horských hřbetů pohybuje od

vysloveně mělkých až po hluboké půdy svahových a reziduálních usazenin a usazenin sopečného původu (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

### 3.3.2 *Klima*

Rozsáhlý areál přirozeného rozšíření douglasky tisolisté podmiňuje rozmanitost klimatických podmínek, ve kterých roste. Na severozápadním pobřeží panuje čistě oceánické klima, pro které jsou charakteristické mírné vlhké zimy a studená relativně suchá léta. Příznačnou pro tuto oblast je nejen dlouhotrvající vegetační sezóna, ale i bezmrazé období, které trvá 195 až 260 dnů. Průměrné teploty se zde pohybují od  $-2,5$  do  $2,5$  °C v zimě a od  $20$  do  $27$  °C v létě (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; HERMANN 2014). Distribuce srážek je v průběhu roku nerovnoměrná, kdy největší podíl (více než 75 %) připadá na zimní období, což je v porovnání s podmínkami střední Evropy naopak (HOFMAN 1964; MUSIL, HAMERNÍK 2007). Srážky jsou nejčastěji dešťové, s průměrným ročním úhrnem 760 až 3 000 mm. V deštných lesích temperátní zóny na ostrově Vancouver a poloostrově Olympic byl zaznamenán maximální roční srážkový úhrn ve výši 4 445 mm. Celkové množství srážek doplňuje sněhová pokrývka s mocností až 60 cm (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

V horských polohách na východě pobřežní oblasti se již začínají projevovat účinky kontinentálního klimatu a průměrné teploty zde kolísají mezi  $-9$  a  $-2,5$  °C v zimě a mezi  $14$  a  $20$  °C v létě. Průměrný roční úhrn dešťových srážek osciluje mezi 600 až 3 000 mm a vrstva sněhu může v zimním období dosahovat až 3 m. Výrazně kratší období oproti západní části pobřežní oblasti, kdy teplota neklesá pod bod mrazu, zde trvá pouhých 80 až 180 dnů (HERMANN 2014).

Oblast Skalnatých hor je na severu ještě výrazně ovlivňována oceánickým klimatem, nicméně uprostřed léta zde již nastává i období sucha (MUSIL, HAMERNÍK 2007; HERMANN 2014). Ve srovnání s pobřežím je však distribuce srážek více vyrovnaná a během léta může napadnout 40–50 % celkového ročního úhrnu (HOFMAN 1964), jehož průměrné množství se pohybuje mezi 560 až 1 020 mm. V průběhu zimy, s průměrnými teplotami od  $-7$  do  $-2,5$  °C, může napadnout i více než 5 m sněhu. Bezmrázé období



trvá 60 až 120 dnů. V letních měsících dosahují teploty 14 až 20 °C (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

Dále na jih v centrální části již panuje čistě kontinentální klima, čemuž odpovídá i pokles průměrného ročního úhrnu srážek, který dosahuje pouze okolo 360 až 610 mm. Nižší je také sněhová pokrývka, jejíž mocnost se pohybuje od 50 do 460 cm, nicméně podíl sněhových srážek je vyšší než dešťových, které se nejčastěji vyskytují na západních svazích hor (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON 2010; HERMANN 2014). Mírně delší je naopak období s teplotami převyšujícími bod mrazu, a to až 130 dnů. V průběhu roku se zde teploty v zimě pohybují v rozmezí od –9 do –6 °C, v létě pak mezi 14 až 21 °C (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

Také v jižní části Skalnatých hor dominuje kontinentální klima s výraznějším poklesem průměrných letních teplot na 7 až 11 °C, zatímco průměrné zimní teploty zde téměř neklesají pod 0 °C. Bezmrazé období trvající maximálně 110 dnů je v rámci areálu přirozeného rozšíření nejkratší. Oblastní precipitační modely predikující rozložení srážek v průběhu roku obecně naznačují jejich nízký podíl v zimě a naopak vysoký v létě (MUSIL, HAMERNÍK 2007). Průměrný roční úhrn se pohybuje v rozmezí 410 až 760 mm a sněhová pokrývka během zimy dosahuje až 3 m (HERMANN, LAVENDER 1990; HERMANN 2014).

V mírném klimatickém pásmu v Mexiku kolísají průměrné roční teploty mezi 10 až 17 °C a průměrný roční srážkový úhrn převyšuje 1 000 mm. Absolutní teplotní minima neklesají pod –15 °C (MEJORADA, HUGUET 1961 ex HOFMAN 1964).

### *3.3.3 Společenstva (směsi)*

Zelená varieta douglasky tisolisté v mládí úspěšně kolonizuje plochy po velkoplošných rozpadech lesních komplexů velmi často způsobovaných požáry, kde dočasně vytváří monokulturální porosty. Dle HOFMANA (1964) jí k tomu výrazně pomáhá bohatá plodnost, snadno se šířící semena i schopnost snášet plné osvětlení. Později je druhová skladba obohacována dřevinami s vyšší mírou tolerance k zastínění (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; ECKENWALDER 2013; PRACIAK et al. 2013).

V severní části pobřežní zóny ve státech Oregon, Washington a v Pobrežních horách Britské Kolumbie roste douglaska s jedlovcem západním (*Tsuga heterophylla* /Raf./ Sarg.), jedlovcem Mertensovým (*Tsuga mertensiana* /Bong./ Carr.), zeravem obrovským (*Thuja plicata* Donn ex D. Don), smrkem sitkou (*Picea sitchensis* /Bong./ Carrière), jedlí obrovskou (*Abies grandis* /Douglas ex D. Don/ Lindl.), jedlí líbeznou (*Abies amabilis* /Dougl. ex Loud./ Dougl. ex Forbes), cypřiškem nutkajským (*Chamaecyparis nootkatensis* /D. Don/ Spach), olší oregonskou (*Alnus rubra* Bong.), topolem chlupatoplodým (*Populus trichocarpa* Torr. & A. Gray ex Hook.), javory *Acer macrophyllum* Pursh a *Acer circinatum* Pursh, duby *Quercus garryana* Dougl. ex Hook., *Quercus kelloggii* Newb. a vrbami *Salix* L. (DEBELL, TURPIN 1983; FRANKLIN et al. 1983; HARRIS, JOHNSON 1983; WILLIAMSON, TWOMBLY 1983).

Na přechodu mezi Oregonem a Kalifornií se k výše uvedeným listnatým dřevinám dále přidávají *Notholithocarpus densiflorus* (Hook. & Arn.) Manos, *Arbutus menziesii* Pursh, *Quercus chrysolepis* Liebm. a *Chrysolepis chrysophylla* (Dougl. ex Hook.) Hjelmqvist (McDONALD et al. 1983). Z jehličnanů má významný podíl zejména cypřišek Lawsonův (*Chamaecyparis lawsoniana* /A. Murray/ Parl.) s příměsí borovice Lambertovy (*Pinus lambertiana* Douglas), borovice hrbolkaté (*Pinus attenuata* Lemmon), pazeravu sbíhavého (*Calocedrus decurrens* /Torr./ Florin), jedle ojíňené (*Abies concolor* /Gord. et Glend./ Lindl. ex Hildebr.), jedle obrovské, smrku sitky, zeravu obrovského a jedlovce západního (HOFMAN 1964; McDONALD 1983). V úzkém pásu kalifornského pobřeží vstupuje do směsí i sekvoj vždyzelená (*Sequoia sempervirens* /D. Don/ Endl.) (HOFMAN 1964; OLSON, FISKE 1983; MUSIL, HAMERNÍK 2007).

Smíšená lesní společenstva západních svahů Kaskádového pohoří osidlují vedle jedlovce západního, zeravu obrovského, cypřišku nutkajského a jedle líbezné také jedle vznešená (*Abies procera* Rehder) a borovice pohorská (*Pinus monticola* Douglas ex D. Don). Na opačné straně je douglaska tisolistá doprovázena borovicí pokroucenou (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon), borovicí těžkou (*Pinus ponderosa* P. Lawson & C. Lawson), jedlí obrovskou, jedlí plstnatoplodou (*Abies lasiocarpa* /Hook./ Nutt.), jedlí ojíňenou (*Abies concolor* /Gord. et Glend./ Lindl. ex Hildebr.), modřínem západoamerickým (*Larix occidentalis* Nutt.) a jedlí nádhernou var. *shastensis* (*Abies magnifica* var. *shastensis* Lemmon), která se vyskytuje v jižní části Kaskádového pohoří

(FRANKLIN et al. 1983). V pohoří Sierra Nevada s douglaskou velmi často roste borovice pokroucená a řada dalších přimíšených dřevin (HOFMAN 1964).

Skalnaté hory v jižním Idahu, severním Utahu a západní Montaně jsou oblastí, kde na kalamitních plochách vytváří vnitrozemská varieta douglasky rozsáhlé jednodruhové porosty, které jsou stejně jako v pobřežní oblasti pouze přechodným stadiem (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990). Douglaska se zde zapojuje do směsí spolu s borovicí těžkou, b. pokroucenou, b. pohorskou, modřínem západoamerickým, jedlí obrovskou, j. plstnatoplodou, jedlovcem západním, zeravem obrovským a smrkem Engelmannovým (*Picea engelmannii* Parry ex Engelm.) (GRAHAM et al. 1983; FARJON 2010; HERMANN 2014).

V jižní části Skalnatých hor tvoří smíšené porosty s borovicí těžkou, b. vejmutovkovitou (*Pinus strobiformis* Engelm.), b. bělokmennou (*Pinus albicaulis* Engelm.), b. ohebnou (*Pinus flexilis* E. James), jedlí plstnatoplodou subsp. *arizonica* (*Abies lasiocarpa* subsp. *arizonica* /Merriam/ A.E. Murray), j. ojíněnou, smrkem pichlavým (*Picea pungens* Engelm.), s. Engelmannovým a různými druhy topolů (HERMANN, LAVENDER 1990; FARJON 2010).

Mexický výskyt douglasky tisolisté doprovází cypřiš mexický (*Cupressus lusitanica* Mill.) a některé druhy jedlí (MEJORADA, HUGUET 1961 ex HOFMAN 1964).

Z dosavadních výsledků výzkumu vyplynul poznatek o vhodnosti vysazovat tento severoamerický taxon ve směsích s domácími dřevinami (HOFMAN 1964; PODRÁZSKÝ et al. 2014), přičemž jeho podíl na cílové druhové skladbě by neměl překročit 20 %. Z tuzemského sortimentu jsou podle jednotlivých cílových hospodářských souborů velmi často doporučovány zejména smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ H. Karst.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a dub letní (*Quercus robur* L.) (NOVÁK et al. 2018).

### 3.3.4 Škodliví činitelé

Nejen v Severní Americe, ale i v Evropě a u nás, je douglaska tisolistá v průběhu svého života vystavena četným abiotickým i biotickým vlivům působícím na její zdravotní stav a růstové vlastnosti.

Bez výraznějšího poškození snáší teploty klesající až k  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ , avšak odolnost zelené variety z mírného humidního klimatu k zimním mrazům je obecně nižší než u douglasek rostoucích v drsnějších podmínkách vnitrozemí (HOFMAN 1964).

V pobřežní oblasti jsou douglasky často vyvraceny větry následujícími po déletrvajících deštích. Při prudkých sněhových a ledových bouřích, které se periodicky opakují, dochází v hustých mladých porostech ke korunovým zlomům (HERMANN, LAVENDER 1990).

Velkým nebezpečím jsou i požáry ničící porosty bez ohledu na věk. Staré stromy jsou díky silné borce hlavních kořenů a bazálních částí kmenů odolnější k podzemním požárům než jiné dřeviny. Další výhodou je i schopnost tvorby adventivních kořenů (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007).

V podmínkách ČR jsou provenience douglasky z tichomořského pobřeží náchylné k fyziologickému vysychání a vytranspirování, neboť v době, kdy je půda promrzlá a neumožňuje příjem vody, neumějí omezit její výdej jehlicemi (HOFMAN 1964; MUSIL, HAMERNÍK 2007). Trpí zde rovněž pozdními mrazy, které nejvíce poškozují semenáčky a sazenice, dospělé stromy pak o něco méně (HOFMAN 1964).

Douglaska tisolistá je hostitelem celé řady houbových patogenů, z nichž pouze některé způsobují výraznější škody (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013). Ve školkách to jsou zejména zástupci rodů *Pythium* Pringsh. 1858, *Rhizoctonia* DC. 1815, *Phytophthora* de Bary 1876, *Fusarium* Link 1809 a *Botrytis* P. Micheli ex Pers. 1794, z nichž část se vyskytuje i v našich podmínkách. Mladé výsadby poškozují *Rhizina undulata* Fr. 1815 způsobující hnilobu kořenů, což je společné i druhům *Phellinus weirii* (Murrill) Gilb. 1974 a *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. 1871, které významně ohrožují mladé porosty douglasky západně od Kaskádového pohoří (HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013). Na území areálu přirozeného rozšíření je nejvýznamnějším houbovým patogenem lignivorní *Phellinus pini* (Brot.) Pilát 1941, který je původcem hniloby jádrového dřeva. Důležité jsou i celulózovorní druhy *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev & Singer 1941, *Fomitopsis cajanderi* (P. Karst.) Kotl. & Pouzar 1957 a *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. 1900 zapříčiňující vznik hnědé hniloby. Na jihozápadě areálu se vedle *Fomitopsis cajanderi* (P. Karst.) Kotl. & Pouzar 1957 vyskytuje ještě *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. 1881 a *Echinodontium*

*tinctorium* (Ellis & Everh.) Ellis & Everh. 1900 (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013).

Jehličí douglasky tisolisté je často napadáno sypavkami rodu *Rhabdocline* Syd. 1922 a *Phaeocryptopus* Naumov 1915, které se vyskytují a škodí i na území ČR (např. LUBOJACKÝ et al. 2018; SAMEK et al. 2019). Druh *Rhabdocline pseudotsugae* Syd. 1922 ohrožuje především mladší porosty a výrazně nebezpečným se stává v době rašení nového jehličí po dlouhotrvajících deštích (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013). Druhým zástupcem je *Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr. 1938, který ve srovnání s prvně jmenovaným patogenem nedosahuje takové škodlivosti (HOFMAN 1964). Významným druhem napadajícím douglasku tisolistou je poloparazitické jmelí *Arceuthobium douglasii* Engelm., které se vyskytuje po celém areálu přirozeného rozšíření (HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; PRACIAK et al. 2013).

Z hmyzích druhů poškozujících asimilační aparát douglasky mají největší význam motýli *Orgyia pseudotsugata* (McDunnough, 1921) a *Choristoneura fumiferana* (Clemens, 1865). Ve vnitrozemí domovského areálu napadají stromy různého stáří v periodických intervalech, což má za následek silnou defoliaci napadených jedinců. Sáním na jehličí škodí korovnice *Gilletteella cooleyi* (Gillette, 1907), která byla zavlečena i na evropské území (HOFMAN 1964; MUSIL, HAMERNÍK 2007). Staré porosty pak výrazně poškozují lýkohub *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, 1905 patřící mezi kůrovce (HERMAN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013). Úrodu semen v teplejších a sušších oblastech ničí žírem uvnitř dozrávajících šišek housenky motýlů *Barbara colfaxiana* (Kearfott, 1907) a *Dioryctria abietivorella* (Grote, 1878). Bejломorky *Contarinia oregonensis* Foote, 1956 a *Contarinia washingtonensis* Johnson, 1963, jejichž výskyt je vázán spíše na vlhčí lokality, se rovněž podílejí na nižší úrodě semen, a to tvorbou hálek zabraňujících otevírání zralých šišek. Uvnitř semen se vyvíjí krásenka *Megastigmus spermatrophus* Wachtl 1893, druh zcela běžný i na území Evropy, jehož napadení není do doby opuštění semene vylíhlým dospělcem zřejmé (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006; PRACIAK et al. 2013). Semenáčky ve školcích atakují *Otiorhynchus ovatus* (Linnaeus, 1758) a *Chrysoteuchia topiaria* (Zeller, 1866) a významně je poškozují (HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013).

V tuzemských podmínkách představuje dle NAKLÁDALA a TURČÁNIHO (2006) ve svých gradačních oblastech velkou hrozbu bekyně mniška (*Lymantria monacha* /Linnaeus, 1758/). Obavy vzbuzuje i klikoroh borový (*Hylobius abietis* /Linnaeus, 1758/), který může způsobit rozsáhlé škody na sazenicích a mladých stromcích (NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006; LUBOJACKÝ et al. 2018). Zavlečená krásenka *Megastigmus spermatrophus*, které svědčí teplé a suché počasí (HOFMAN 1964), by mohla v budoucnu výrazněji ovlivnit produkci semen. Vyloučit nelze ani introdukci dalších hmyzích škůdců ze Severní Ameriky, jakými jsou již zmiňovaní motýli *Orgyia pseudotsugata* a *Choristoneura fumiferana*, resp. lýkohub *Dendroctonus pseudotsugae* (NAKLÁDAL, TURČÁNI 2006). Ačkoliv žádný z domácích druhů kůrovců douglasku tisolistou primárně nenapadá, ukazuje se, že lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* /Linnaeus, 1761/) je pro introdukovaný taxon nejvýznamnějším podkorním škůdcem, a to na základě údajů z literatury (např. HOFMAN 1964) a provedených terénních pokusů a šetření (LUBOJACKÝ 2018; LUBOJACKÝ et al. 2018). Vedle obou druhů sypavek je pro tuzemskou douglasku nebezpečná i dřevokazná václavka smrková (*Armillaria ostoyae* /Romagn./ Herink 1973) způsobující kořenovou hnilobu (LUBOJACKÝ et al. 2018).

### 3.4 Produkce a využití

Ve světě i v tuzemsku je douglaska tisolistá považována za jednu z nejvýznamnějších hospodářských dřevin s nadprůměrným produkčním potenciálem (PODRÁZSKÝ et al. 2013, 2014). Průměrný roční přírůst zelené variety douglasky ve věku 50 let se v neobhospodařovaných porostech domácího areálu pohybuje v rozmezí 4–14 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, což odpovídá zásobě 200–700 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (MCARDLE et al. 1961). Ačkoliv jsou informace o výnosech intenzivně obhospodařovaných porostů stále omezené, je pravděpodobné, že by se uvedený přírůst mohl na chudých lokalitách pohybovat okolo 7 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> a na nejkvalitnějších stanovištích i více než 28 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, s dobou obmýti mezi 50 až 80 lety. Tomu odpovídá zásoba 350–1 400 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, resp. 560–2 240 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (HERMANN, LAVENDER 1990; PRACIAK et al. 2013). Ve východním Washingtonu a Oregonu, kam zasahuje vnitrozemská varieta douglasky, se celková

zásoba porostů ve věku 50 let pohybuje v závislosti na stanovišti od 311 do 1 523 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (COCHRAN 1979).

V Evropě může douglaska ve 40 letech na vhodných stanovištích dosahovat výšky až 30 m a objemová produkce se pohybuje mezi 600–800 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, což představuje průměrný roční přírůst 15–20 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (BASTIEN et al. 2013).

Produkcí douglasky tisolisté na území České republiky se zabývala řada autorů. V pracích ŠIKY a VINŠE (1980) a ŠIKY (1983) jsou publikovány výsledky o zásobě hroubí zelené variety vycházející z dat zjišťovaných na různých lokalitách po celé České republice. V porostech ve věku kolem 90 let se zásoba pohybovala od 460 do 900 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, resp. od 360 do 800 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> v porostech kolem 75 let věku. Podobné údaje zjistili i KUBEČEK et al. (2014) a PODRÁZSKÝ et al. (2014) pro oblast východní části středních Čech (Kostelec nad Černými lesy), kde porostní zásoba douglasky ve věku 100 let dosahovala na vodou ovlivněných stanovištích 894 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>, na kyselých stanovištích 699 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> a na svěžích a bohatých stanovištích 769 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (KUBEČEK et al. 2014; PODRÁZSKÝ et al. 2014). V jižních Čechách, kde jsou hodnocena potomstva pobřežní variety douglasky rostoucí na souboru lesních typů 3K, se jako nejproduktivnější ukázala provenience 1013 Revelstoke, jejíž porostní zásoba již ve 44 letech dosahovala 858 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (KŠÍR et al. 2015).

Hlavním důvodem pěstování douglasky je středně trvanlivé dřevo s objemovou hmotností 0,510 g · cm<sup>-3</sup> (HOFMAN 1964; ZEIDLER et al. 2010). Barva bělí je nažloutlá až narůžovělá a u jádra se setkáváme se světlehnědým až červenohnědým zbarvením. Typickým znakem je vysoký podíl letního dřeva (ZEIDLER et al. 2010). Dřevo douglasky dosahuje vysoké pevnosti v ohybu, nicméně jeho tvrdost je v porovnání s některými našimi domácími druhy jehličnanů nižší (REMEŠ, ZEIDLER 2014). Je snadno štípatelné, takže nachází uplatnění zejména při výrobě dých a pilařských výrobků. Hojně je využíváno i ve stavebnictví jako konstrukční řezivo v interiérech a exteriérech (HOFMAN 1964; FARJON 2010). Určitou nevýhodou je jeho horší obrábění, kdy při zpracování tzv. „chlupatí“ (HOFMAN 1964).

Vedle vysoké produkce a dobrých vlastností dřeva má douglaska tisolistá i příznivé účinky na půdní prostředí, které zpevňuje a zároveň svým rychle se rozkládajícím opadem zlepšuje. Právem je tak považována za meliorační a zpevňující

dřevinu (Podrázský et al. 2001, 2009a, 2009b, 2010, 2014; Podrázský, REMEŠ 2008; KUPKA et al. 2013; ULBRICHOVÁ et al. 2014; PODRÁZSKÝ, KUPKA 2018; MONDEK, BALÁŠ 2019).

Pro svůj dekorativní vzhled je velice oblíbeným druhem v sadovnictví a v oblasti původu je často využívána jako vánoční stromek (HOFMAN 1964; HERMANN, LAVENDER 1990; MUSIL, HAMERNÍK 2007; FARJON 2010; PRACIAK et al. 2013).

### 3.5 Provenienční výzkum douglasky

Předpokladem úspěšné introdukce určitého cizokrajného druhu je výběr vhodných lokalit v rámci areálu přirozeného rozšíření, které svými ekologickými charakteristikami co nejlépe odpovídají podmínkám míst, ve kterých má být daný taxon pěstován (ŠIKA 1981). Za tímto účelem jsou zakládány provenienční pokusy, jejichž význam spočívá v testování potomstev importovaného druhu na nových stanovištích ve srovnatelných podmínkách ověřovacích výsadeb. Výstupem těchto pokusů by měly být poznatky nejen o geografické proměnlivosti druhu, ale i o evolučních trendech závislých na podmínkách prostředí. Získané informace mj. slouží k výběru proveniencí, které se v nových podmínkách nejlépe osvědčí, stanovení hranic a směrů možných přenosů reprodukčního materiálu nebo pro získávání materiálu k dalšímu šlechtění (PAULE 1992). Nověji lze k daným účelům využívat i údaje získané na základě molekulárně-genetických analýz.

Jak již bylo uvedeno, douglaska tisolistá se jako druh dělí na dvě variety, a to pobřežní zelenou a vnitrozemskou modrou. Někteří dendrologové však vylišují ještě přechodnou „šedou“ *P. m. var. caesia*, která se nicméně z hlediska klimatických podmínek a fyziologických vlastností blíží více k modré varietě (HOFMAN 1964). Rozdíly mezi oběma hlavními taxonomickými kategoriemi jsou morfologické i fyziologické (FROTHINGHAM 1909). Pouze morfologické znaky ale vzhledem k vysoké proměnlivosti druhu v rámci rozsáhlého přirozeného areálu spolehlivou determinaci neumožňují (HOFMAN 1964; ŠIKA, HEGER 1973), a proto bylo u zásilek osiva směřujících do Evropy požadováno přesné označení původu, což však začalo být naplňováno až od konce 50. let 20. století.



Vhodné podmínky pro introdukci douglasky vymezil již HOFMAN (1964), který shrnul soudobé výsledky domácího i zahraničního provenienčního výzkumu. První pokusy s douglaskou byly v Rakousku-Uhersku lesnickým výzkumným ústavem v Mariabrunnu zakládány již v 80. letech 19. století, avšak souvislý výzkum byl zahájen až na počátku 20. století (NOŽIČKA 1962; HOFMAN 1964). V souladu s výsledky evropských experimentů byly pro naše podmínky vybírány zásadně provenience ze středních nebo vyšších poloh (do 700–800 m n. m.) původem z Washingtonu a jihu vnitrozemské části Britské Kolumbie, jiné jen velmi zřídka a zpravidla jen v dobách, kdy byla v osvědčených oblastech neúroda semen (HOFMAN 1964). Ze statistik vyplývá (ŠIKA, HEGER 1973), že k nám bylo v období 1947–1970 dovezeno osivo zelené variety, především z Washingtonu (21 621 kg, zejména provenience Enumclaw a Granite Falls), Britské Kolumbie (8 371 kg, zejména Salmon Arm a Shuswap Lake) a Oregonu (1 189 kg, většinou neznámé provenience). V letech 2009–2014 pak bylo do České republiky dovezeno 208 kg osiva z Kanady, 77 kg z USA a 51 kg z EU (CAFOUREK 2014).

K obnově douglasky jsou vhodné i semenáčky a sazenice domácího původu, které většinou prokazují rychlý růst a vyšší či alespoň srovnatelnou odolnost s nejlepšími cizími proveniencemi (HOFMAN 1964). K roku 2014 bylo v našich lesích registrováno 194,93 ha uznaných porostů douglasky fenotypových tříd A (44,03 ha) a B (125,80 ha). Domácí zdroje již adaptovaných porostů jsou omezené, neboť úrody kvalitních semen jsou ve střední Evropě nepravidelné a sběr šišek z vysokých stromů je technicky náročný (ZAVADIL 1974; ŠIKA 1981). Produkované osivo má nízkou klíčivost a navíc bývá často poškozeno krásenkou douglaskovou. Lesní hospodářství ČR je tak v případě douglasky stále odkázáno na dovoz semen ze zahraničí, především z oblastí přirozeného výskytu (CAFOUREK 2014).

Od konce 50. let minulého století až do současnosti bylo v ČR pod gescí VÚLHM založeno celkem 5 sérií provenienčních pokusů (např. ŠIKA, HEGER 1972; ŠIKA 1982; BERAN 2014, 2018). Jejich hodnocením byla získána řada poznatků o vhodném původu reprodukčního materiálu douglasky pro naše podmínky. Výsledky shrnul v nedávné době BERAN (2014, 2018). Za posledních dvacet let však byla bohužel publikována pouze hodnocení tří provenienčních ploch – Písek, Hůrky (KŠÍR et al. 2015; SAMEK et al. 2019), resp. Horní Lhota a Studená Loučka (BERAN et al. 2019). Hlavní závěry, které vplynuly z hodnocení domácích provenienčních pokusů, se s přihlédnutím

k výsledkům ze zahraničí a provozním poznatkům (např. CAFOUREK 2014) staly základem návrhu změn pravidel přenosu reprodukčního materiálu douglasky z USA a Kanady (BERAN et al. 2016), který byl prostřednictvím metodické informace (Ministerstvo zemědělství 2016) ustanoven jako závazný. Dokument specifikuje doporučené oblasti původu reprodukčního materiálu douglasky z Washingtonu a Oregonu (USA), resp. z Britské Kolumbie (Kanada) a lesní vegetační stupně, v nichž může být dovezený materiál v ČR využit.

## 4. Metodika

### 4.1 Charakteristika výzkumných ploch

#### 4.1.1 Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b

Obě výzkumné plochy (obr. 5), patřící do série tří ploch zakládaných v letech 1962, 1968 až 1983, jsou lokalizovány v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina v porostní skupině 7B5, která je součástí lesního hospodářského celku Lesy Jíloviště. Terén tvoří svah se severozápadní expozicí ve výšce 335 m n. m. Plochy byly založeny v letech 1962 (262a) a 1968 (262b) v rámci tehdejší Správy pokusných lesnických objektů VÚLHM. V současné době je již vlastníkem rodina Bartoňů z Dobenína. Lesní typ<sup>2</sup> je 3K3 (kyselá dubová bučina biková) s kyselou, středně hlubokou, čerstvou až vysychavou půdou. Poloha středu porostní skupiny situované uvnitř lesního komplexu zahrnujícího obě plochy je určena zeměpisnými koordinátami 49° 56' 35" s. š. a 14° 21' 28" v. d.

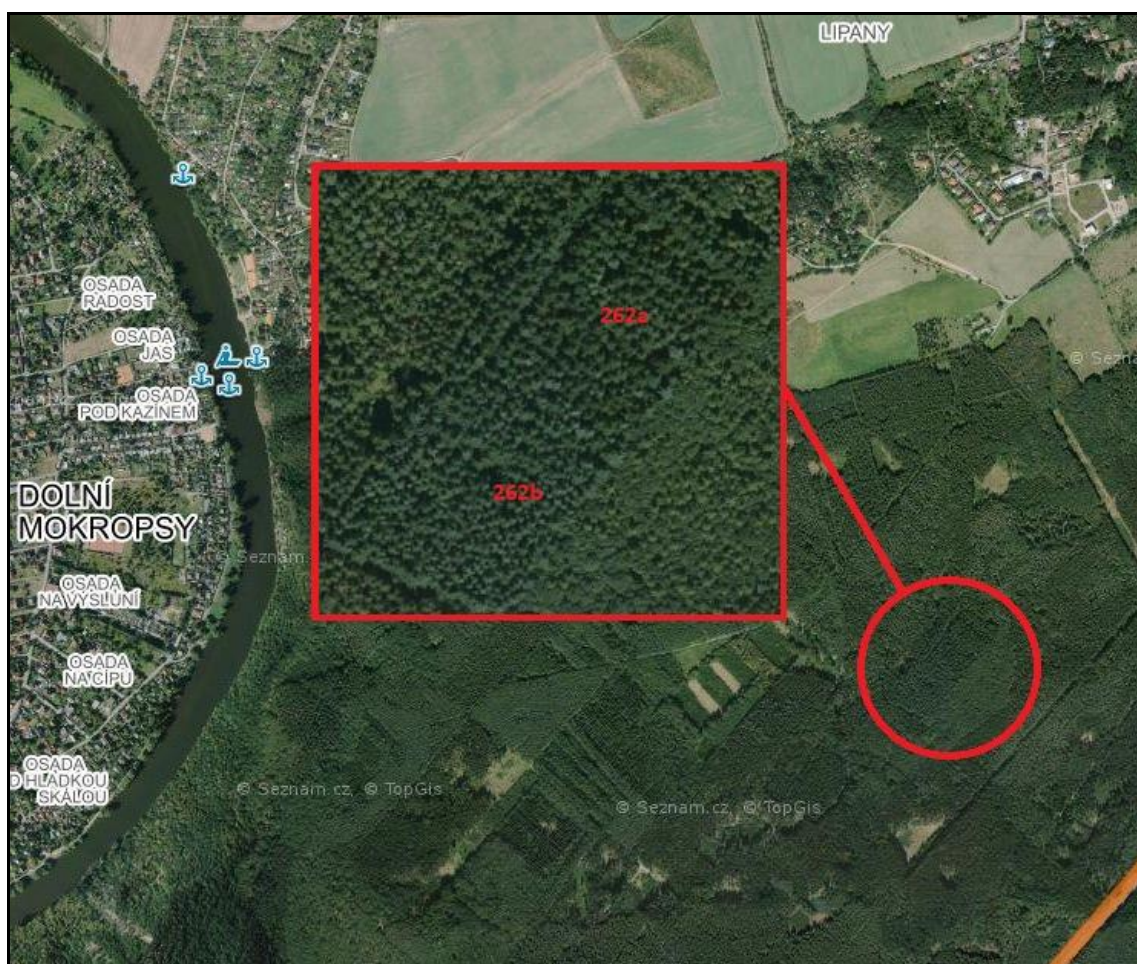
Dle ZAVADILA (1964) probíhalo v ČR vyhledávání vysoce produktivních a dobře rostoucích výběrových stromů douglasky, které jsou ověřovány na obou zájmových plochách, v porostech starších 50 let. Představují nejlepší šlechtitelský materiál, s nímž bylo uvažováno především pro zakládání semenných sadů. Z ca 440 v té době známých jich bylo prohlédnuto více než 80 %. Při výběru byla používána přísná kritéria, takže uznáno bylo nakonec jen 82 stromů (charakteristiky viz ZAVADIL 1964), které však představovaly nejkvalitnější fenotypy v ČR. Neznáme sice jejich přesný původ v Americe, ale téměř jistě jde o zelenou varietu. Kromě požadavku na zdravotní stav a tvárnost se vycházelo ze srovnání s porostní výškou a střední výčetní tloušťkou, avšak zejména z individuálního srovnání s ostatními jedinci (z výběru vyloučeny stromy s vysokou produkcí, ale tvarově nevhodné – sbíhavý kmen, tlusté větve, silný kořenový náběh, hluboce rozpraskaná kůra aj.).

Obě výzkumné plochy byly založeny z důvodu zjišťování odolnosti mladých generativních potomstev douglasky vůči extrémním projevům klimatu, zejména

---

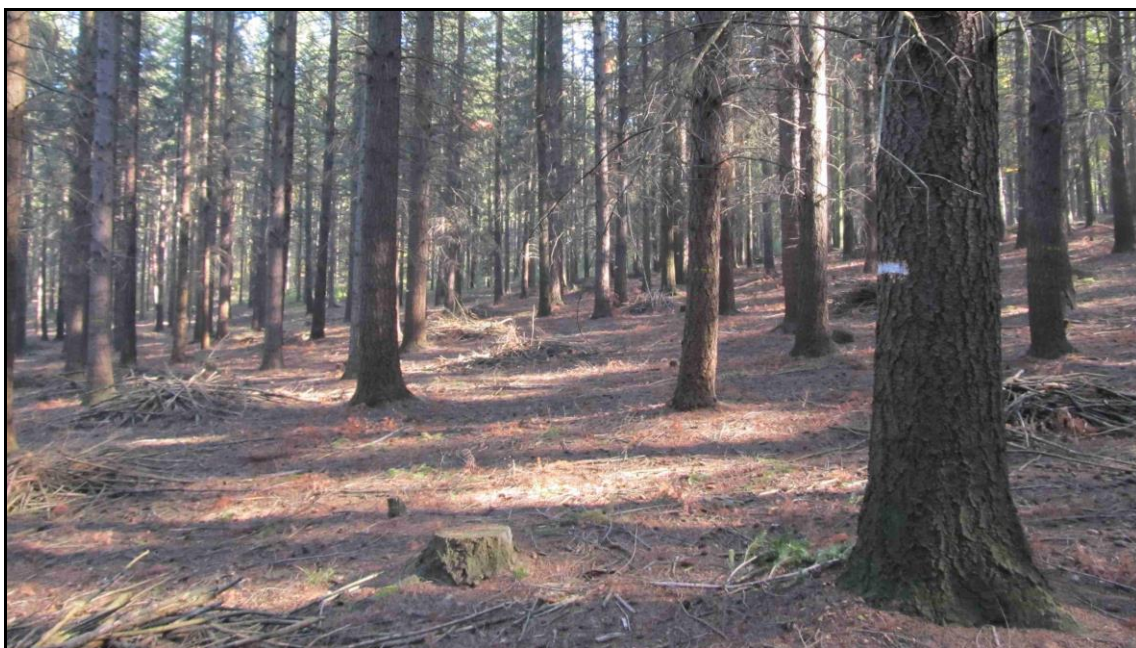
<sup>2</sup> Lesní typy jsou v diplomové práci uváděny ve starším systému, který byl nahrazen teprve v roce 2018 (vyhláška č. 298/2018 Sb.) a není ještě běžně zaužíván.

náchylnosti k zimnímu vytranspirování. Mezi další důvody patřilo i sledování růstových vlastností v mladším věku. Počet sazenic, kterými byly obě plochy založeny, v průběhu času postupně klesal nejen z důvodu přirozené mortalitě, ale i výchovných zásahů. V rámci prořezávek a probírek bylo na ploše č. 262a v letech 1973 až 1987 odstraněno 1 089 jedinců a na ploše č. 262b v letech 1982 až 1988 celkem 364 jedinců (ŠIKA 1990).



Obr. 5. Znázornění polohy (červený kroužek) provenienčních výzkumných ploch č. 262a a 262b – Jíloviště-Cukrák, červeně orámován detail výřezu (zdroj: Mapy.cz)

Na ploše č. 262a – Jíloviště-Cukrák (obr. 6) s výměrou 0,45 ha a rozměry 60 × 75 m je v různém počtu opakování testováno celkem 20 potomstev jednotlivých stromů pocházejících z několika oblastí České republiky, jejichž stručná charakteristika je uvedena v tabulce 1.



Obr. 6. Pohled do interiéru výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 262a – Jíloviště-Cukrák (J. Tomec, 13. 10. 2018)

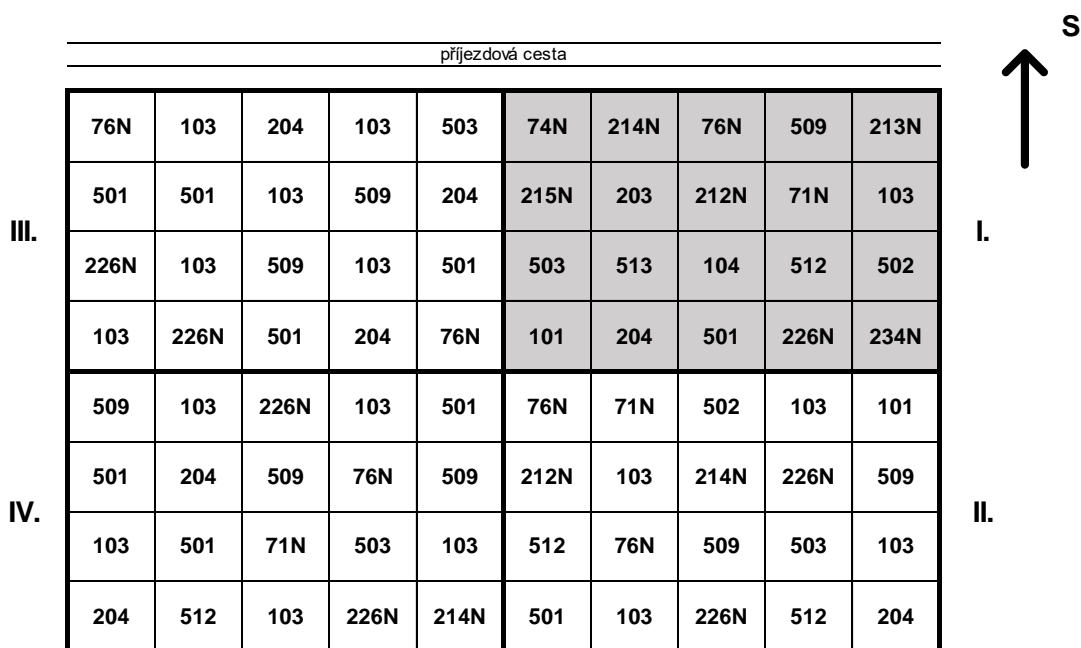
Tab. 1. Základní informace o potomstvech testovaných na výzkumné ploše č. 262a – Jíloviště-Cukrák (zdroj: ZAVADIL 1974)

| <b>Číslo<br/>potomstva</b> | <b>Název<br/>(bývalý lesní závod a polesí)</b> | <b>Nadmořská výška<br/>(m n. m.)</b> | <b>Počet<br/>opakování</b> |
|----------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------|
| 101                        | Příbram, Hluboš                                | 480                                  | 2                          |
| 103                        | Příbram, Hluboš                                | 480                                  | 16                         |
| 104                        | Příbram, Hluboš                                | 480                                  | 1                          |
| 203                        | Písek, Nové Sedlo                              | 560                                  | 1                          |
| 204                        | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 7                          |
| 71N                        | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 3                          |
| 74N                        | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 1                          |
| 76N                        | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 6                          |
| 226N                       | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 7                          |
| 234N                       | Písek, Nové Sedlo                              | 550                                  | 1                          |
| 501                        | Opočno, Bolehošť                               | 390                                  | 8                          |
| 502                        | Opočno, Bolehošť                               | 360                                  | 2                          |
| 503                        | Opočno, Bolehošť                               | 330                                  | 4                          |
| 509                        | Opočno, Bolehošť                               | 330                                  | 9                          |

|      |                               |     |   |
|------|-------------------------------|-----|---|
| 212N | Opočno, Bolehošť              | 330 | 2 |
| 512  | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 470 | 4 |
| 513  | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 470 | 1 |
| 213N | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 470 | 1 |
| 214N | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 470 | 3 |
| 215N | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 470 | 1 |

N = strom byl vypuštěn z původního návrhu, tj. nebyl uznán jako výběrový

Plocha je organizována do čtyř dílců, kdy pouze v prvním z nich (na obrázku 7 šedě podbarven) byla vysazena všechna potomstva. V každém dílci se nachází 20 parcel o rozměrech 7,5 × 7,5 m. Ve sponu 1,5 × 1,5 m bylo na parcely vysazeno vždy 25 jedinců. Celkově bylo na výzkumné ploše vysazeno 2 000 ks sazenic. Bližší informace o založení plochy uvádí ZAVADIL (1974).



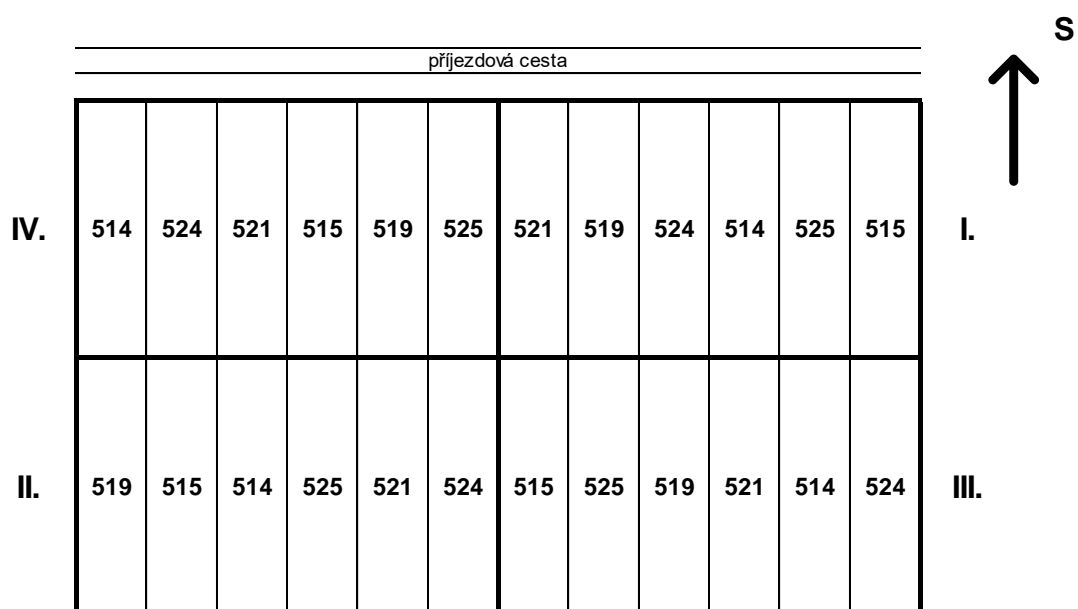
Obr. 7. Schéma založení výzkumné plochy č. 262a – Jíloviště-Cukrák (I. dílec s kompletní sadou experimentálního materiálu podbarven šedě)

Informace o způsobu založení plochy č. 262b – Jíloviště-Cukrák (obr. 8) podává ve své práci ŠIKA (1990). Na výzkumné ploše s výměrou 0,13 ha a rozměry 36 × 36 m je ve čtyřech opakováních (obr. 9) testováno celkem 6 potomstev jednotlivých stromů

pocházejících ze tří lokalit ve východních Čechách, jejichž stručná charakteristika je uvedena v tabulce 2.



Obr. 8. Pohled do interiéru výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 262b – Jíloviště-Cukrák (J. Tomec, 14. 10. 2018)



Obr. 9. Schéma založení výzkumné plochy č. 262b – Jíloviště-Cukrák

Tab. 2. Základní informace o potomstvech testovaných na výzkumné ploše č. 262b – Jíloviště-Cukrák (zdroj: ŠIKA 1990)

| <b>Číslo<br/>potomstva</b> | <b>Název<br/>(bývalý lesní závod a polesí)</b> | <b>Nadmořská výška<br/>(m n. m.)</b> |
|----------------------------|--|--------------------------------------|
| 514                        | Harrachov, Jesenný                             | 430                                  |
| 515                        | Harrachov, Jesenný                             | 430                                  |
| 519                        | Hořice, Střeleč                                | 300                                  |
| 521                        | Hořice, Jesenný                                | 380                                  |
| 524                        | Hořice, Jesenný                                | 380                                  |
| 525                        | Hořice, Jesenný                                | 380                                  |

N = strom byl vypuštěn z původního návrhu, tj. nebyl uznán jako výběrový

Parcely obdélníkového tvaru mají rozměry 3 × 18 m. Ve sponu 1,5 × 1,5 m bylo na každou z nich vysazeno 24 ks sazenic, tj. celkem 576 ks.

Pro teoretickou možnost provedení pokusu o zjištění severoamerického původu ověřovaných potomstev stromů byly na jaře 2019 na obou plochách z vybraných jedinců reprezentujících každou ze zdrojových lokalit v ČR sestřeleny ve spolupráci s vlastníkem vzorky rašících jehlic (tab. 3) pro účely pozdějšího provedení analýz DNA. Odebrané vzorky byly předány do laboratoře VÚLHM k provedení molekulárně-genetických analýz, jejichž vyhodnocení však již není předmětem této práce.

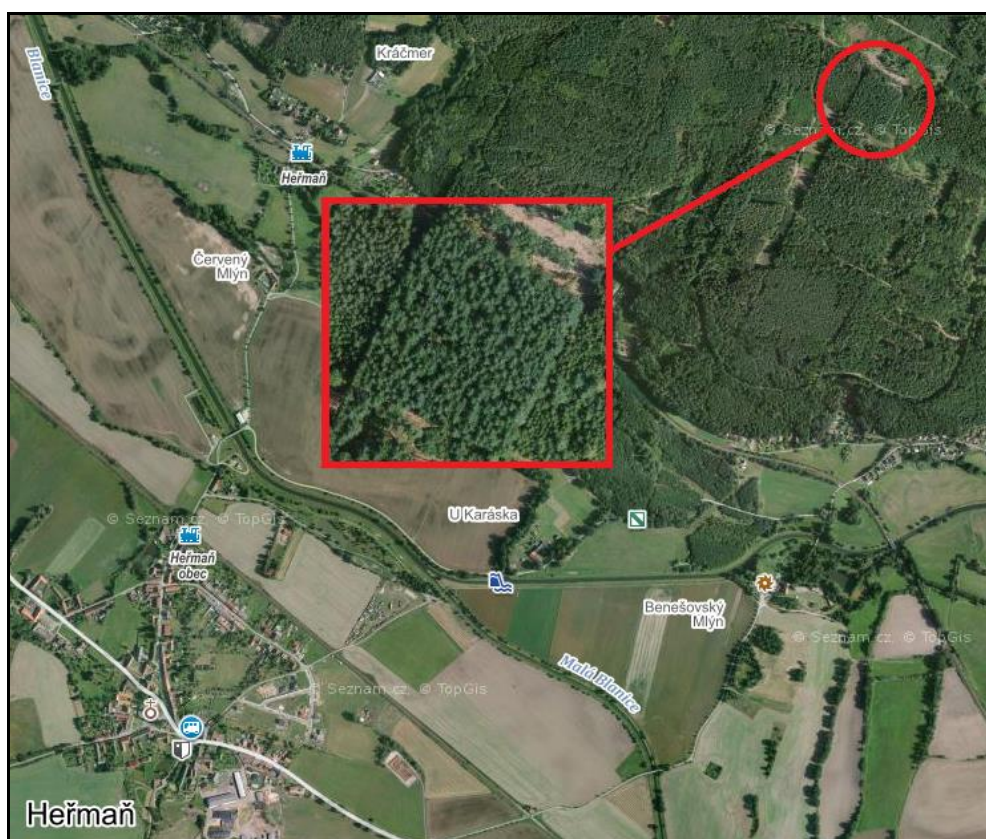
Tab. 3. Přehled odebraných vzorků potomstev ověřovaných na výzkumných plochách č. 262a a 262b pro analýzy DNA

| <b>Potomstvo</b> | <b>Plocha</b> | <b>Původ (lokality)</b>       | <b>Počet vzorků</b> |
|------------------|---------------|-------------------------------|---------------------|
| 103              | 262a          | Příbram, Hluboš               | 5                   |
| 204              | 262a          | Písek, Nové Sedlo             | 5                   |
| 214N             | 262a          | Lomnice nad Popelkou, Navarov | 5                   |
| 501              | 262a          | Opočno, Bolehošť              | 5                   |
| 519              | 262b          | Hořice, Střeleč               | 5                   |
| 521              | 262b          | Harrachov, Jesenný            | 5                   |



#### 4.1.2 Sponová výzkumná plocha č. 291

Výzkumnou plochu č. 291 – Písek, Hůrky (obr. 10), která je součástí tříčlenné série (tab. 4) založil VÚLHM na jaře 1975 na Školním polesí Hůrky, které spadalo pod Střední lesnickou školu v Písku. K její výsadbě byly použity 3leté sazenice (Páv 1985). V současné době je vlastníkem Jihočeský kraj a se svěřeným majetkem hospodaří Krajské školní hospodářství se sídlem v Českých Budějovicích. Poloha výzkumné plochy je určena zeměpisnými koordináty 49° 14' 44" s. š. a 14° 9' 28" v. d.



Obr. 10. Znárodnění polohy (červený kroužek) sponové výzkumné plochy č. 291 – Písek, Hůrky, červeně orámován detail výřezu (zdroj: Mapy.cz)

Hodnocená plocha má výměru 1 ha a je situována uvnitř lesního komplexu školního polesí ve 440 m n. m. v rovinatém terénu. Nachází se v přírodní lesní oblasti 15a – Českobudějovická pánev a v rámci typologického systému je řazena k lesnímu typu 3K3 (kyselá dubová bučina s bikou). Matečnou horninou je migmatit, půdním podkladem podzol, pouze v severní části výzkumné plochy kambizem.

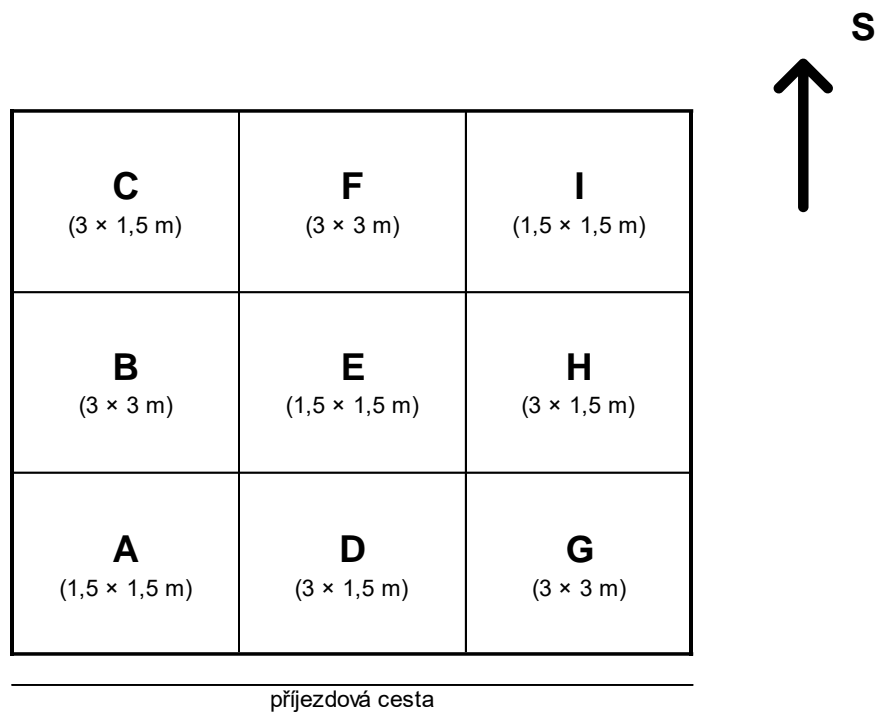
Tab. 4. Charakteristiky série sponových výzkumných ploch (zdroj: PÁV 1985)

| Výzkumná plocha                | Provenience a nadmořská výška                  | Věk sazenic | Dílec rozměry [m × m] | Výměra [m <sup>2</sup> ] | Spon [m × m]                          | Počet opakování |
|--------------------------------|--|-------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| <b>290 – Čížová</b>            | Salmon Arm, Britská Kolumbie (CA), 660 m n. m. | 3/1         | 25 × 40               | 1 000                    | 2,5 × 1,25<br>2,5 × 2,5               | 2<br>2          |
| <b>291 – Písek, Hůrky</b>      | Wind River, Washington (USA), 600 m n. m.      | 2/1         | 30 × 30               | 900                      | 1,5 × 1,5<br>3 × 1,5<br>3 × 3         | 3<br>3<br>3     |
| <b>292 – Kamenec (zrušena)</b> | Wind River, Washington (USA), 600 m n. m.      | 2/0         | 25 × 30               | 750                      | 1,6 × 1,55<br>2,5 × 1,25<br>2,5 × 2,5 | 2<br>3<br>3     |

Plocha byla založena za účelem sledování vlivu počáteční hustoty jedinců na produktivitu a stabilitu douglasky tisolisté. Rozdělena je do devíti čtverců s rozměry 33 × 33 m, ve kterých je hodnocena provenience Wind River původem z Washingtonu (USA) ze 600 m n. m. (obr. 11). Vysazeno bylo celkem 2 541 jedinců ve třech opakováních ve sponech 1,5 × 1,5 m, 3 × 1,5 m a 3 × 3 m (obr. 12). Ve čtvercích A, E, I bylo vždy vysazeno 484 sazenic (celkem 1 452 ks), ve čtvercích B, F, G 242 sazenic (celkem 726 ks) a ve čtvercích C, D, H 121 sazenic (celkem 363 ks).



Obr. 11. Zeměpisný původ provenience Wind River z Washingtonu (USA) testované na sponové ploše č. 291 – Písek, Hůrky (vlastní zpracování; mapový podklad: [www.naturalearthdata.com](http://www.naturalearthdata.com))



Obr. 12. Schéma založení sponové výzkumné plochy č. 291 – Písek, Hůrky

Do doby sběru dendrometrických dat v roce 2017 nebyl na ploše proveden žádný výchovný zásah s výjimkou průběžného odstraňování zlomů a souší (obr. 13).



Obr. 13. Pohled do interiéru sponové výzkumné plochy s douglaskou tisolistou č. 291 – Písek, Hůrky (J. Tomec, 9. 9. 2018)

## 4.2 Hodnocení výzkumných ploch

U všech rostoucích jedinců byly měřeny a vizuálně posuzovány vybrané kvantitativní a kvalitativní charakteristiky. Hodnocení provenienčních výzkumných ploch č. 262a a 262b proběhlo na podzim 2018 ve věku 59, resp. 54 let. Na ploše č. 262a bylo předmětem měření 172 stromů, na ploše č. 262b pak 76 stromů.

Hodnocení sponové výzkumné plochy č. 291 se uskutečnilo na podzim 2017 ve věku 46 let. Kromě posuzování kvantitativních a kvalitativních charakteristik byl v každém čtverci na jaře 2019 (věk 47 let) pokácen vzorník reprezentující střední kmen za účelem odběru kotoučů z deseti sekcí kmene, u nichž byl analyzován přírůst.

### 4.2.1 Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b

U obou výzkumných ploch byly výšky měřeny ultrazvukovým digitálním výškoměrem Vertex III (výrobce: Haglöf Sweden AB) s přesností na 0,1 m. K zjišťování výčetních tloušťek byla použita milimetrová průměrka Mantax Blue (výrobce: Haglöf Sweden AB) se stupnicí v rozsahu 0 až 80 cm. Měřeny byly vždy dva na sebe kolmé průměry ve výčetní výšce 1,3 m s přesností 0,1 cm. U každého stromu byl pak z obou získaných hodnot vypočten aritmetický průměr. Dále byl pro každý strom vypočten objem kmene s kůrou na základě údajů o výšce a výčetní tloušťce podle dvou objemových rovnic pro douglasku tisolistou (BERGEL 1971; PETRÁŠ, PAJTIK 1991). Z kvalitativních ukazatelů byly posuzovány níže uvedené znaky:

- **Tvárnost kmene**

- > **1** – kmen zcela rovný
- > **2** – kmen jednostranně mírně zakřivený
- > **3** – kmen vícenásobně mírně zakřivený
- > **4** – kmen jednostranně výrazně zakřivený
- > **5** – kmen vícenásobně výrazně zakřivený

- **Vitalita (olistění)**
  - > **1** – olistění z 80 až 100 %
  - > **2** – olistění z 60 až 80 %
  - > **3** – olistění ze 40 až 60 %
  - > **4** – olistění z 20 až 40 %
  - > **5** – olistění z 0 až 20 %
- **Průřez kmene**
  - > **1** – kmen s kruhovým průřezem
  - > **2** – kmen s elipsovitým průřezem
- **Struktura borky do 2 m výšky**
  - > **1** – borka hladká až mírně rozpraskaná
  - > **2** – borka středně rozpraskaná
  - > **3** – borka silně rozpraskaná až odlupčivá
- **Hustota a tloušťka větví**
  - > **1** – větve tenké (řídke zavětvení, vzdálenost mezi přesleny 0,8–1 m)
  - > **2** – větve tenké (husté zavětvení, vzdálenost mezi přesleny < 0,8 m)
  - > **3** – větve silné s tloušťkou > 3 cm (řídke zavětvení)
  - > **4** – větve silné s tloušťkou > 3 cm (husté zavětvení)
- **Čištění kmene do 4 m výšky**
  - > **1** – kmen čistý
  - > **2** – kmen zavětvený

#### 4.2.2 Sponová výzkumná plocha č. 291

Kvantitativní veličiny byly zjišťovány identickým postupem jako u provenienčních výzkumných ploch č. 262a a 262b na lokalitě Jíloviště-Cukrák.

Všechny rostoucí stromy jediné hodnocené provenience Wind River (USA, Washington) byly podrobeny vizuálnímu posouzení z hlediska kvality podle navržených klasifikačních stupnic:

- **Tvárnost kmene**

- > **1** – kmen zcela rovný
- > **2** – kmen jednostranně mírně zakřivený
- > **3** – kmen vícenásobně mírně zakřivený
- > **4** – kmen jednostranně výrazně zakřivený
- > **5** – kmen vícenásobně výrazně zakřivený

- **Vitalita (olistění)**

- > **1** – olistění z 80 až 100 %
- > **2** – olistění z 60 až 80 %
- > **3** – olistění ze 40 až 60 %
- > **4** – olistění z 20 až 40 %
- > **5** – olistění z 0 až 20 %

Dále byly zaznamenávány výskyty jevů, značených indexy:

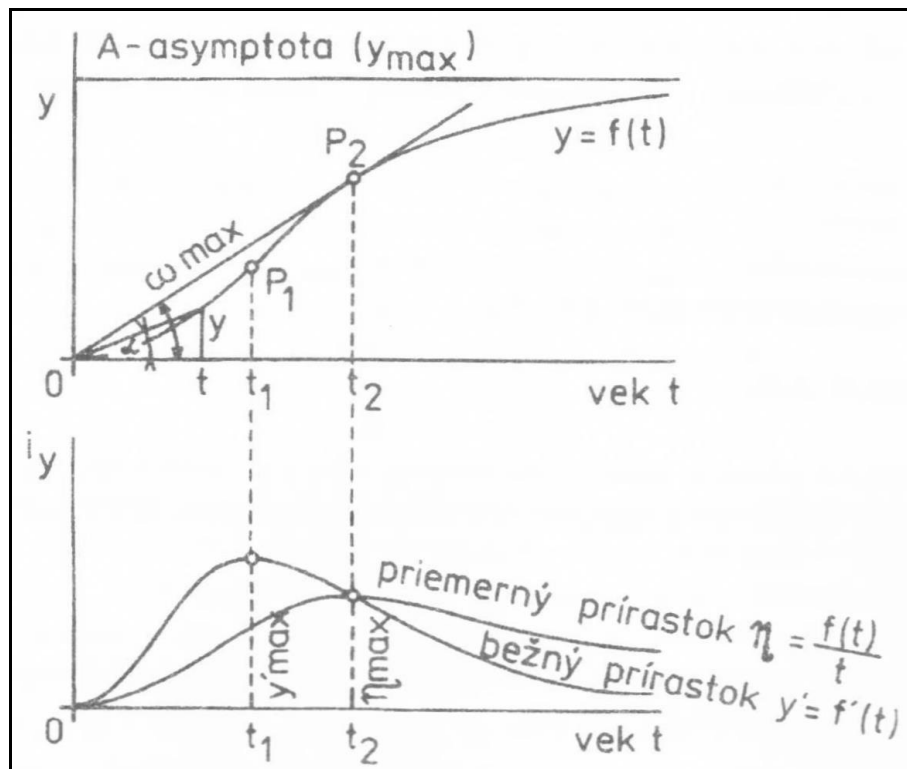
- > **b** – zakřivení v bazální části kmene (nehodnoceno u zcela rovného kmene)
- > **d** – rozdvojení kmene
- > **s** – stromy suché

Výběr vzorníků (tab. 5) pro stanovení ukazatelů přírůstu byl proveden postupem nalezení středního kmene na základě střední výčetní tloušťky vypočtené z průměrné výčetní kruhové základny, a to pro každou z devíti parcel plochy, přičemž byla snaha upřednostnit stromy úrovňové. Na kmenech určených vzorníků byl nejdříve vyznačen sever z důvodu eliminace možného vlivu zeměpisné orientace na tloušťkový přírůst. Pokácené a odvětvené vzorníky byly změřeny, jejich délka byla vydělena 10 (rozdělení kmenu na 10 stejných sekcí) a hranice sekcí na ležícím kmenu byly vyznačeny lesnickou křídou. V místech hranic deseti sekcí byly následně vyříznuty kotouče, na které byla křídou vždy naznačena původní orientace kmenu k severu. Další kotouče se odebraly ještě ve výčetní výšce 1,3 m a z báze kmene. Shromážděné kotouče byly nejdříve do hladka vybroušeny. Takto připravený materiál byl pomocí skeneru nasnímán v rozlišení 600 dpi.

Tab. 5. Přehled vzorníků odebraných na sponové ploše č. 291 – Písek, Hůrky

| Vzorník | Parcela | Spon [m]  | Věk [roky] | Výčetní tloušťka [cm] | Výška [m] |
|---------|---------|-----------|------------|-----------------------|-----------|
| 1       | A       | 1,5 × 1,5 | 47         | 23,6                  | 30,0      |
| 2       | B       | 3 × 3     | 47         | 30,7                  | 30,8      |
| 3       | C       | 3 × 1,5   | 47         | 22,7                  | 26,7      |
| 4       | D       | 3 × 1,5   | 47         | 27,0                  | 29,0      |
| 5       | E       | 1,5 × 1,5 | 47         | 24,3                  | 26,9      |
| 6       | F       | 3 × 3     | 47         | 28,4                  | 26,6      |
| 7       | G       | 3 × 3     | 47         | 30,0                  | 31,1      |
| 8       | H       | 3 × 1,5   | 47         | 26,9                  | 28,5      |
| 9       | I       | 1,5 × 1,5 | 47         | 23,5                  | 26,0      |

K určení tloušťkového přírůstu byl použit program Letokruhy ve verzi 2.3 (přesnost 0,06 mm), který byl v roce 2005 vyvinut na katedře hospodářské úpravy lesů Fakulty lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze (ZAHRAVNÍK 2005). Na každý odebraný kotouč byla nejprve promítnuta směrová růžice a v rámci každého směru byly následně měřeny šířky jednotlivých letokruhů. Získané hodnoty pak sloužily pro výpočet průměrné šířky letokruhů, tloušťky sekci a kruhové plochy.



Obr. 14. Vztah růstové křivky a přírůstových křivek (ŠMELKO 2007)

Na základě změřených dat ze všech vzorníků bylo možné sestavit průběhy tloušťkového přírůstu, přírůstu výčetní kruhové základny a objemového přírůstu. Ve spolupráci s VÚLHM, v. v. i. (dr. M. Fulín), byly tyto údaje vyrovnány pomocí Korfovy růstové funkce, přičemž pro odhad jejích parametrů byla použita metoda nelineárního odhadu v softwaru Statistica 13.1. Výsledkem tohoto vyrovnání je růstová křivka (horní polovina obrázku 14) a křivka běžného a průměrného ročního přírůstu (dolní polovina obrázku 14). Z jejich vzájemného vztahu je zřejmé, že kulminace běžného přírůstu nastává v době, kdy je na růstové křivce dosaženo inflexního bodu  $P_1$ . Doba vyvrcholení průměrného ročního přírůstu je podmíněna rovností hodnot u obou přírůstů, kde je tento okamžik na růstové křivce zachycen inflexním bodem  $P_2$ .

### **4.3 Statistické zpracování**

Statistické vyhodnocení všech dat bylo provedeno ve VÚLHM, v. v. i., s využitím programů MS Excel 2013 a NCSS 10.0.6.

#### **4.3.1 Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b**

Nejdříve byly z obou datových souborů odstraněny veškeré řádky s nulovými hodnotami. V případě výzkumné plochy č. 262a se jednalo o provenienci 226N v prvním dílci, jednu ze čtyř parcel s proveniencí 103 ve druhém dílci a jednu ze tří parcel provenience 509 ve třetím dílci. Do testu rovněž nevstupovala potomstva s nedostatečným počtem stromů pro vyhodnocení (potomstva 104 a 74N s jedním rostoucím jedincem a potomstvo 203 se dvěma rostoucími jedinci). U výzkumné plochy č. 262b bylo vyřazeno čtvrté opakování provenience 515. U obou souborů dat byla provedena průzkumová analýza a byly vypočteny základní statistické charakteristiky. Normalita dat nebyla potvrzena. Pro jednotlivá potomstva byly vypočteny mediány výšek, výčetních tloušťek a objemů kmene. K porovnání diferencí mezi testovanými potomstvy byla vypočtena Kruskalova-Wallisova jednofaktová analýza rozptylu ( $\alpha = 0,05$ ) pro výšku, výčetní tloušťku a objem kmene.



Ve snaze zhodnotit kvalitativní ukazatele bylo z důvodu nízkého počtu potomstev na ploše č. 262b a vzhledem k tomu, že u potomstev stromů zastoupených na obou výzkumných plochách není znám původ v rámci areálu přirozeného rozšíření a rozdílnost mezi nimi se analýzou variance nepodařilo jednoznačně prokázat, rozhodnuto sloučit shodně získaná data z obou výzkumných ploch dohromady a podrobit je vícerozměrné shlukové analýze (CLU). Na základě posouzení rozhodovacích kritérií byla jako nejvhodnější zvolena shlukovací metoda neváženého průměru skupin dvojic s využitím euklidovských vzdáleností.

Na základě stanovení podílu stromů testovaných potomstev v jednotlivých klasifikačních třídách kvalitativních ukazatelů bylo provedeno bodové ohodnocení. Dané podíly se poté násobily hodnotou 0,5 pro nejlepší kvalitativní třídu, 0,4 pro následující nižší atd. Takto přidělené body se nakonec sečetly, přičemž za nejkvalitnější potomstvo lze považovat takové, u něhož byla celková suma nejvyšší.

#### *4.3.2 Sponová výzkumná plocha č. 291*

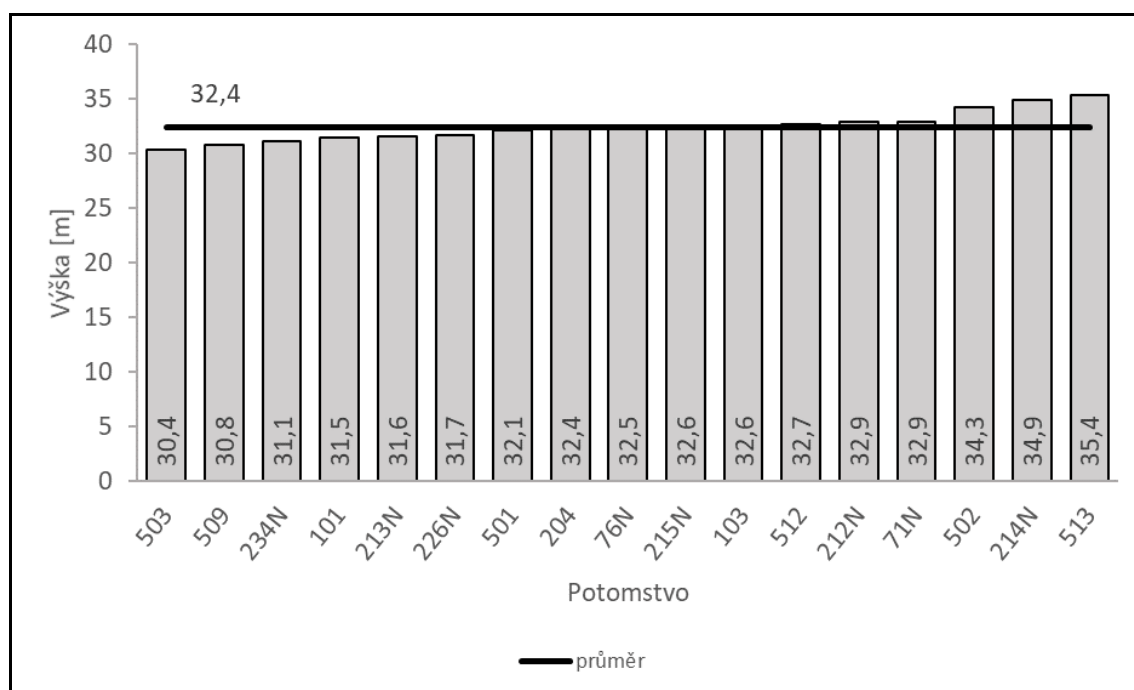
Pro naměřené hodnoty ověřovaných variant spony byla nejprve provedena exploratorní analýza, která určila některá data jako extrémní (tato data byla z dalších výpočtů vyloučena). Dále byly vypočteny základní statistické charakteristiky. Nebyla potvrzena normalita dat, a proto bylo k dalším výpočtům použito neparametrické testování. Pomocí Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu se porovnávaly rozdíly mezi třemi různými spony použitými při výsadbě, resp. mezi třemi různými hustotami porostu. Ve všech případech byla nulová hypotéza ( $\alpha = 0,05$ ) zamítnuta a pro zjištění, které spony se od sebe nejvíce odlišují, byl proveden Kruskalův-Wallisův test mnohonásobného porovnání (Dunnův test) na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Ke zhodnocení vlivu použitého sponu na ukazatele kvality byly pro každou jejich klasifikační třídu stanoveny procentní podíly stromů.

## 5. Výsledky

### 5.1 Ověřovací výzkumná plocha č. 262a

Mediány výšek potomstev testovaných na výzkumné ploše č. 262a zobrazuje graf 1. Medián všech výšek dosahuje 32,4 m, přičemž rozdíl mezi nejpomaleji a nejrychleji rostoucím potomstvem je ca 5 m. Nadprůměrné výšky byly zjištěny u potomstev 513 (35,4 m), 214N (34,9 m), 502 (34,3 m), 71N a 212N (shodně 32,9 m). Nejnižších výšek dosahují potomstva 503 (30,4 m) a 509 (30,8 m).



Graf 1. Mediány výšek jednotlivých potomstev

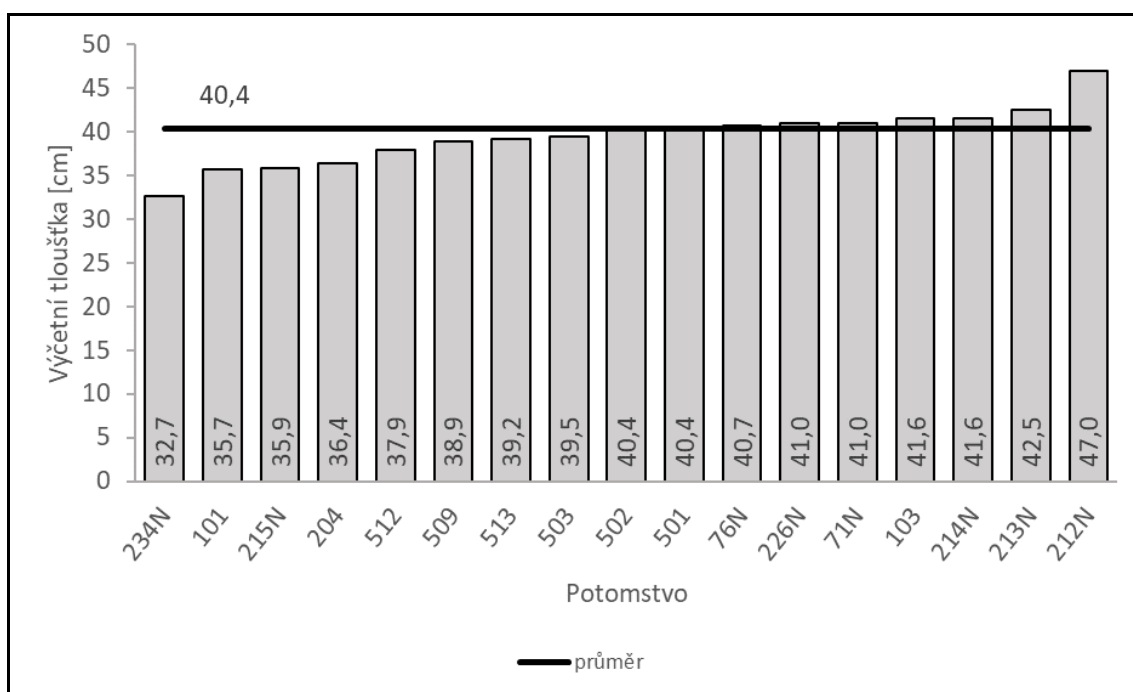
Kruskalova-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu neprokázala mezi potomstvy signifikantní rozdíly. Výsledky testu jsou prezentovány v tabulce 6.

Vzestupně řazené mediány výčetních tloušťek zobrazuje graf 2. Na rozdíl od výšek jsou rozdíly mezi výčetními tloušťkami výraznější. Z celého souboru testovaného materiálu byla největší střední výčetní tloušťka zjištěna u potomstva 221N (47,0 cm). Téměř o 5 cm menší, ale stále nadprůměrné hodnoty dosahovalo i potomstvo 213N (42,5 cm). S odstupem menším než 1 cm pak následovala potomstva 214N (41,6 cm) a 103 (41,6 cm). Mezi potomstva s nejmenší výčetní tloušťkou patří naopak 234N

(32,7 cm), 101 (35,7 cm), 215N (35,9 cm), 204 (36,4 cm) a 512 (37,9 cm). Ostatní se svými hodnotami pohybují okolo mediánu pro celou plochu, který činí 40,4 cm.

Tab. 6. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |  |
|---|-----------|------------------------|-------------------|--|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |  |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |  |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |  |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |  |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (<math>\alpha=0,05</math>)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 16        | 23,8736                | 0,09230           | No   |
| Corrected for Ties                      | 16        | 23,8844                | 0,09206           | No   |
| Number Sets of Ties                     | 47        |                        |                   |  |
| Multiplicity Factor                     | 2142      |                        |                   |  |



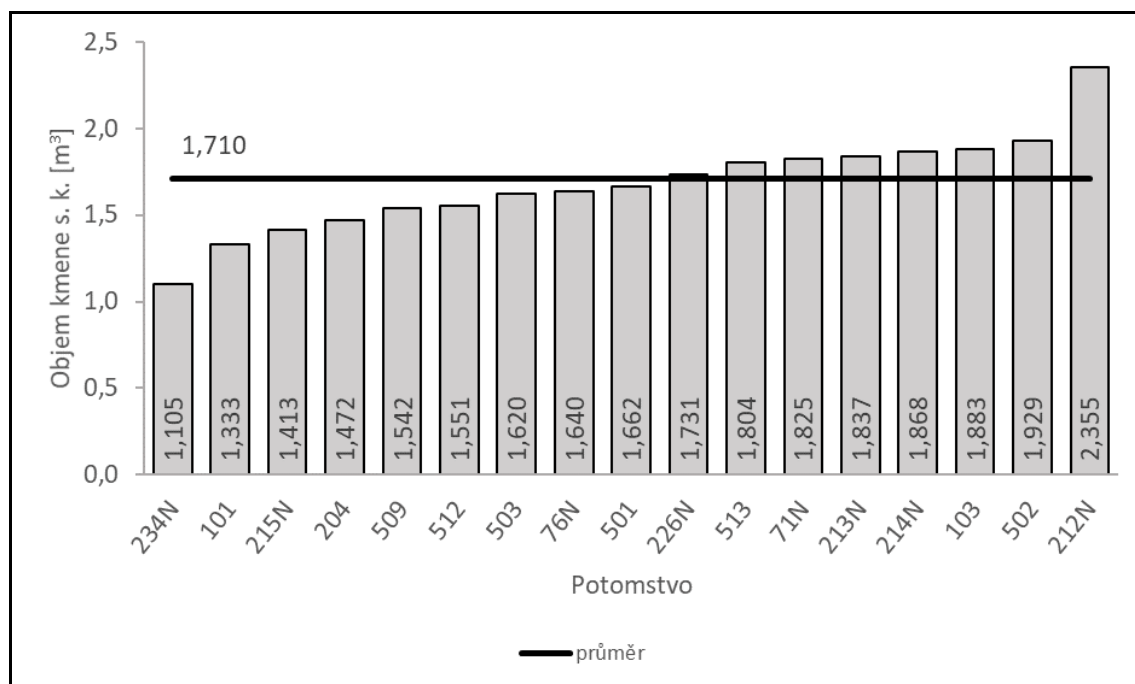
Graf. 2. Mediány výčetních tlouštěk jednotlivých potomstev

Tab. 7. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tlouštěk (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |  |
|---|-----------|------------------------|-------------------|--|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |  |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |  |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |  |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |  |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (<math>\alpha=0,05</math>)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 16        | 19,7869                | 0,22997           | No   |
| Corrected for Ties                      | 16        | 19,7876                | 0,22994           | No   |
| Number Sets of Ties                     | 20        |                        |                   |  |
| Multiplicity Factor                     | 156       |                        |                   |  |

Podobně jako u výšek neprokázala Kruskalova-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu signifikantní rozdíly mezi potomstvy ani u výčetních tloušťek (tab. 7).

Objemy kmene potomstev, jejichž mediány zobrazuje graf 3, jsou poměrně nevyrovnané. Mediánová hodnota plochy dosahovala hodnoty 1,710 m<sup>3</sup>. Výrazně nadprůměrným se ukázalo potomstvo 212N, které jako jediné dosáhlo objemu kmene přes 2 m<sup>3</sup>, konkrétně 2,355 m<sup>3</sup>. S velkým odstupem za ním následuje potomstvo 502 (1,929 m<sup>3</sup>). U dalších potomstev s nadprůměrnými objemy kmene je pokles již pozvolný. Jde o potomstva 103 (1,883 m<sup>3</sup>), 214N (1,868 m<sup>3</sup>), 213N (1,837 m<sup>3</sup>), 71N (1,825 m<sup>3</sup>) a 513 (1,804 m<sup>3</sup>). Hluboce podprůměrné v daném ukazateli bylo potomstvo 234N (1,105 m<sup>3</sup>) a hůře byla hodnocena i potomstva 101 (1,333 m<sup>3</sup>), 215N (1,413 m<sup>3</sup>), 204 (1,472 m<sup>3</sup>), 509 (1,542 m<sup>3</sup>) a 512 (1,551 m<sup>3</sup>).



Graf. 3. Mediány objemů kmene s. k. jednotlivých potomstev

Ani v případě objemů kmene nebyly mezi testovanými potomstvy prokázány signifikantní rozdíly (tab. 8).

Tab. 8. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |    |                 |            |                              |
|---|----|-----------------|------------|------------------------------|
| <b>Hypotheses</b>                       |    |                 |            |                              |
| H0: All medians are equal.              |    |                 |            |                              |
| H1: At least two medians are different. |    |                 |            |                              |
| <b>Test Results</b>                     |    |                 |            |                              |
| Method                                  | DF | Chi-Squared (H) | Prob Level | Reject H0? ( $\alpha=0,05$ ) |
| Not Corrected for Ties                  | 16 | 18,7530         | 0,28168    | No                           |
| Corrected for Ties                      | 16 | 18,7531         | 0,28168    | No                           |
| Number Sets of Ties                     | 1  |                 |            |                              |
| Multiplicity Factor                     | 6  |                 |            |                              |

V tabulce 9 jsou uvedeny podíly stromů zařazených do klasifikačních tříd jednotlivých ukazatelů kvality.

V tabulce 10 je uvedeno bodové hodnocení potomstev ověřovaných na výzkumné ploše č. 262a. Tvárnost kmenů byla nejčastěji hodnocena stupněm 1 (kmen zcela rovný), druhé nejčastější zastoupení měl stupeň 3 (kmen vícenásobně mírně zakřivený). Nejlépe bylo hodnoceno potomstvo 502 (50 bodů). Nejvíce kmenů s tvarovou deformací bylo naopak zjištěno u potomstva 204 (33,3 bodů). Vitalita, resp. míra ožehličení posuzovaných stromů byla u nadpoloviční většiny případů klasifikována stupněm 2 (olistění z 60 až 80 %). Jako nejvitálnější se jevila potomstva 213N (50 bodů) a 212N (46,7 bodů). Pouze horšími stupni 2 a 3 byli hodnoceni jedinci potomstva 234N (36,7 bodů), které se tak ukázalo jako nejméně vitální. Průřez kmene byl nejčastěji kruhový, přičemž u většiny potomstev bylo dosaženo maximálního zisku 50 bodů. Z pohledu typu borky do výšky 2 m bylo nejlépe hodnoceno potomstvo 214N (50 bodů) s nejvyšším podílem stromů klasifikovaných stupněm 1 (borka hladká až mírně rozpraskaná), v kontextu celé plochy však převažovali jedinci s borkou středně rozpraskanou (stupeň 2). U potomstva 212N se vyskytovaly pouze stromy s borkou silně rozpraskanou až odlupčivou, čemuž odpovídá zisk 30 bodů. Více než 60% podíl jedinců s tenkými větvemi v řídkých přeslenech (nejlepší dosažený výsledek) byl zjištěn u potomstva 101 (46,7 bodů). Naopak potomstvo 214N (28,8 bodů) vykazovalo 75 % stromů s větvemi tlustšími než 3 cm. U posledního sledovaného ukazatele (čištění kmene do výšky 4 m) převažovaly u většiny potomstev zavětvené kmeny. Nejlépe se projevilo potomstvo 213N (20 bodů), nejhůře pak potomstva 101 (10 bodů) a 234N (10 bodů), u kterých byly všechny stromy klasifikovány stupněm 2.

Tab. 9. Podíly stromů (%) zařazených do klasifikačních tříd ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 262a

| Potomstvo | Tvárnost kmene |      |      |      |   | Vitalita |      |      |   |     | Průřez kmene |      |       | Struktura borky |       |      |       | Hustota a tloušťka větví |      |      |       | Čištění kmene |  |
|-----------|----------------|------|------|------|---|----------|------|------|---|-----|--------------|------|-------|-----------------|-------|------|-------|--------------------------|------|------|-------|---------------|--|
|           | 1              | 2    | 3    | 4    | 5 | 1        | 2    | 3    | 4 | 5   | 1            | 2    | 3     | 1               | 2     | 3    | 1     | 2                        | 3    | 4    | 1     | 2             |  |
|           | 1              | 2    | 3    | 4    | 5 | 1        | 2    | 3    | 4 | 5   | 1            | 2    | 3     | 1               | 2     | 3    | 1     | 2                        | 3    | 4    | 1     | 2             |  |
| 101       | 66,7           | 0    | 0    | 33,3 | 0 | 33,3     | 66,7 | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 33,3  | 66,7            | 0     | 66,7 | 33,3  | 0                        | 0    | 0    | 0     | 100,0         |  |
| 103       | 51,5           | 3,0  | 39,4 | 6,1  | 0 | 24,2     | 75,8 | 0    | 0 | 0   | 87,9         | 12,1 | 39,4  | 54,5            | 6,1   | 15,2 | 57,6  | 15,2                     | 12,1 | 12,1 | 48,5  | 51,5          |  |
| 204       | 33,3           | 0    | 33,3 | 33,3 | 0 | 20,0     | 73,3 | 6,7  | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 46,7  | 40,0            | 13,3  | 46,7 | 13,3  | 26,7                     | 13,3 | 33,3 | 33,3  | 66,7          |  |
| 501       | 69,0           | 3,4  | 13,8 | 13,8 | 0 | 31,0     | 62,1 | 6,9  | 0 | 0   | 96,6         | 3,4  | 34,5  | 62,1            | 3,4   | 31,0 | 27,6  | 20,7                     | 20,7 | 20,7 | 34,5  | 65,5          |  |
| 502       | 100,0          | 0    | 0    | 0    | 0 | 40,0     | 60,0 | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 80,0  | 20,0            | 0     | 20,0 | 20,0  | 0                        | 60,0 | 40,0 | 40,0  | 60,0          |  |
| 503       | 66,7           | 0    | 33,3 | 0    | 0 | 16,7     | 50,0 | 33,3 | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 66,7  | 33,3            | 0     | 16,7 | 66,7  | 16,7                     | 0    | 33,3 | 33,3  | 66,7          |  |
| 509       | 50,0           | 0    | 33,3 | 16,7 | 0 | 41,7     | 58,3 | 0    | 0 | 0   | 91,7         | 8,3  | 33,3  | 66,7            | 0     | 16,7 | 66,7  | 8,3                      | 8,3  | 8,3  | 8,3   | 91,7          |  |
| 512       | 57,1           | 0    | 14,3 | 28,6 | 0 | 57,1     | 42,9 | 0    | 0 | 0   | 85,7         | 14,3 | 71,4  | 28,6            | 0     | 28,6 | 28,6  | 14,3                     | 28,6 | 28,6 | 28,6  | 71,4          |  |
| 513       | 66,7           | 0    | 0    | 33,3 | 0 | 33,3     | 66,7 | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 66,7  | 33,3            | 0     | 33,3 | 0     | 33,3                     | 33,3 | 33,3 | 33,3  | 66,7          |  |
| 212N      | 33,3           | 0    | 66,7 | 0    | 0 | 66,7     | 33,3 | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 0     | 0               | 100,0 | 0    | 33,3  | 33,3                     | 33,3 | 33,3 | 66,7  | 33,3          |  |
| 213N      | 33,3           | 0    | 66,7 | 0    | 0 | 100,0    | 0    | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 0     | 100,0           | 0     | 0    | 33,3  | 33,3                     | 33,3 | 33,3 | 100,0 | 0             |  |
| 214N      | 62,5           | 0    | 25,0 | 12,5 | 0 | 50,0     | 50,0 | 0    | 0 | 0   | 87,5         | 12,5 | 100,0 | 0               | 0     | 0    | 25,0  | 37,5                     | 37,5 | 37,5 | 75,0  | 25,0          |  |
| 215N      | 75,0           | 0    | 0    | 25,0 | 0 | 25,0     | 75,0 | 0    | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 75,0  | 25,0            | 0     | 0    | 100,0 | 0                        | 0    | 0    | 25,0  | 75,0          |  |
| 226N      | 41,7           | 25,0 | 25,0 | 8,3  | 0 | 16,7     | 75,0 | 8,3  | 0 | 0   | 83,3         | 16,7 | 8,3   | 66,7            | 25,0  | 25,0 | 16,7  | 8,3                      | 50,0 | 50,0 | 50,0  | 50,0          |  |
| 234N      | 33,3           | 33,3 | 0    | 33,3 | 0 | 0        | 66,7 | 33,3 | 0 | 0   | 100,0        | 0    | 0     | 100,0           | 0     | 33,3 | 33,3  | 33,3                     | 0    | 0    | 0     | 100,0         |  |
| 71N       | 40,0           | 0    | 20,0 | 40,0 | 0 | 20,0     | 80,0 | 0    | 0 | 0   | 80,0         | 20,0 | 20,0  | 80,0            | 0     | 40,0 | 20,0  | 40,0                     | 0    | 0    | 20,0  | 80,0          |  |
| 76N       | 29,4           | 17,6 | 35,3 | 17,6 | 0 | 41,2     | 47,1 | 5,9  | 0 | 5,9 | 100,0        | 0    | 5,9   | 70,6            | 23,5  | 5,9  | 41,2  | 23,5                     | 29,4 | 29,4 | 58,8  | 41,2          |  |

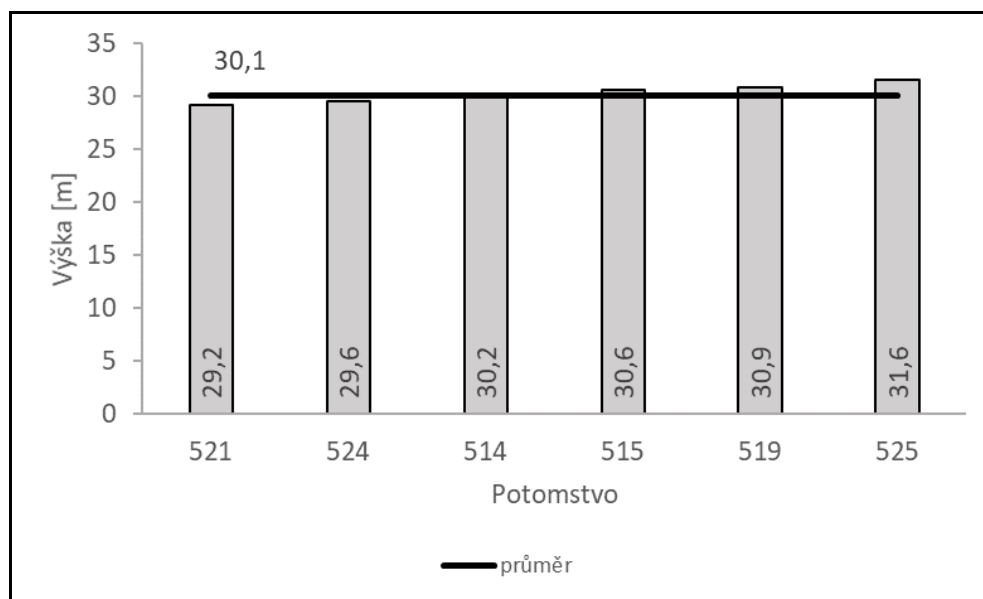
Z pohledu všech kvalitativních kritérií se jako nejlepší ukázala potomstva 502 (236 bodů), 215N (235 bodů) a 101 (233,3 bodů). Nejmenším počtem bodů bylo ohodnoceno potomstvo 212N (210 bodů).

Tab. 10. Zhodnocení potomstev z hlediska sledovaných kvalitativních ukazatelů na výzkumné ploše č. 262a – Jíloviště-Cukrák (nejlepší potomstva vyznačena zeleně, nejhorší červeně)

| Potomstvo | Ukazatel kvality |          |              |                 |                          |               | Součet bodů |
|-----------|------------------|----------|--------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------------|
|           | Tvárnost kmene   | Vitalita | Průřez kmene | Struktura borky | Hustota a tloušťka větví | Čištění kmene |             |
| 101       | 40,0             | 43,3     | 50,0         | 43,3            | 46,7                     | 10,0          | 233,3       |
| 103       | 40,0             | 42,4     | 48,8         | 43,3            | 37,6                     | 14,8          | 227,0       |
| 204       | 33,3             | 41,3     | 50,0         | 43,3            | 39,3                     | 13,3          | 220,7       |
| 501       | 42,8             | 42,4     | 49,7         | 43,1            | 36,9                     | 13,4          | 228,3       |
| 502       | 50,0             | 44,0     | 50,0         | 48,0            | 30,0                     | 14,0          | 236,0       |
| 503       | 43,3             | 38,3     | 50,0         | 46,7            | 40,0                     | 13,3          | 231,7       |
| 509       | 38,3             | 44,2     | 49,2         | 43,3            | 39,2                     | 10,8          | 225,0       |
| 512       | 38,6             | 45,7     | 48,6         | 47,1            | 35,7                     | 12,9          | 228,6       |
| 513       | 40,0             | 43,3     | 50,0         | 46,7            | 33,3                     | 13,3          | 226,7       |
| 212N      | 36,7             | 46,7     | 50,0         | 30,0            | 30,0                     | 16,7          | 210,0       |
| 213N      | 36,7             | 50,0     | 50,0         | 40,0            | 30,0                     | 20,0          | 226,7       |
| 214N      | 41,3             | 45,0     | 48,8         | 50,0            | 28,8                     | 17,5          | 231,3       |
| 215N      | 12,5             | 42,5     | 50,0         | 47,5            | 40,0                     | 12,5          | 235,0       |
| 226N      | 40,0             | 40,8     | 48,3         | 38,3            | 31,7                     | 15,0          | 213,3       |
| 234N      | 36,7             | 36,7     | 50,0         | 40,0            | 40,0                     | 10,0          | 213,3       |
| 71N       | 34,0             | 42,0     | 48,0         | 42,0            | 40,0                     | 12,0          | 218,0       |
| 76N       | 35,9             | 41,8     | 50,0         | 38,2            | 32,4                     | 15,9          | 214,1       |

## 5.2 Ověřovací výzkumná plocha č. 262b

Na výzkumné ploše č. 262b dosahuje medián všech výšek hodnoty 30,1 m a všechna zastoupená potomstva se vesměs pohybují v blízkosti tohoto údaje (graf 4). Nadprůměrnými potomstvy jsou 525 (31,6 m) a 519 (30,9 m). Podprůměrné výšky byly naopak zjištěny u potomstev 521 (29,2 m) a 524 (29,6 m).



Graf 4. Mediány výšek jednotlivých potomstev

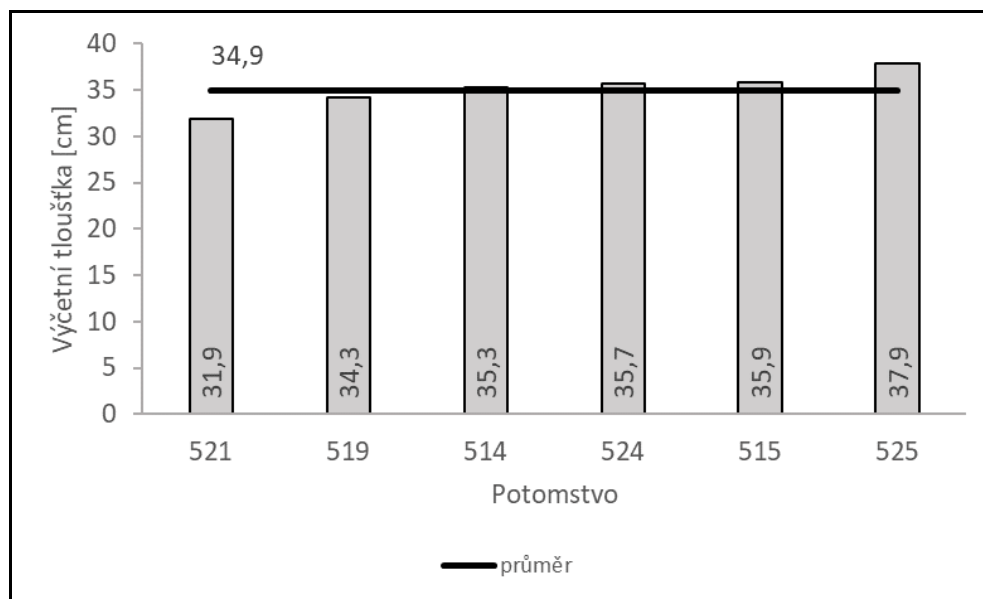
Kruskalova-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu neprokázala významné rozdíly mezi testovanými potomstvy. Výsledky testu jsou obsaženy v tabulce 11.

Tab. 11. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |  |
|---|-----------|------------------------|-------------------|--|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |  |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |  |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |  |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |  |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (<math>\alpha=0,05</math>)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 5         | 9,3700                 | 0,09519           | No   |
| Corrected for Ties                      | 5         | 9,3756                 | 0,09499           | No   |
| Number Sets of Ties                     | 19        |                        |                   |  |
| Multiplicity Factor                     | 264       |                        |                   |  |

Mediány výčetních tlouštěk mezi testovanými potomstvy vykazují větší rozdíly a jejich celkový medián činí 34,9 cm (graf 5). Stejně jako u výšek se jako nejlepší ukázalo potomstvo 525 (37,9 cm) následované potomstvem 515 (35,9 cm). Naopak nejmenší výčetní tloušťka byla zjištěna u potomstev 521 (31,9 cm) a 519 (34,3 cm).





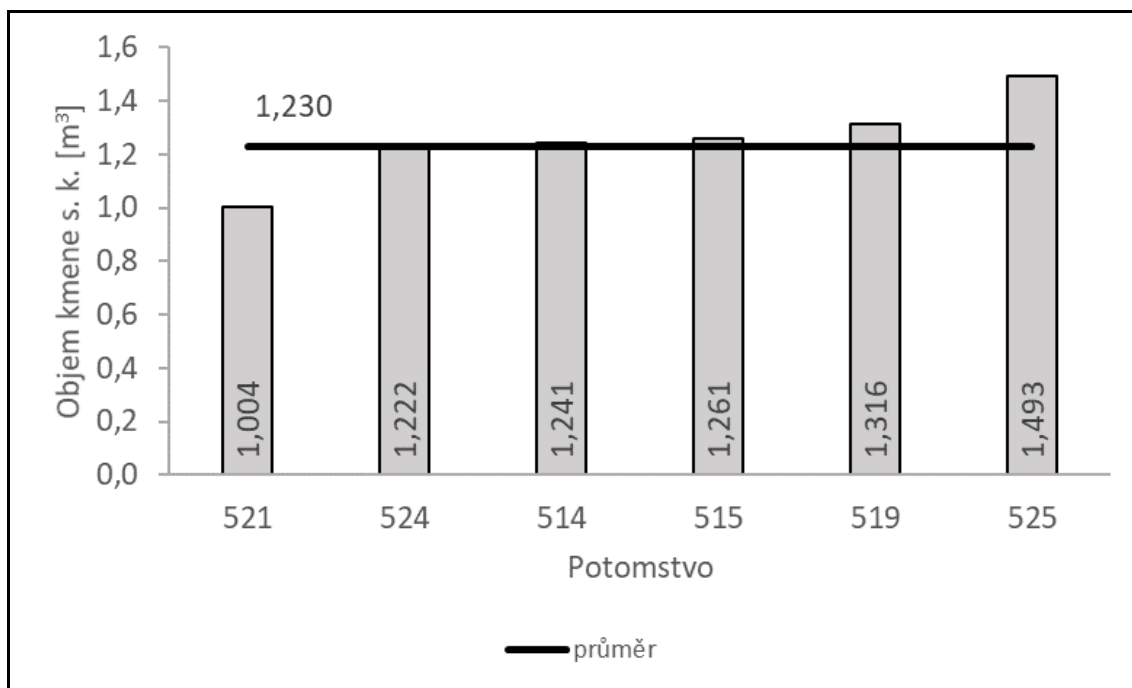
Graf 5. Mediány výčetních tlouštěk jednotlivých potomstev

U výčetních tlouštěk testovaných potomstev se neprokázaly statisticky významné rozdíly (tab. 12).

Tab. 12. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tlouštěk (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |                            |
|---|-----------|------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |                            |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |                            |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |                            |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |                            |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (α=0,05)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 5         | 5,0117                 | 0,41445           | No                         |
| Corrected for Ties                      | 5         | 5,0119                 | 0,41442           | No                         |
| Number Sets of Ties                     | 3         |                        |                   |                            |
| Multiplicity Factor                     | 18        |                        |                   |                            |

U mediánů objemů kmene potomstev jsou zřejmé výraznější diference (graf 6). Největší hodnoty byly dosaženy u potomstev 525 (1,493 m<sup>3</sup>) a 519 (1,316 m<sup>3</sup>). Mezi potomstva s podprůměrným objemem kmene patří 521 (1,004 m<sup>3</sup>) a 524 (1,222 m<sup>3</sup>).



Graf 6. Mediány objemů kmene s. k. jednotlivých potomstev

Statisticky signifikantní rozdíly mezi testovanými potomstvy prokázány nebyly, což dokládají výsledky provedené Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu (tab. 13).

Tab. 13. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |                            |
|---|-----------|------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |                            |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |                            |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |                            |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |                            |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (α=0,05)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 5         | 4,9221                 | 0,42546           | No                         |
| Corrected for Ties                      | 5         | 4,9221                 | 0,42546           | No                         |
| Number Sets of Ties                     | 0         |                        |                   |                            |
| Multiplicity Factor                     | 0         |                        |                   |                            |

V tabulce 14 jsou uvedeny podíly stromů zařazených do klasifikačních tříd jednotlivých ukazatelů kvality.

Tab. 14. Podíl stromů (%) zařazených do klasifikačních tříd ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 262b

| Potomstvo | Tvárnost kmene |      |      |      |   | Vitalita |      |      |   |   | Průřez kmene |      |   | Struktura borky |      |      |      | Hustota a tloušťka větví |      |      |      | Čištění kmene |  |
|-----------|----------------|------|------|------|---|----------|------|------|---|---|--------------|------|---|-----------------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|---------------|--|
|           | 1              | 2    | 3    | 4    | 5 | 1        | 2    | 3    | 4 | 5 | 1            | 2    | 3 | 1               | 2    | 3    | 1    | 2                        | 3    | 4    | 1    | 2             |  |
|           | 1              | 2    | 3    | 4    | 5 | 1        | 2    | 3    | 4 | 5 | 1            | 2    | 3 | 1               | 2    | 3    | 1    | 2                        | 3    | 4    | 1    | 2             |  |
| 514       | 70,0           | 10,0 | 20,0 | 0    | 0 | 10,0     | 90,0 | 0    | 0 | 0 | 90,0         | 10,0 | 0 | 70,0            | 30,0 | 0    | 30,0 | 10,0                     | 50,0 | 10,0 | 10,0 | 90,0          |  |
| 515       | 72,7           | 0    | 27,3 | 0    | 0 | 18,2     | 72,7 | 9,1  | 0 | 0 | 90,9         | 9,1  | 0 | 27,3            | 63,6 | 9,1  | 36,4 | 18,2                     | 27,3 | 18,2 | 9,1  | 90,9          |  |
| 519       | 36,8           | 0    | 52,6 | 10,5 | 0 | 26,3     | 63,2 | 10,5 | 0 | 0 | 94,7         | 5,3  | 0 | 73,7            | 21,1 | 5,3  | 31,6 | 10,5                     | 42,1 | 15,8 | 5,3  | 94,7          |  |
| 521       | 53,8           | 0    | 46,2 | 0    | 0 | 38,5     | 53,8 | 7,7  | 0 | 0 | 100,0        | 0    | 0 | 69,2            | 15,4 | 15,4 | 23,1 | 23,1                     | 30,8 | 23,1 | 0    | 100,0         |  |
| 524       | 61,5           | 7,7  | 15,4 | 15,4 | 0 | 23,1     | 69,2 | 7,7  | 0 | 0 | 92,3         | 7,7  | 0 | 23,1            | 69,2 | 7,7  | 23,1 | 15,4                     | 38,5 | 23,1 | 7,7  | 92,3          |  |
| 525       | 70,0           | 0    | 20,0 | 10,0 | 0 | 40,0     | 50,0 | 10,0 | 0 | 0 | 90,0         | 10,0 | 0 | 70,0            | 30,0 | 0    | 30,0 | 0                        | 50,0 | 20,0 | 10,0 | 90,0          |  |

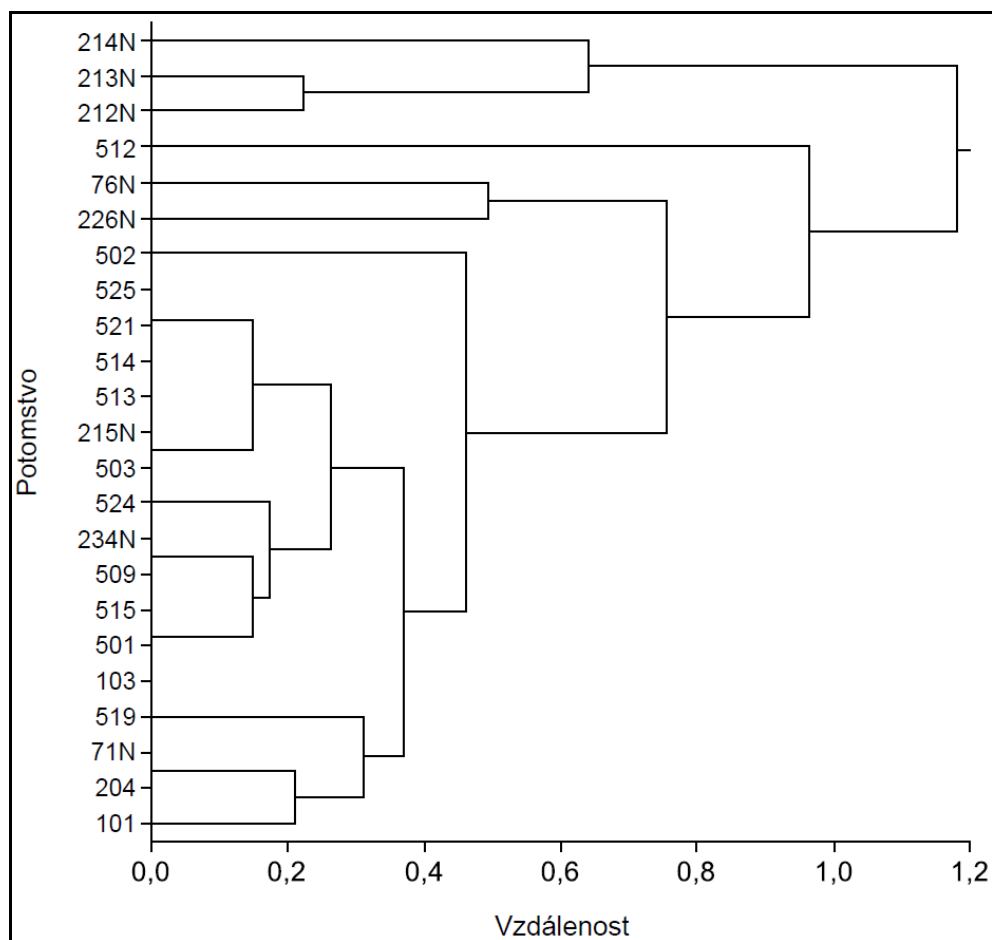
V tabulce 15 je prezentován přehled dosaženého bodového ohodnocení jednotlivých ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 262b. Více než 70% podíl stromů, u nichž byla tvárnost kmene hodnocena stupni 1 a 2, byl zjištěn u potomstev 515 (45 bodů) a 514 (44,6 bodů). Převaha stromů s kmeny vícenásobně mírně zakřivenými a výrazně jednostranně zakřivenými se projevila nejméně příznivým hodnocením potomstva 519 (36,3 bodů). Míra ojehlíčení se nejčastěji pohybovala mezi 60 až 80 %, kdy žádné z potomstev nebylo hluboce podprůměrné. Téměř shodný bodový zisk získala nejlépe hodnocená potomstva 521 (43,1 bodů) a 525 (43 bodů). Podobně jako u výzkumné plochy č. 262a mělo více než 90 % jedinců kruhový průřez kmene, přičemž hodnocení u žádného z potomstev nekleslo pod 49 bodů. Podobná situace nastala i při posuzování struktury borky, která byla u nadpoloviční většiny jedinců hladká až mírně rozpraskaná. Z tohoto hlediska se jako nejlepší ukázala potomstva 514 a 525 (obě 47 bodů). Opačně byla hodnocena potomstva 524 (41,5 bodů) a 515 (41,8 bodů). Rozptyl počtu bodů v rámci hustoty a tloušťky větví nebyl příliš vysoký, kdy rozdíl mezi nejlepším (515) a nejhorším (524) potomstvem činil pouhé 3,3 bodu. Nejčastěji byly determinovány řídké přesleny s tlustými větvemi (stupeň 3). Ani u tohoto ukazatele nebyl zjištěn výrazný rozdíl v hodnocení potomstev, neboť u více než 90 % stromů byly zaznamenány zavětvené kmeny. Nejvyšší počet bodů (41) získala potomstva 514 a 525.

Tab. 15. Zhodnocení potomstev z hlediska sledovaných kvalitativních ukazatelů na výzkumné ploše č. 262b – Jíloviště-Cukrák (nejlepší potomstva vyznačena zeleně, nejhorší červeně)

| Potomstvo | Ukazatel kvality |          |              |                 |                          |               | Součet bodů |
|-----------|------------------|----------|--------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------------|
|           | Tvárnost kmene   | Vitalita | Průřez kmene | Struktura borky | Hustota a tloušťka větví | Čištění kmene |             |
| 514       | 45,0             | 41,0     | 49,0         | 47,0            | 36,0                     | 41,0          | 259,0       |
| 515       | 44,6             | 40,9     | 49,1         | 41,8            | 37,3                     | 40,9          | 254,6       |
| 519       | 36,3             | 41,6     | 49,5         | 46,8            | 35,8                     | 40,5          | 250,5       |
| 521       | 40,8             | 43,1     | 50,0         | 45,4            | 34,6                     | 40,0          | 253,9       |
| 524       | 41,5             | 41,5     | 49,2         | 41,5            | 33,9                     | 40,8          | 248,5       |
| 525       | 43,0             | 43,0     | 49,0         | 47,0            | 34,0                     | 41,0          | 257,0       |

V rámci celkového hodnocení dosáhla nejlepších výsledků zejména potomstva 514 (259 bodů) a 525 (257 bodů). Nejnižší bodové ohodnocení získala potomstva 519 (250,5 bodů) a 521 (253,9 bodů).

Graf 7 (dendrogram) znázorňuje skupiny podobných potomstev (na základě znaků, které vstoupily do analýzy) zastoupených na obou výzkumných plochách (č. 262a a 262b). Analýza determinovala dva základní shluky potomstev, které se od sebe výrazně odlišují. V první, menší skupině se nacházejí potomstva 212N, 213N a 214N. V rámci druhého shluku je možné rozeznat dvě množiny vzájemně blízkých potomstev. Součástí první jsou potomstva 519, 71N, 204 a 101, součástí druhé potomstva 103, 501, 515, 509, 234N, 524, 503, 215N, 513, 514, 521 a 525. S narůstající vzdáleností (odlišností) se postupně připojují potomstva 502, 76N, 226N a jako poslední 512.

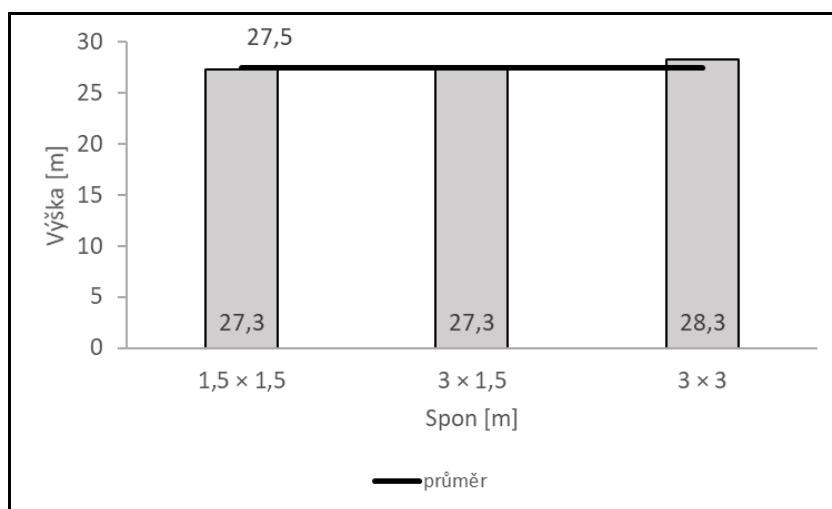


Graf 7. Výstup vícerozměrné shlukové analýzy ukazatelů kvality u ploch č. 262a a 262b

### 5.3 Hodnocení sponové výsadby

#### 5.3.1 Kvantitativní veličiny

Mediánové hodnoty výšek pro tři varianty sponu na ploše č. 291 jsou zobrazeny v grafu 8. Pro spony  $1,5 \times 1,5$  m a  $3 \times 1,5$  m byla hodnota výšky stejná (27,5 m). U posledního sponu  $3 \times 3$  m byla o 1 m vyšší a pohybovala se lehce nad průměrem, který činil 27,6 m.



Graf 8. Mediány výšek u jednotlivých variant sponu

Provedená Kruskalova-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu prokázala mezi jednotlivými spony signifikantní rozdíly (tab. 16).

Tab. 16. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výšek (NCSS 10.0.6)

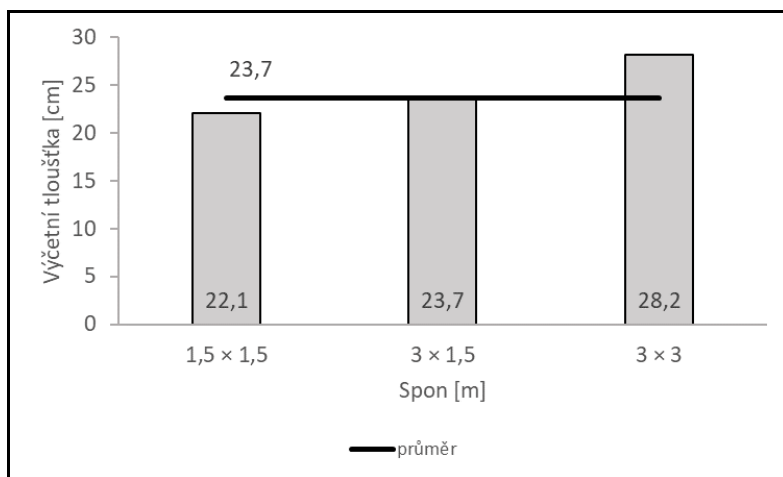
| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |  |
|---|-----------|------------------------|-------------------|--|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |  |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |  |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |  |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |  |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (<math>\alpha=0,05</math>)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 2         | 12,1634                | 0,00228           | Yes  |
| Corrected for Ties                      | 2         | 12,1644                | 0,00228           | Yes  |
| Number Sets of Ties                     | 155       |                        |                   |  |
| Multiplicity Factor                     | 93006     |                        |                   |  |

Signifikantně odlišné spony z pohledu dosahovaných výšek stromů jsou uvedeny v tabulce 17 zpracované na základě výsledků Dunnova testu.

Tab. 17. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů

| Spon [m]  | Medián výšek [m] | Signifikantně odlišné spony |
|-----------|------------------|-----------------------------|
| 1,5 × 1,5 | 27,3             | 3 × 3                       |
| 3 × 1,5   | 27,3             | 3 × 3                       |
| 3 × 3     | 28,3             | 1,5 × 1,5, 3 × 1,5          |

Výraznější rozdíl mezi testovanými spony se ukázal v rámci výčetních tloušťek, jejichž mediány jsou prezentovány v grafu 9. Od průměrné hodnoty 23,7 cm se nejvíce odlišovali jedinci vysazovaní ve sponu 3 × 3 m (28,2 cm) a 1,5 × 1,5 m (22,1 cm). U sponu 3 × 1,5 m byla hodnota výčetní tloušťky 23,7 cm.



Graf 9. Mediány výčetních tloušťek u jednotlivých sponů

I v tomto případě prokázala provedená analýza rozptylu mezi sledovanými spony signifikantní rozdíly (tab. 18).

Tab. 18. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu výčetních tloušťek (NCSS 10.0.6)

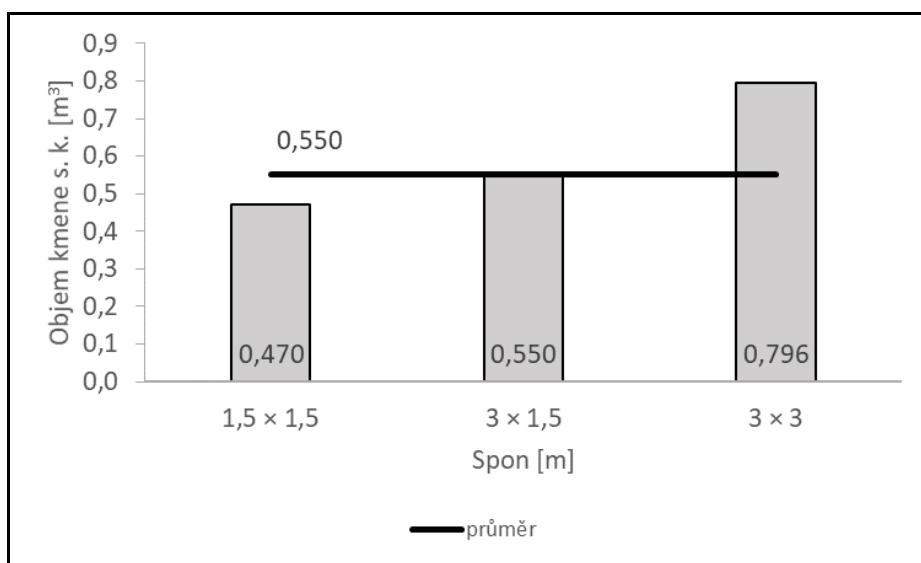
| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |                            |
|---|-----------|------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |                            |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |                            |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |                            |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |                            |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (α=0,05)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 2         | 86,1078                | 0,00000           | Yes                        |
| Corrected for Ties                      | 2         | 86,1085                | 0,00000           | Yes                        |
| Number Sets of Ties                     | 297       |                        |                   |                            |
| Multiplicity Factor                     | 9318      |                        |                   |                            |

V tabulce 19 jsou prezentovány soubory sponů se statisticky významně odlišným vlivem na tloušťkový růst.

Tab. 19. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů

| Spon [m]  | Medián výčetních tlouštěk [m] | Signifikantně odlišné spony |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1,5 × 1,5 | 22,1                          | 3 × 1,5, 3 × 3              |
| 3 × 1,5   | 23,7                          | 1,5 × 1,5, 3 × 3            |
| 3 × 3     | 28,2                          | 1,5 × 1,5, 3 × 1,5          |

Rovněž z mediánů objemů kmene jsou patrné rozdíly mezi dosaženými hodnotami v rámci testovaných sponů (graf 10). Nejlepší výsledek byl zaznamenán u sponu 3 × 3 m (0,796 m<sup>3</sup>). Hodnota 0,550 m<sup>3</sup> u sponu 3 × 1,5 m se pak nejvíce blížila průměru (0,550 m<sup>3</sup>). Největší podíl stromů s nízkým objemem byl zjištěn u sponu 1,5 × 1,5 m s mediánem 0,470 m<sup>3</sup>.



Graf 10. Mediány výčetních tlouštěk u jednotlivých sponů

Podobně jako v předešlých dvou případech prokázala Kruskalova-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu mezi sledovanými spony signifikantní rozdíly (tab. 20). Následný Dunnův test pak určil skupiny sponů, které se od sebe výrazně odlišují (tab. 21).



Tab. 20. Výsledky Kruskalovy-Wallisovy jednofaktorové analýzy rozptylu objemů kmene s. k. (NCSS 10.0.6)

| Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks   |           |                        |                   |                            |
|---|-----------|------------------------|-------------------|----------------------------|
| <b>Hypotheses</b>                       |           |                        |                   |                            |
| H0: All medians are equal.              |           |                        |                   |                            |
| H1: At least two medians are different. |           |                        |                   |                            |
| <b>Test Results</b>                     |           |                        |                   |                            |
| <b>Method</b>                           | <b>DF</b> | <b>Chi-Squared (H)</b> | <b>Prob Level</b> | <b>Reject H0? (α=0,05)</b> |
| Not Corrected for Ties                  | 2         | 67,5852                | 0,00000           | Yes                        |
| Corrected for Ties                      | 2         | 67,5852                | 0,00000           | Yes                        |
| Number Sets of Ties                     | 17        |                        |                   |                            |
| Multiplicity Factor                     | 102       |                        |                   |                            |

Tab. 21. Výsledek Dunnova testu (NCSS 10.0.6) – skupiny signifikantně odlišných sponů

| Spon [m]  | Medián objemu kmene s. k. [m <sup>3</sup> ] | Signifikantně odlišné spony |
|-----------|---|-----------------------------|
| 1,5 × 1,5 | 0,470                                       | 3 × 1,5, 3 × 3              |
| 3 × 1,5   | 0,550                                       | 1,5 × 1,5, 3 × 3            |
| 3 × 3     | 0,796                                       | 1,5 × 1,5, 3 × 1,5          |

### 5.3.2 Ukazatelé kvality

Procentní podíly v rámci klasifikačních tříd ukazatelů kvality pro jednotlivé varianty sponu jsou uvedeny v tabulce 22.

Tab. 22. Podíly (%) klasifikačních tříd sledovaných ukazatelů kvality na výzkumné ploše č. 291

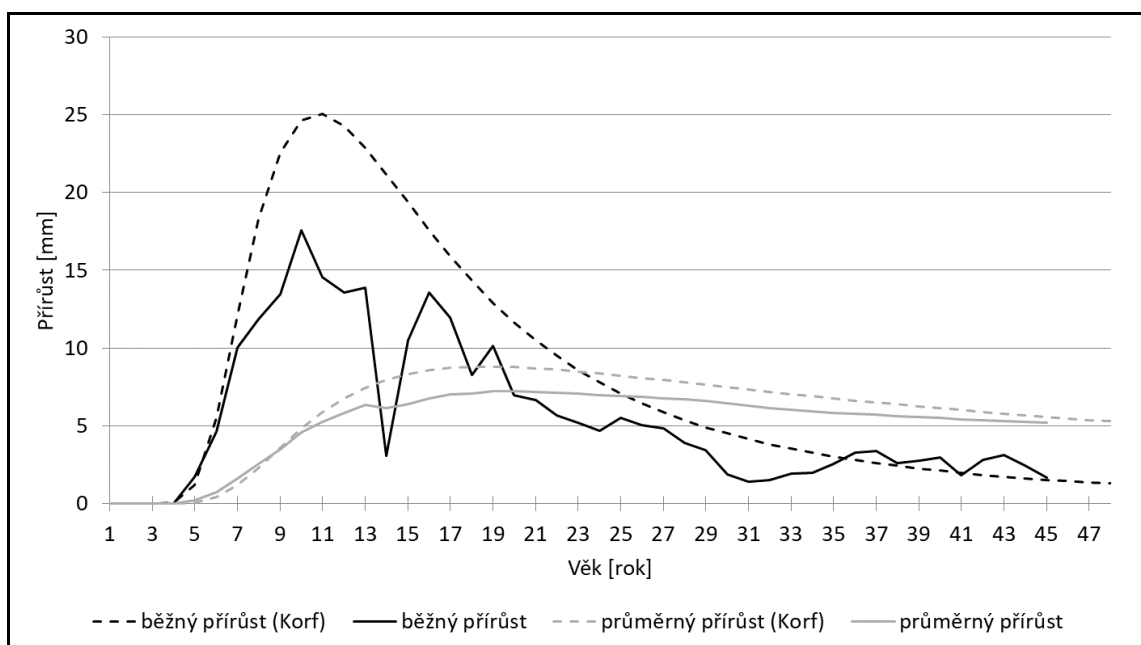
| Spon [m]  | Ukazatel kvality |      |      |     |     |          |      |      |     |      |       |     |      |
|-----------|------------------|------|------|-----|-----|----------|------|------|-----|------|-------|-----|------|
|           | Tvárnost kmene   |      |      |     |     | Vitalita |      |      |     |      | Index |     |      |
|           | 1                | 2    | 3    | 4   | 5   | 1        | 2    | 3    | 4   | 5    | b     | d   | s    |
| 1,5 × 1,5 | 22,8             | 36,6 | 39   | 0,6 | 1   | 19,8     | 42,6 | 20,8 | 3,4 | 13,4 | 10    | 3   | 13,2 |
| 3 × 1,5   | 31,5             | 33,9 | 33   | 0   | 1,4 | 27,2     | 46,6 | 17,1 | 0,2 | 8,7  | 13    | 2,9 | 8,1  |
| 3 × 3     | 30,8             | 29,9 | 38,7 | 0   | 0,4 | 24,7     | 53,7 | 14,4 | 0,4 | 6,5  | 10,7  | 4,7 | 6,1  |

Tvárnost kmene byla v rámci všech sponů nejčastěji klasifikována prvními třemi stupni. Převahu měly především stromy s kmenem vícenásobně mírně zakřiveným (stupeň 3), a to s podíly 39 % (spon 1,5 × 1,5 m), 38,7 % (3 × 3 m) a 33 % (3 × 1,5 m). Minimální zastoupení pak měly stromy zcela netvárné (stupně 4 a 5). Vitalita (míra olistění) se převážně pohybovala v rozmezí 60 až 80 % (klasifikační stupeň 2), přičemž

největší podíl tohoto stupně (53,7 %) odpovídal sponu 3 × 3 m. Stromy s minimální defoliací (stupeň 1) se nejčastěji vyskytovaly u sponu 3 × 1,5 m, kde jejich zastoupení dosahovalo 27,2 %. Ačkoliv se stromy s výraznou ztrátou asimilačního aparátu vyskytovaly v rámci všech sponů méně často, byly u sponu 1,5 × 1,5 m zjištěny ve 13,4 % případů. Stromy vysazované ve sponu 3 × 1,5 m měly ve 13 % případů kmeny zakřivené v bazální části. U dvou zbývajících variant sponu se tento jev vyskytoval pouze v necelých 11 % případů. Rozdvojený kmen se vyskytoval v rámci všech variant v minimálním rozsahu (od 2,9 do 4,7 %). Nejvíce suchých stromů (13,2 %) bylo zjištěno u sponu 1,5 × 1,5 m, přičemž se snižující se hustotou klesalo i množství uschlých jedinců.

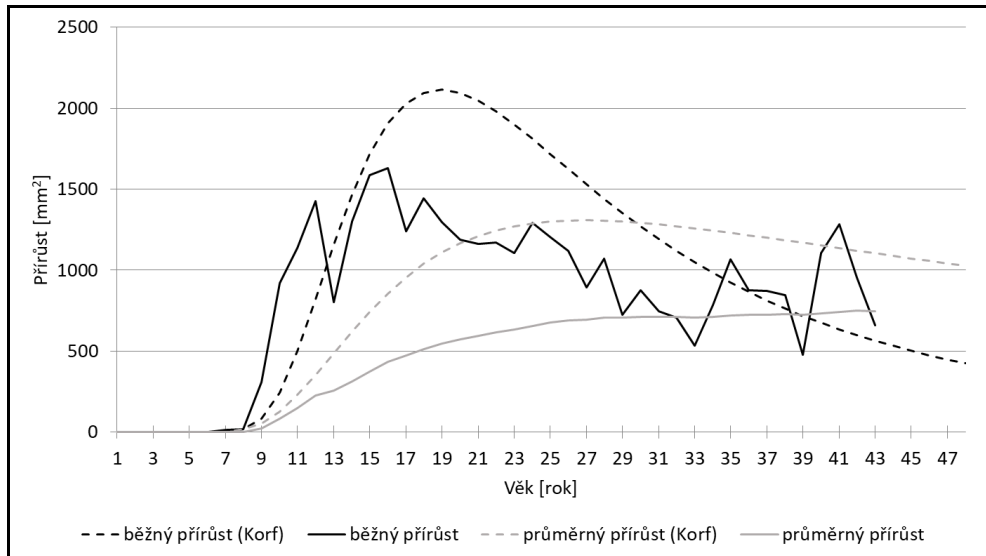
### 5.3.3 Vyhodnocení vzorníků

Vyrovnaním tloušťkového přírůstu vzorníku č. 1 (parcela A se sponem 1,5 × 1,5 m) pomocí Korfovy růstové funkce (graf 11) bylo zjištěno, že kulminace běžného ročního tloušťkového přírůstu nastala ve 11 letech s hodnotou 25 mm. Průměrný roční přírůst dosáhl nejvyšší hodnoty (8,5 mm) ve věku 23 let.



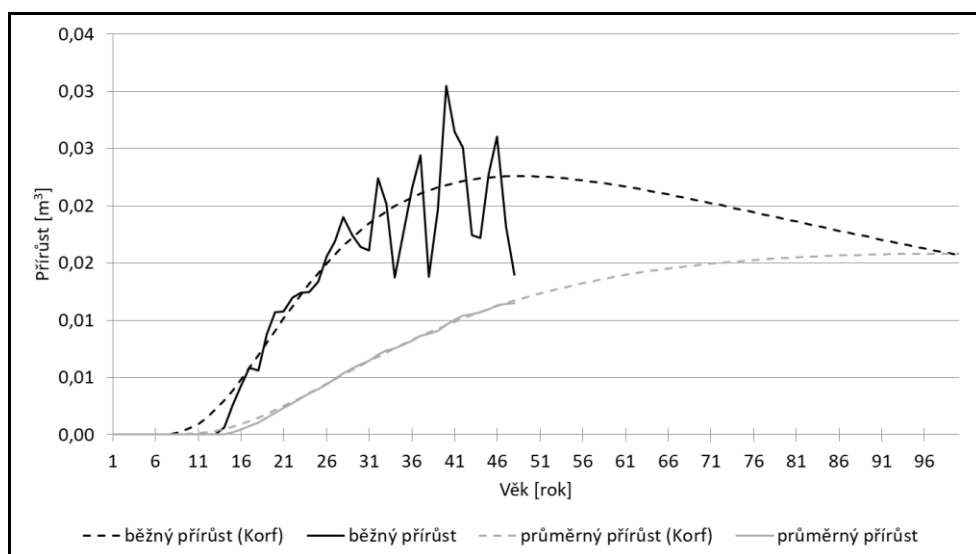
Graf 11. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 1

U výčetní kruhové základny vzorníku č. 1 (graf 12) bylo maxima běžného ročního přírůstu ( $2\,114\text{ mm}^2$ ) dosaženo ve věku 19 let. O 10 let později pak nastala kulminace průměrného ročního přírůstu na hodnotě  $1\,293\text{ mm}^2$ .



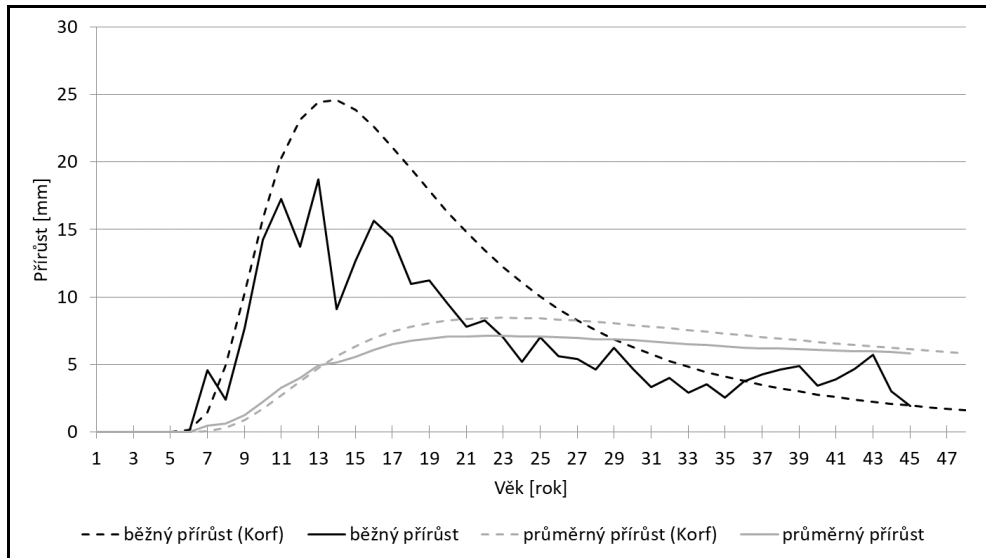
Graf 12. Běžný a průměrný roční přírůst kruhové základny vzorníku č. 1

Kulminace běžného a průměrného ročního objemového přírůstu u vzorníku č. 1 v době odběru ještě nenastala (graf 13). Modelace průběhu obou přírůstů pomocí Korfovy růstové funkce ukazuje, že maxima běžného ročního objemového přírůstu by bylo dosaženo ve věku 49 let na hodnotě  $0,023\text{ m}^3$ .



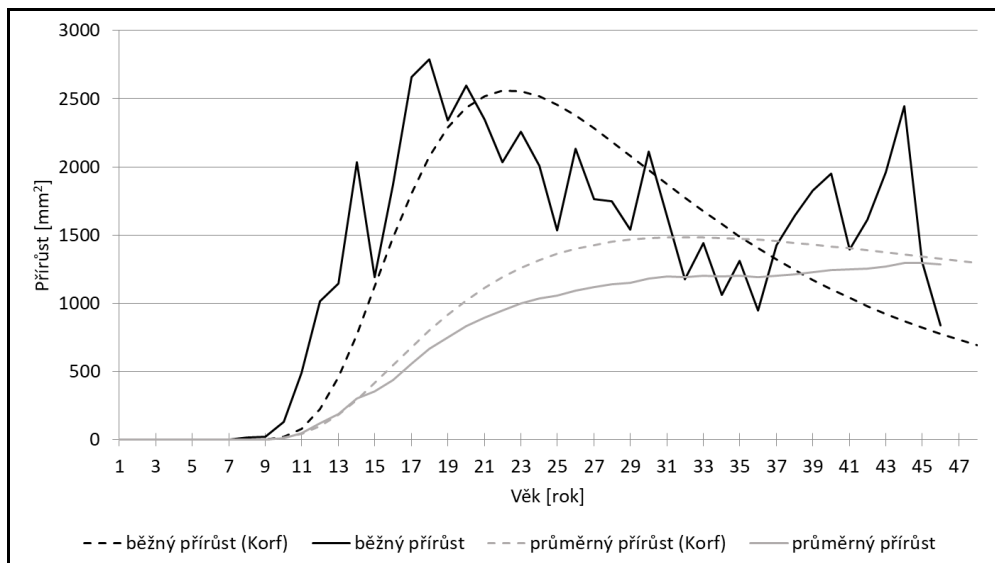
Graf 13. Běžný a průměrný roční objemový přírůst vzorníku č. 1

Průběh přírůstů vzorníku č. 2 zobrazuje graf 14. Maximálního běžného ročního tloušťkového přírůstu 24,6 mm bylo dosaženo ve 14 letech, kulminace průměrného ročního přírůstu 8,2 mm se pak dostavila ve věku 22 let.



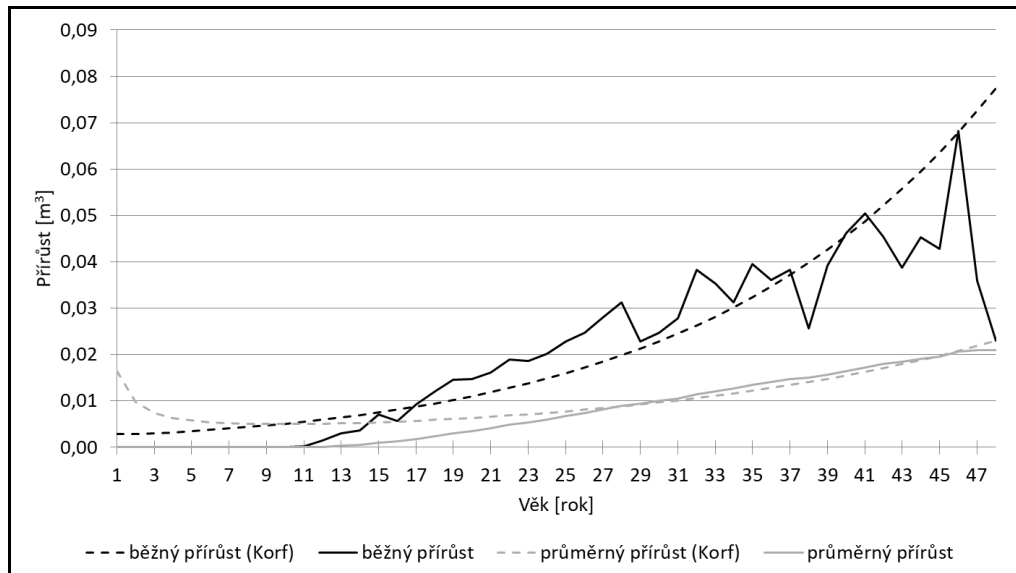
Graf 14. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 2

U výčetní kruhové základny vzorníku č. 2 (graf 15) se kulminace běžného ročního přírůstu ( $2\,557\text{ mm}^2$ ) dostavila ve věku 22 let. Průměrný roční přírůst dosáhl vrcholu na hodnotě  $1\,474\text{ mm}^2$  o 13 let později.



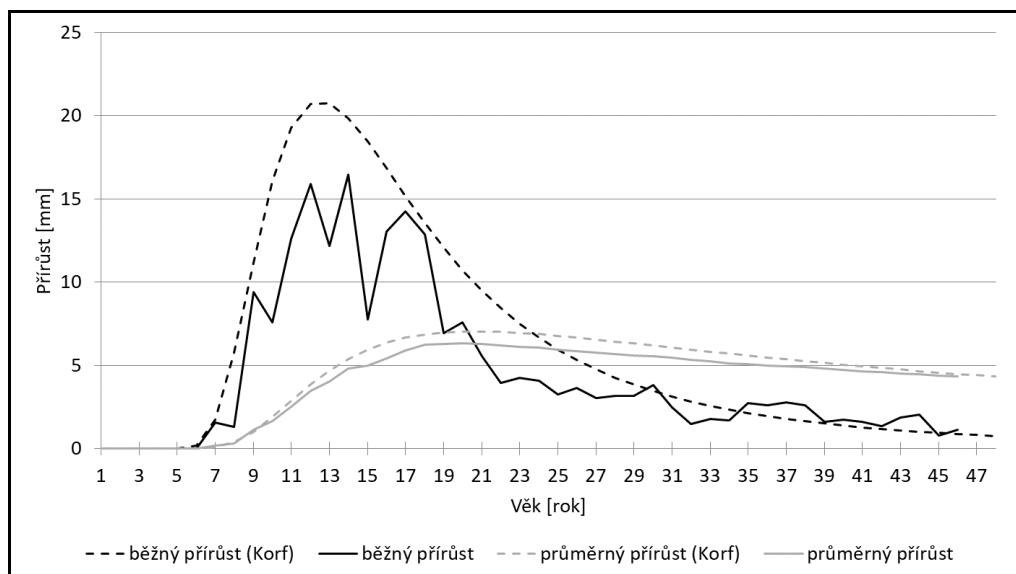
Graf 15. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 2

Z grafu 16 je zřejmé, že průběh objemového přírůstu vzorníku č. 2 se pomocí Korfový růstové funkce nepodařilo vymodelovat, a nebylo tak možné určit maximální hodnoty běžného a průměrného ročního přírůstu.



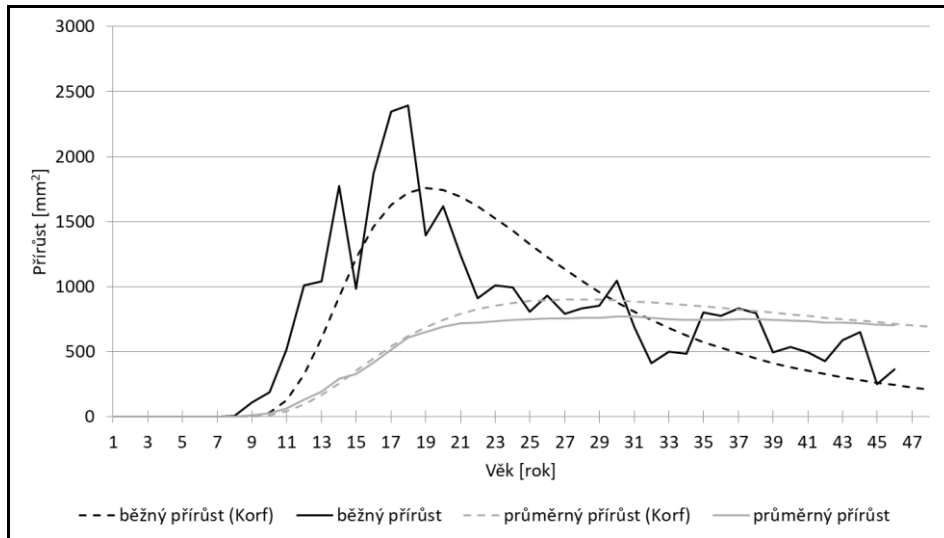
Graf 16. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 2

Průběh vývoje tloušťkového růstu u vzorníku č. 3 zobrazuje graf 17. Tempo běžného ročního přírůstu vyvrcholilo okolo 13. roku, kdy hodnota tloušťky činila 20,7 mm. Průměrný roční přírůst (6,9 mm) kulminoval ve věku 24 let.



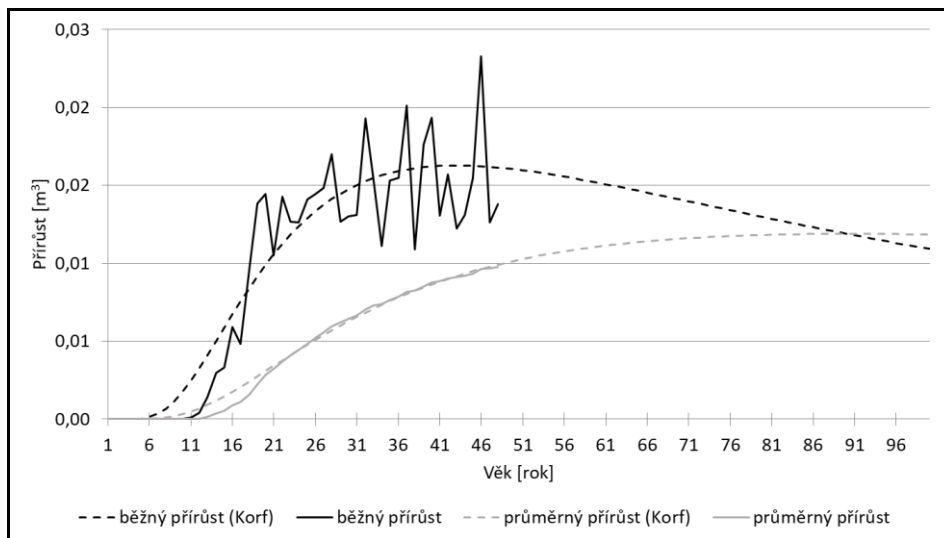
Graf 17. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 3

Výčetní kruhová základna třetího vzorníku (graf 18) přirůstala v době kulminace (věk 19 let) o 1 758 mm<sup>2</sup>. Hodnota průměrného ročního přírůstu se vyšplhala na 894 mm<sup>2</sup> ve věku 30 let.



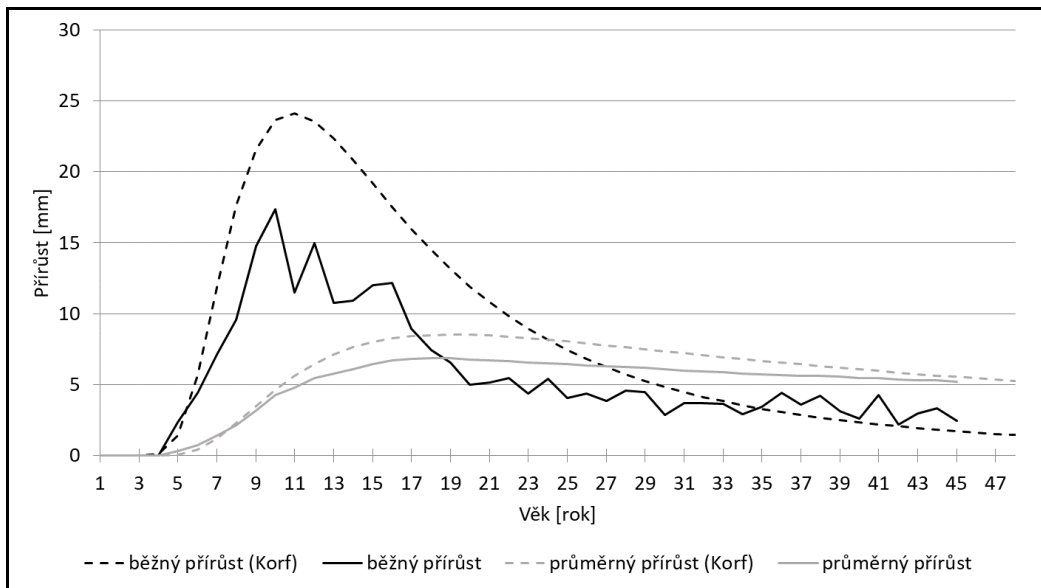
Graf 18. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 3

Rychlost růstu objemu kmene (graf 19) vyvrcholila ve věku 43 let, kdy dosahovala 0,016 mm<sup>3</sup> za rok. Z grafu je dále patrné, že v době odběru vzorníku, tj. ve věku 48 let, nedosáhl průměrný roční přírůst ještě svého maxima. Jeho průběh, vycházející z výsledků Korfovy růstové funkce, naznačuje, že by ke kulminaci mohlo dojít ve věku 90 let.



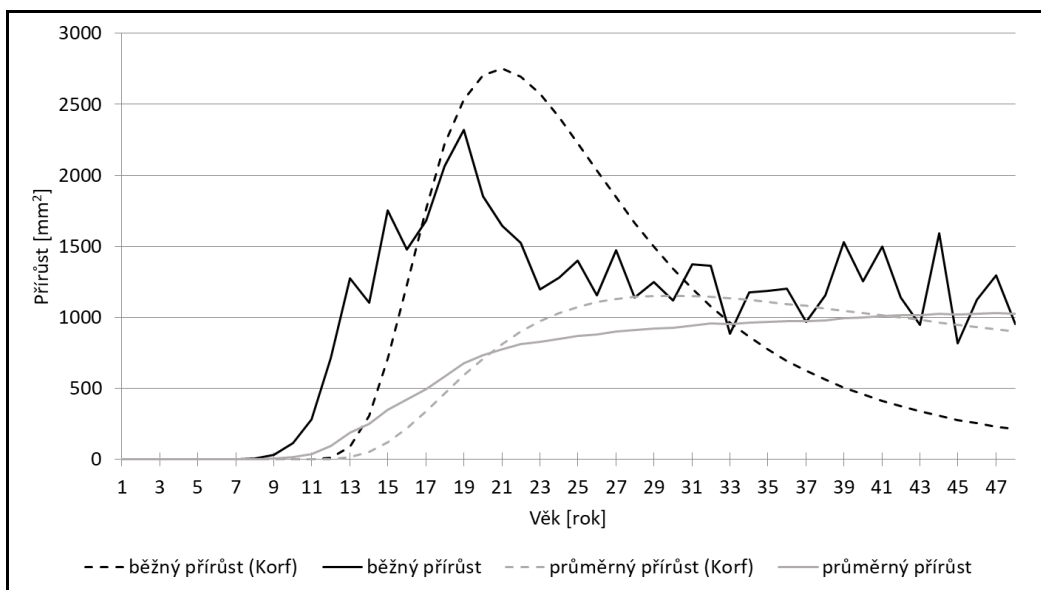
Graf 19. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 3

Běžný roční tloušťkový přírůst vzorníku č. 4 dosáhl maximální hodnoty (24,1 mm) ve věku 11 let, průměrný roční přírůst pak kulminoval (8,2 mm) ve věku 24 let (graf 20).



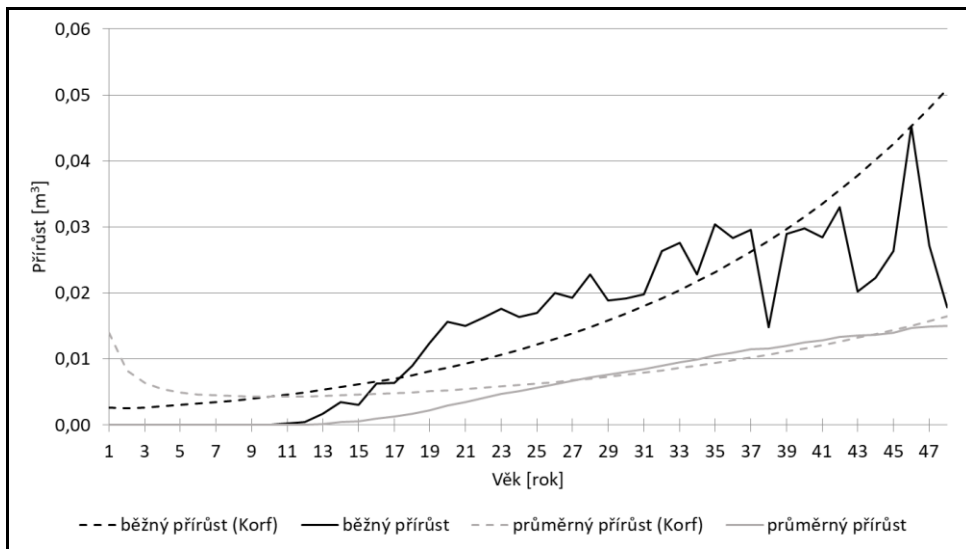
Graf 20. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 4

U výčetní kruhové základny vzorníku č. 4 (graf 21) bylo největšího běžného ročního přírůstu ( $2\,749\text{ mm}^2$ ) dosaženo ve věku 21 let. Průměrný roční přírůst pak kulminoval na hodnotě  $1\,143\text{ mm}^2$  ve věku 32 let.



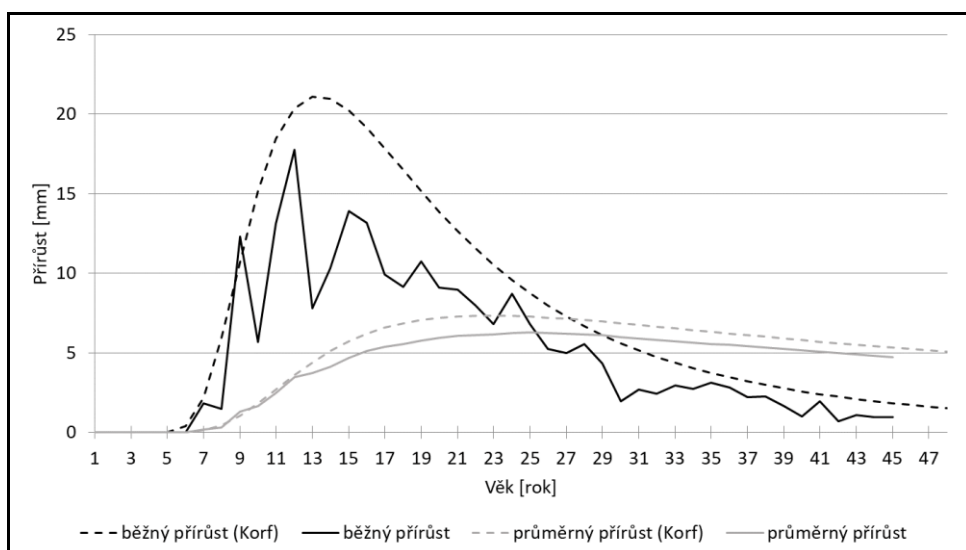
Graf 21. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 4

Podobně jako u objemového přírůstu vzorníku č. 2 se ani v tomto případě nepodařilo vypočtená data objemu kmene po sekcích dobře vyrovnat, což je zřejmé z grafu 22, kdy mají křivky běžného i průměrného ročního přírůstu své počátky mimo nulu (graf 22).



Graf 22. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 4

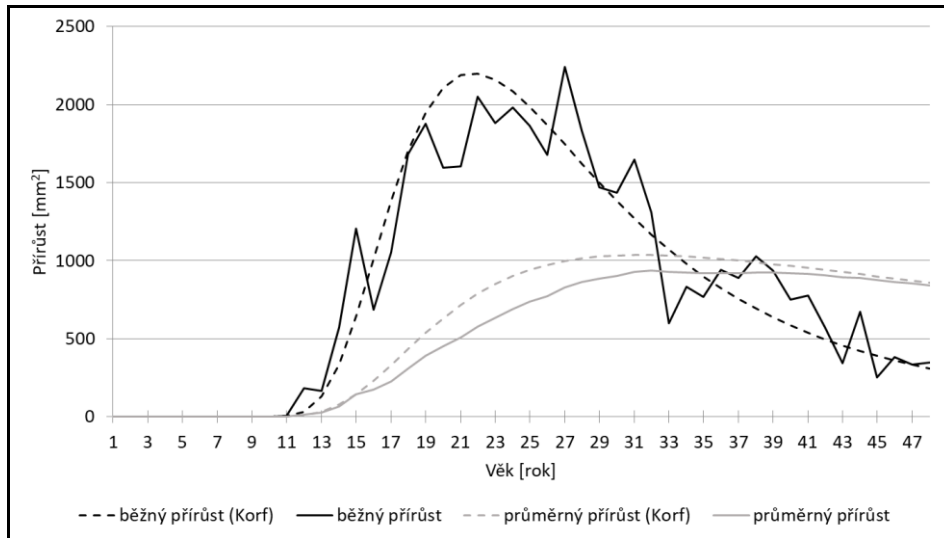
U vzorníku č. 5 bylo maxima běžného ročního tloušťkového přírůstu (21,1 mm) dosaženo ve věku 13 let. Velikost průměrného ročního přírůstu ve věku kulminace, tj. ve 27 letech, činila 7,1 mm (graf 23).



Graf 23. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 5

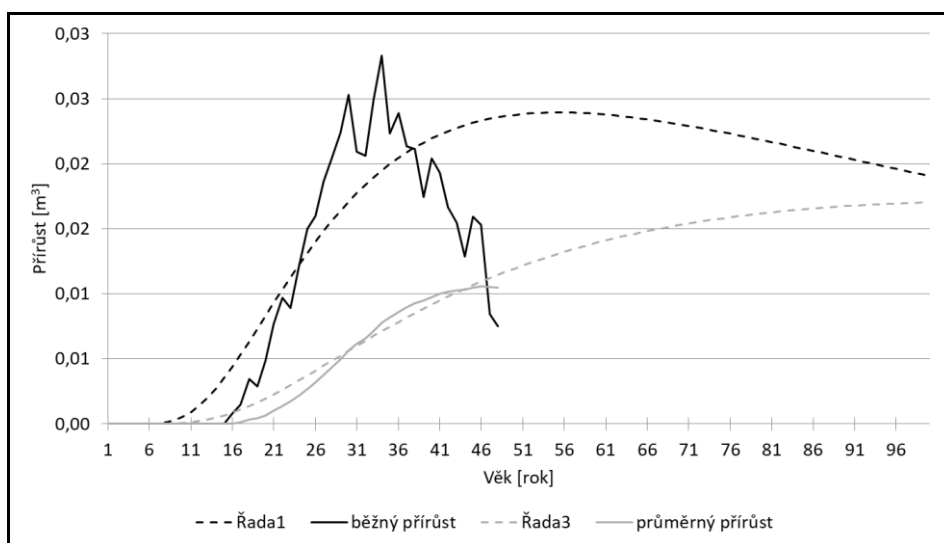


Průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny vzorníku č. 5 činil v době kulminace (22 let) 2 200 mm<sup>2</sup>. Ve 33 letech pak vyvrcholil průměrný roční přírůst, který v té době dosahoval velikosti 1 033 mm<sup>2</sup> (graf 24).



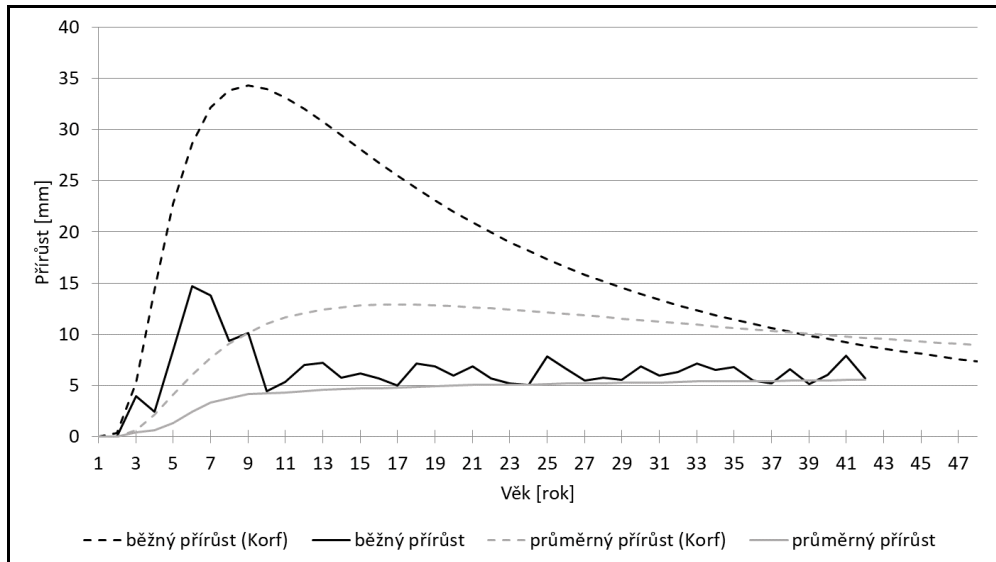
Graf 24. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 5

Z grafu 25 je patrné, že v případě objemu kmene vzorníku č. 5 ve věku 48 let dosud nedošlo ke kulminaci ani běžného, ani průměrného ročního přírůstu. Průběh křivky běžného ročního přírůstu vyrovnané pomocí Korfovy růstové funkce však naznačuje, že by k jeho vyvrcholení mohlo dojít v nedaleké budoucnosti.



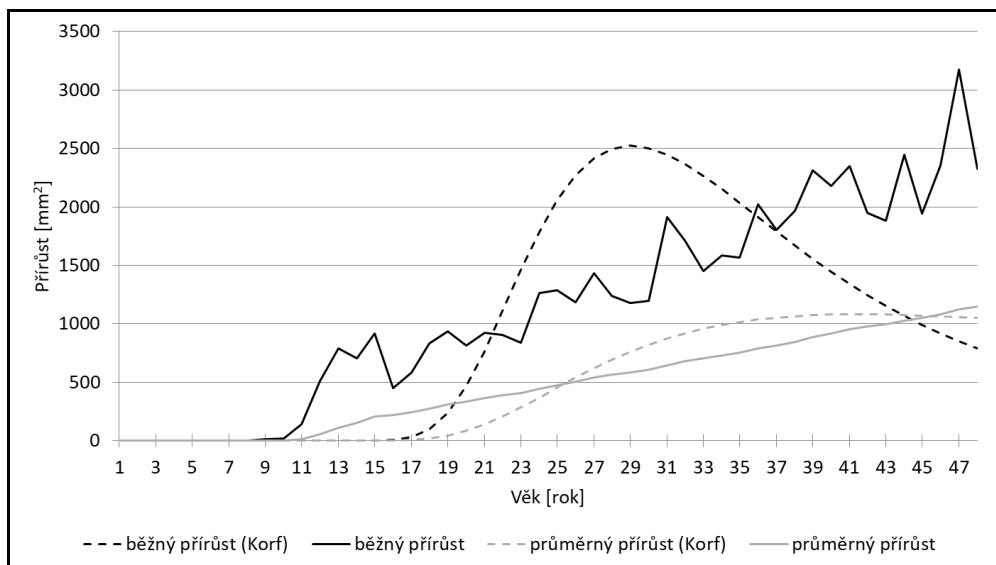
Graf 25. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 5

U běžného ročního tloušťkového přírůstu vzorníku č. 6 je patrný strmý růst, a to až do 9 let věku, kdy dosahuje maxima 34,3 mm a poté již zvolna klesá. Průměrný roční přírůst kulminoval ve věku 38 let na hodnotě 10,2 mm (graf 26).



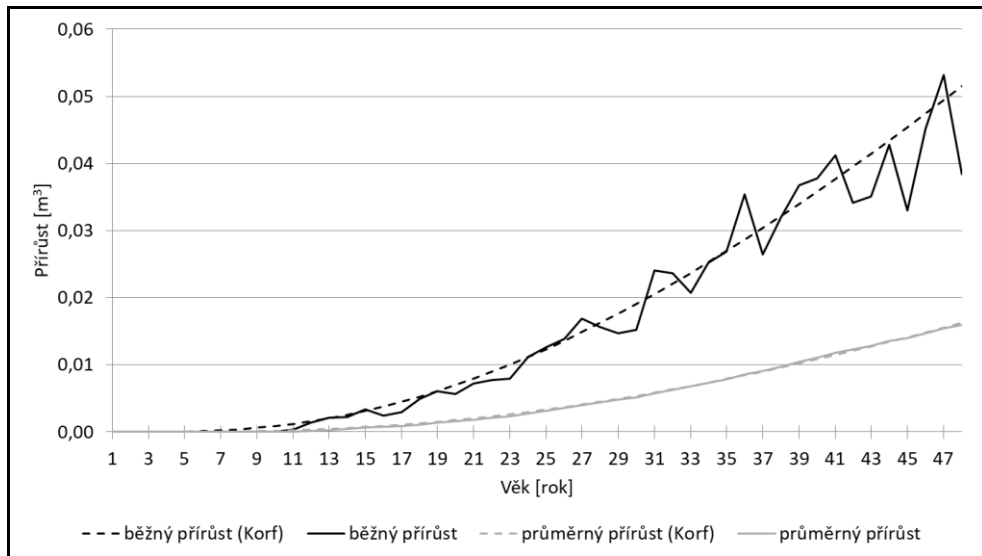
Graf 26. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 6

Vyrovnané přírůstové křivky výčetní kruhové základny u vzorníku č. 6 jsou zobrazeny v grafu 27. Nejvyšší běžný roční přírůst ( $2\,522\text{ mm}^2$ ) nastal ve 29 letech, průměrný roční přírůst pak vyvrcholil ve věku 44 let, když dosáhl  $1\,077\text{ mm}^2$ .



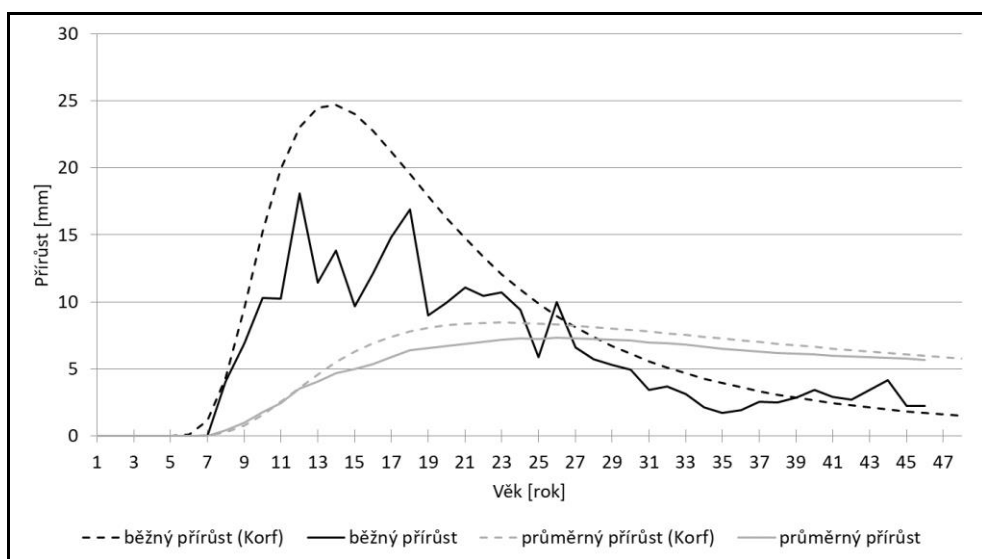
Graf 27. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 6

Také u vzorníku č. 6 (graf 28) nebyla pomocí vyrovnání získaných dat Korfovou růstovou funkcí nalezena maxima běžného a průměrného ročního objemového přírůstu. Ani u jedné z přírůstových křivek se zatím neprojevil známky zpomalení nárůstu objemu.



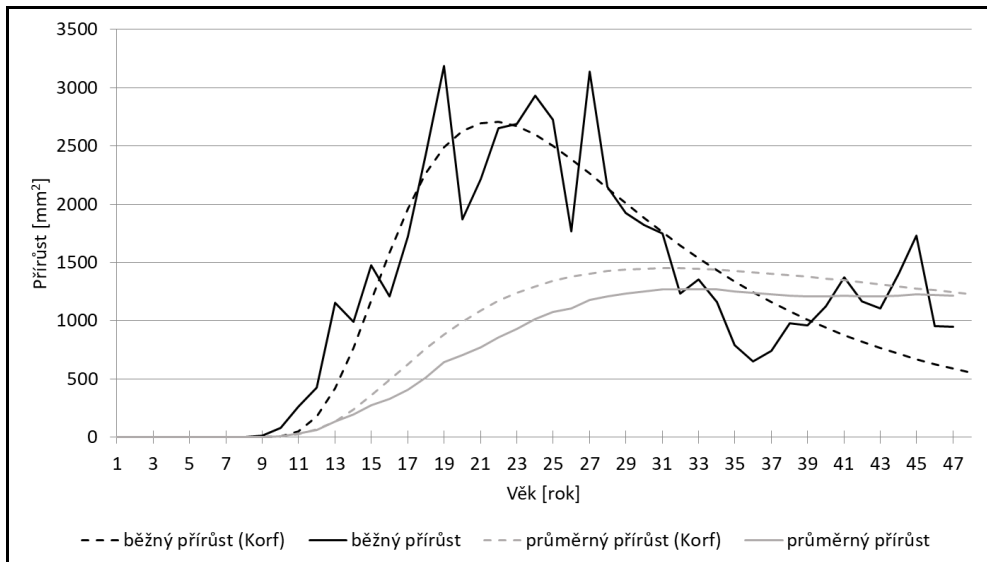
Graf 28. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 6

Běžný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 7 zobrazený na grafu 29 se zpočátku velmi rychle zvětšoval a svého maxima (24,7 mm) dosáhl ve věku 14 let. Velikost průměrného ročního přírůstu činila v době vyvrcholení, tj. ve věku 27 let, 8,2 mm.



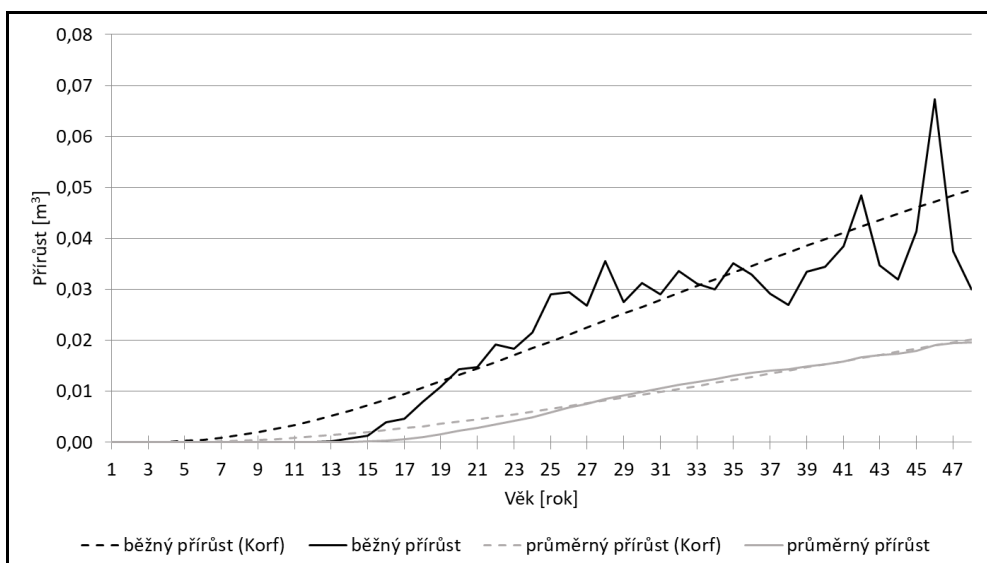
Graf 29. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 7

Průběh přírůstů výčetní kruhové základny vzorníku č. 7 je prezentován v grafu 30. Běžný roční přírůst byl nejvyšší ve věku 22 let (2 707 mm<sup>2</sup>). O 12 let později kulminoval průměrný roční přírůst (1 438 mm<sup>2</sup>).



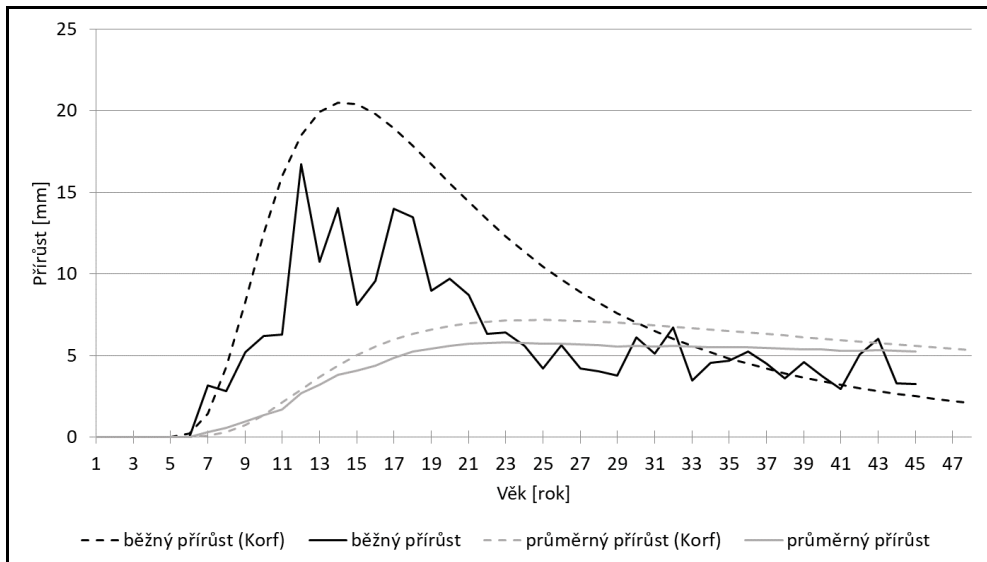
Graf 30. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 7

Z grafu 31 zobrazujícího průběh vyrovnaných přírůstových křivek objemu kmene je patrné, že i v případě vzorníku č. 7 dosud nebyla dosažena maxima obou ročních přírůstů.



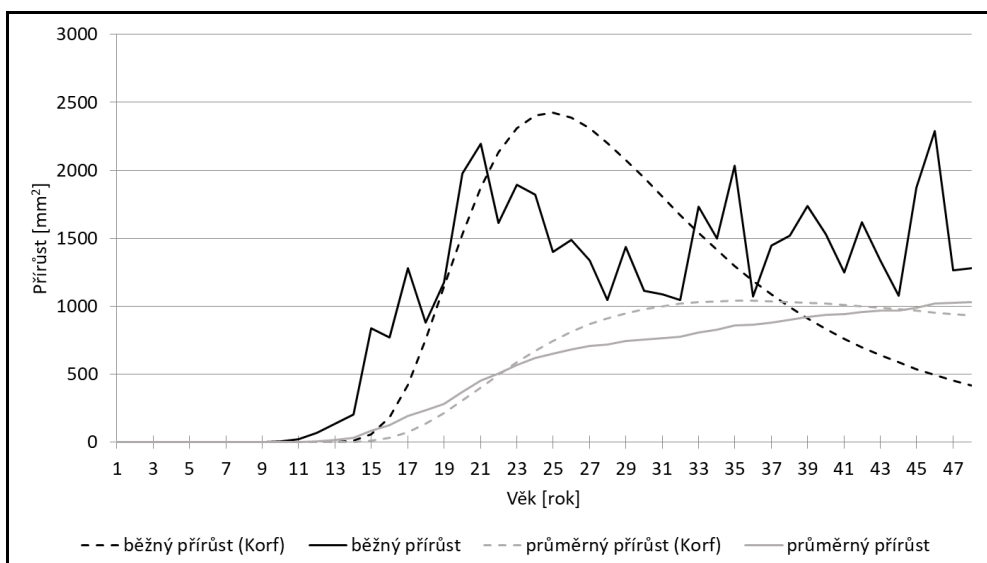
Graf 31. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 7

U vzorníku č. 8 (graf 32) kulminoval běžný roční tloušťkový přírůst ve věku 14 let na hodnotě 20,5 mm. Velikost průměrného ročního přírůstu v době vyvrcholení, tedy ve 30 letech, činila 6,9 mm.



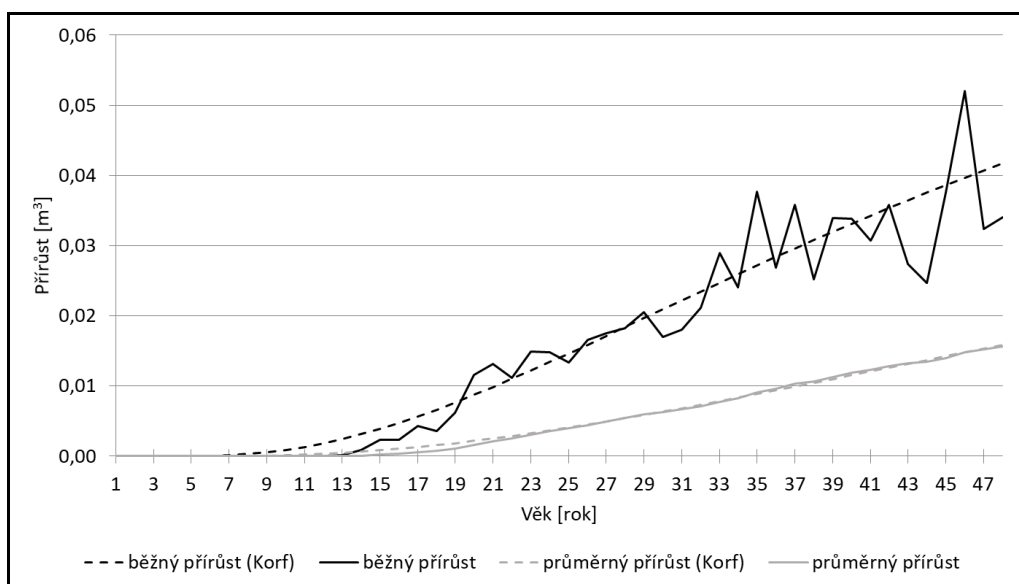
Graf 32. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 8

Výčetní kruhová základna u vzorníku č. 8 (graf 33) dosahovala maxima běžného ročního přírůstu ( $2\,422\text{ mm}^2$ ) ve věku 25 let. U průměrného ročního přírůstu nastala kulminace ve věku 38 let na hodnotě  $1\,033\text{ mm}^2$ .



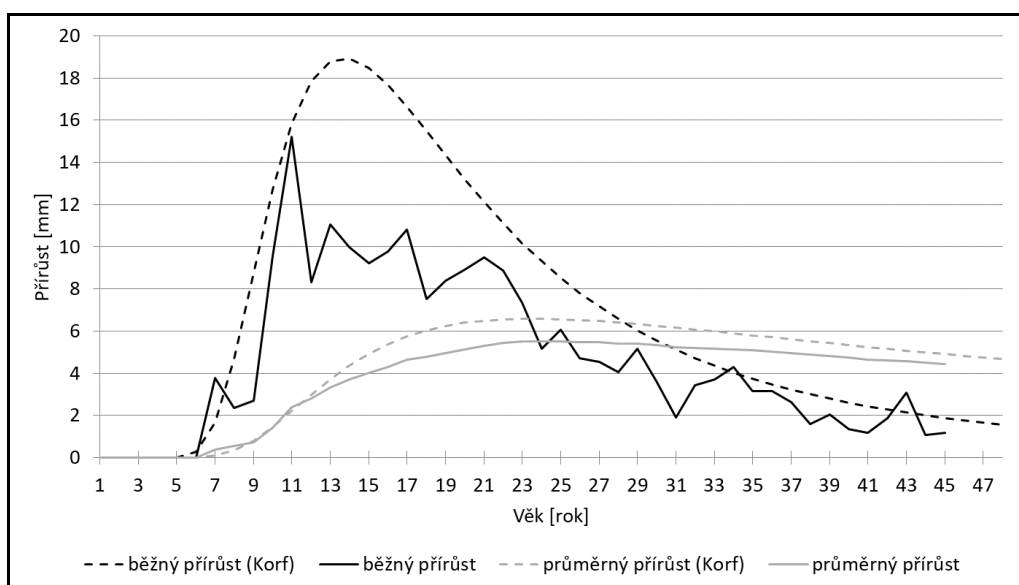
Graf 33. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 8

Z grafu 34 je zřejmé, že rovněž u vzorníku č. 8 nedošlo k vyvrcholení žádného objemového přírůstu, kdy na zobrazených křivkách není dosud patrný sestupný trend.



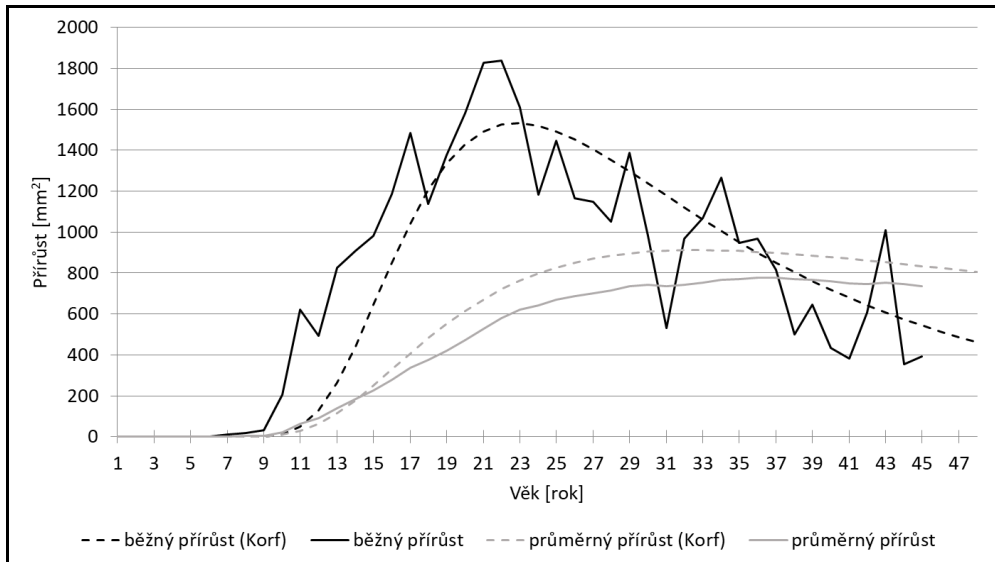
Graf 34. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 8

Průběh tloušťkového přírůstu u vzorníku č. 9 je zobrazen na grafu 35. Maximum běžného ročního přírůstu (18,9 mm) nastalo ve 14 letech, průměrný přírůst kulminoval ve 28 letech (6,4 mm).



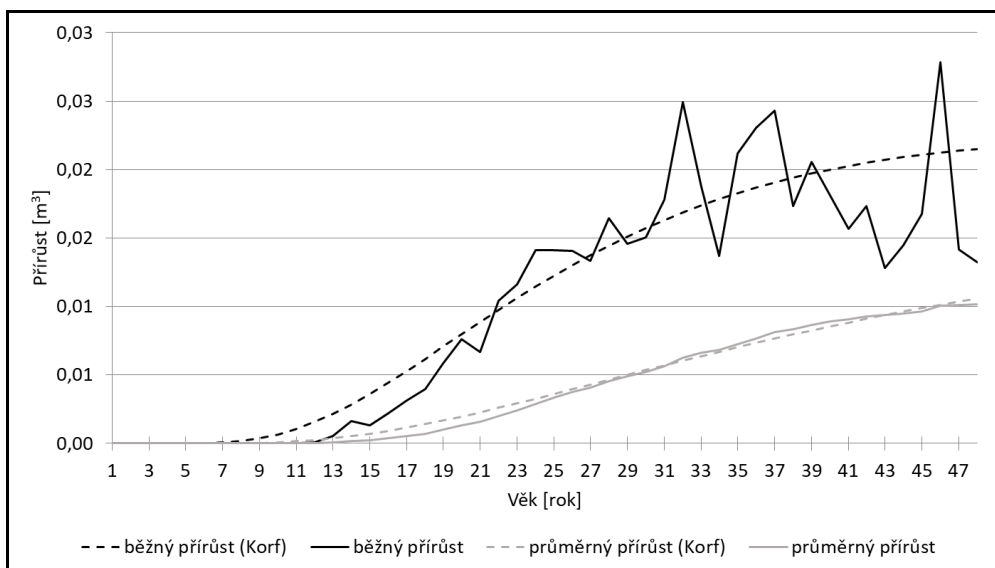
Graf 35. Běžný a průměrný roční tloušťkový přírůst u vzorníku č. 9

Vývoj přírůstu výčetní kruhové základny u vzorníku č. 9 je znázorněn na grafu 36. Největší hodnota běžného ročního přírůstu  $1\,532\text{ mm}^2$  byla dosažena ve věku 23 let, průměrný roční přírůst pak vyvrcholil o 13 let později ( $903\text{ mm}^2$ ).



Graf 36. Běžný a průměrný roční přírůst výčetní kruhové základny u vzorníku č. 9

Na grafu 37 je patrné, že stále nedošlo ke kulminaci běžného ani průměrného ročního přírůstu, nicméně křivky vyrovnané pomocí Korfovy růstové funkce vyjadřující dynamiku přírůstu se již začínají zplošťovat a nastává tak zpomalení růstu objemu.



Graf 37. Běžný a průměrný roční objemový přírůst u vzorníku č. 9

V tabulce 23 jsou uvedeny údaje o porostních zásobách všech variant sponu, které byly přepočítány na plochu 1 ha. U střední tloušťky a výšky je patrný nárůst těchto veličin směrem od hustého (1,5 × 1,5 m) po řídký spon (3 × 3 m). Stejný trend se ukázal i u výčetní kruhové základny středního kmene. Naopak u kruhové základny vztahované k plošné výměře 1 ha je trend opačný, což je ovlivněno počtem stromů. Hektarová zásoba hroubí byla nejvyšší u sponu 1,5 × 1,5 m (732 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>), u dvou zbývajících variant sponu pak činila 694 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (3 × 1,5 m) a 596 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup> (3 × 3 m).

Tab. 23. Souhrn biometrických údajů pro jednotlivé varianty sponu zastoupené na výzkumné ploše č. 291 – Písek, Hůrky ve věku 47 let

| Biometrické údaje                           |                                      | Varianty sponů |           |         |
|---|--------------------------------------|----------------|-----------|---------|
|   |                                      | 1,5 × 1,5 m    | 3 × 1,5 m | 3 × 3 m |
| Výčetní kruhová základna středního kmene    | [m <sup>2</sup> ]                    | 0,043          | 0,049     | 0,066   |
| Výčetní kruhová základna                    | [m <sup>2</sup> · ha <sup>-1</sup> ] | 57,3           | 55,1      | 47,2    |
| Počet stromů                                | [ks · ha <sup>-1</sup> ]             | 1 344          | 1 126     | 713     |
| Střední tloušťka                            | [cm]                                 | 23,4           | 25,0      | 29,0    |
| Střední výška                               | [m]                                  | 27,6           | 27,6      | 28,6    |
| Zakmenění                                   | -                                    | 1,48           | 1,38      | 1,15    |
| Celková zásoba hroubí (BERGEL 1971)         | [m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup> ] | 732            | 694       | 596     |
| Celková zásoba hroubí (PETRÁŠ, PAJTIK 1991) | [m <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup> ] | 847            | 801       | 687     |



## 6. Diskuse

### 6.1 Ověřovací výzkumné plochy č. 262a a 262b

Vzhledem k tomu, že severoamerické oblasti původu mateřských porostů potomstev jednotlivých stromů ověřovaných na výzkumné ploše č. 262a – Jíloviště, Cukrák nejsou bohužel známy (ZAVADIL 1974), je srovnání s jinými výzkumy obtížné. Sám ZAVADIL (1974) vyvodil z geografické blízkosti porostů, z nichž byl proveden sběr reprodukčního materiálu pro založení ověřovací plochy, že stromy stejného věku vysazené na stejném místě jsou pravděpodobně i téhož původu. Stejný závěr lze učinit i pro potomstva ověřovaná na mladší výzkumné ploše č. 262b. Pro teoretickou možnost zjištění severoamerického původu ověřovaného materiálu (např. SLAVOV et al. 2004; VAN LOO et al. 2019) byly odebrány vzorky rašících jehlic vybraných jedinců reprezentujících 6 zdrojových mateřských porostů douglasky v ČR (viz kapitolu 4.1.1), které byly předány do laboratoře DNA VÚLHM ve Strnadlech.

Stanoviště lokality Cukrák na jihozápadní hranici s Prahou je charakteristické nižší dostupností živin a relativním nedostatkem půdní vláhy (např. ŠINDELÁŘ et al. 2008), takže podmínky obou těsně sousedících výzkumných ploch nelze z pohledu bonity (produkčního potenciálu) považovat pro douglasku za zcela optimální.

V přehledu porostů s různou příměsí douglasky v tehdejší Československu (HOFMAN, HEGER 1958) se hodnoty střední výšky této dřeviny pohybují ve věku ca 59 let kolem (10–)16–28 m, resp. ve věku ca 54 let kolem (12–)16–20(–26) m (Cukrák v 59 letech střední výška 32,4 m; v 54 letech 30,1 m). V případě střední výčetní tloušťky jde ve věku okolo 59 let o hodnoty ca 20–40 cm (Cukrák 32,7–40,7 cm), resp. ve věku kolem 54 let o střední výčetní tloušťky ca 16–33 cm (Cukrák 31,9–37,9 cm). Ačkoliv nejsou hodnoty přímo porovnatelné, je zřejmé, že dosahované rozměry ověřovaných potomstev výběrových (dnešní terminologií rodičovských) stromů na lokalitě Cukrák představují dobrý výsledek pozitivní selekce.

Disponibilní údaje o růstu douglasky na pobřeží Dánska (věk 57 let, 30 m n. m., 650–700 mm srážek; resp. věk 56 let, 55 m n. m., 550–600 mm) zmiňují v prvním případě střední výšku 29 m, střední výčetní tloušťku 46,9 cm a dosahovanou zásobu  $401 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , resp. ve druhém případě 29 m, 42,3 cm a  $363 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Obdobná

informace z Francie o 55letém porostu uvádí střední výšku 32,8 m, střední výčetní tloušťku 39,5 cm a zásobu hroubí  $620 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Na základě experimentů v Evropě jsou pak obecně pro douglasku ve věku 41–60 let udávány hodnoty střední výšky 21–33 m, střední výčetní tloušťky 27–47 cm a příslušné porostní zásoby 271–856  $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (SCHOBER 1963). Při porovnání s oběma výzkumnými plochami na lokalitě Cukrák je tedy zřejmé, že jsou u všech ověřovaných potomstev tyto hodnoty dosahovány až překračovány.

Výsledky hodnocení růstu potomstev 20 stromů (z nichž jich 11 bylo v době od sběru osiva uznáno za výběrové) na ověřovací ploše č. 262a 10 let po výsadbě (r. 1971) publikoval ZAVADIL (1976). Projevil se pozitivní význam individuálního výběru, když byla v mortalitě i výšce potomstev prokázána velká variabilita. Ztráty se z pohledu lokalit sběru pohybovaly v sestupném pořadí od 30,6 % (Lomnice nad Popelkou, Navarov), přes 34,3 % (Opočno, Bolehošť), 36 % (Písek, Nové Sedlo), po 22,6 % (Příbram, Hluboš). Ve výšce v daném věku vynikala potomstva 76N, 502, 215N, 212N, 214N, 234N a zaostávala naopak 226N, 503, 203, 101 či 74N. Platilo tak, že nevýběrové stromy (N) se ve dvou sledovaných parametrech jeví většinou jako lepší než potomstva excelentních stromů uznaných jako výběrové. S určitými výjimkami (např. 234N) lze tvrdit, že i ve věku 59 let se pomalu, resp. rychle rostoucí potomstva udržují v těchto dvou skupinách.

Střední výšky porostů douglasky, které uvádí z výzkumných ploch BERAN (1993), se ve věku 53, resp. 55 let pohybují okolo hodnot 20 až 25 m, v případě plochy s věkem 58 let pak kolem 22 m. Střední výčetní tloušťky kolísají v 53 (55) letech mezi 22 a 28 cm, zatímco v 58 letech dosahují 24 cm. I v těchto případech tak hodnoty potomstev ověřovaných na Cukráku publikované údaje převyšují.

BUŠINA (2006) uvádí pro věkový stupeň douglasky 51–60 let průměrnou výšku 26,8 m (min. 25 m, max. 28 m), průměrnou výčetní tloušťku 37,3 cm (min. 33,5 cm, max. 42 cm) a průměrný objem  $1,45 \text{ m}^3$  (min.  $1,11 \text{ m}^3$ , max.  $1,85 \text{ m}^3$ ). Uvedené hodnoty z pro douglasku optimálního Písecka dobře odpovídají rozměrům potomstev elitních stromů douglasek ověřovaných na lokalitě Cukrák (54 let: průměrná výška 30,1 m, min. 29,2 m, max. 31,6 m; průměrná výčetní tloušťka 34,9 cm, min. 31,9 cm, max. 37,9 cm; průměrný objem  $1,230 \text{ m}^3$ , min.  $1,004 \text{ m}^3$ , max.  $1,493 \text{ m}^3$ ; 59 let:

průměrná výška 32,4 m, min. 30,4 m, max. 35,4 m; průměrná výčetní tloušťka 40,4 cm, min. 32,7 cm, max. 47 cm; průměrný objem 1,710 m<sup>3</sup>, min. 1,105 m<sup>3</sup>, max. 2,335 m<sup>3</sup>).

HOFMAN (1964) zmiňuje další údaj ze Slovenska (věk 55 let) o porostní zásobě 803 m<sup>3</sup>, což opět koresponduje se zásobou na ploše 262b ve věku 54 let, která u nejpomaleji rostoucího potomstva dosahuje 607 a u nejrychleji rostoucího 1212,7 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>.

Ověřovaná generativní potomstva domácích porostů se růstově vyrovnají i nejlepším proveniencím z dovozu původem z ostrova Vancouver a z Washingtonu mezi Pobřežními horami a Kaskádami (ŠIKA 1985).

Na nejstarších provenienčních plochách s douglaskou tisolistou v ČR, které byly vyhodnoceny ve věku 60 let (BERAN et al. 2019) dosahovala střední výška na lokalitě Horní Lhota 27,6 m (nejpomaleji rostoucí proveniencie 27 m, nejrychleji rostoucí 29 m). Výčetní tloušťka měla nejnižší hodnotu 36,3 cm a nejvyšší 44 cm. Údaj o zásobě odpovídá formuli (253–)424(–552) m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>. Na výzkumné ploše Studená Loučka jsou hodnoty následující: výška (21–)24,7(–27,3) m; výčetní tloušťka (31,8–40,9) cm, zásoba (194–)358(–580) m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>. Při srovnání s údaji z plochy č. 262a lze opět konstatovat převahu elitního materiálu potomstev výběrových stromů na lokalitě Cukrák.

V případě ověřovací plochy č. 262a odpovídalo při porovnání s modely růstových tabulek (PETRÁŠ, MECKO 2008) z pohledu střední výšky, výčetní tloušťky i kmenové zásoby nejlépe rostoucí potomstvo č. 501 (Opočno, Bolehošť) nejvyšší absolutní výškové bonitě 44. Ke stejné bonitě bylo možné zařadit i všechna ostatní potomstva, s výjimkou nejpomaleji rostoucího č. 101 (Příbram, Hluboš), které se z pohledu výšky, resp. výčetní tloušťky již blížilo bonitě 40, z pohledu kmenové zásoby pak bonitě 32. Pokud jde o plochu č. 262b, i zde odpovídaly růstové ukazatele vesměs nejlepší bonitě 44, pouze u nejpomaleji rostoucích potomstev spadaly zejména z pohledu zásoby k nižší bonitě 40.

## 6.2 Sponová výzkumná plocha č. 291

První předběžné hodnocení sponové výsadby č. 291 – Písek, Hůrky ve věku 9 let zpracoval PÁV (1985). Na době zapojení kultury douglasky závisí mj. doba prvního

výchovného zásahu, a proto je důležité objasnit vztah mezi počátečním sponem a vývojem porostu (úhyn sazenic, rychlost zapojení, tloušťka větví, tloušťka kmene, výška, štíhlostní kvocient). Podle údajů z literatury by širší spony měly vést k nižší mortalitě, avšak dle výsledků z písecké plochy byly relativní ztráty sazenic u všech sponů obdobné, i když v absolutních číslech úměrné hustotám porostů. Do věku 9 let nebyl prokázán vztah mezi sponem a tloušťkou větví, který nastává, až když zápoj překročí 60 %. S poklesem hustoty porostu (zvětšováním sponu) se zvětšovaly průměrná tloušťka i výška, další snížení hustoty pod 2250 ks · ha<sup>-1</sup> však již efekt nepřineslo. Jak autor upozorňuje, k vlivu sponu na oba růstové ukazatele začíná docházet ještě před plným zapojením, kdy se mezi jedinci již zřejmě začínají vytvářet vzájemné podzemní i nadzemní vazby, na které má vliv i světlo, teplo, vzdušná vlhkost a půdní vlastnosti. S hustotou sponu štíhlostní kvocient vzrůstá (při současném poklesu stability porostu) a s věkem se naopak snižuje. Na ploše č. 291 klesá ve 46 letech štíhlostní kvocient od 1,24 (spon 1,5 × 1,5 m), přes 1,15 (3 × 1,5 m) až po 1,00 (3 × 3 m).

Podle HOFMANA (1964) je vliv sponu u douglasky v porovnání s jinými dřevinami mnohem výraznější. Širší spon zvyšuje růstové parametry porostu, ale snižuje jeho kvalitu (tvárnost, přímmost, jemnost zachvojení stromů). Příliš hustý spon (1600–6400 ks · ha<sup>-1</sup>) může vést k pozdějším vývrátům, zcela přehoustlé porosty (nad 6400 ks · ha<sup>-1</sup>) však mohou být větrem postiženy méně, nicméně se u nich zvyšuje riziko napadení sypavkami či přetrvávání odumřelých větví na kmeni. Celkově HOFMAN (1964) naznačuje výhody sponu 1,5 × 1,5 m (4444 ks · ha<sup>-1</sup>). Na příliš jemnozrnných půdách bývá doporučován spon řidší. VACEK et al. (2009) doporučují rovněž spon 1,5 × 1,5 m. Podle výsledků měření plochy č. 291 ve 46 letech se z hlediska vlivu na růstové ukazatele nejlépe projevil nejširší testovaný spon (3 × 3 m), který byl však současně spojen s nejnižší kvalitou (nejméně tvárných a vitálních jedinců, nejvíce suchých stromů). I tyto poznatky tedy naznačují, že vhodný spon by měl být zřejmě o něco hustší.

Blízký věk pokusné ploše č. 291 má i monokulturní porost douglasky na Černokostelecku (věk 44 let), jehož produkční charakteristiky zveřejnili HART a REMEŠ (2006). Uváděný počet stromů 576 ks · ha<sup>-1</sup> nejlépe odpovídá variantě sponu 3 × 3 m na ploše č. 291. Porost ve středních Čechách dosahuje v daném věku střední výšky

26,4 m, střední výčetní tloušťky 34 cm, objemu středního kmene 1,21 m<sup>3</sup> a zásoby 118,54 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>. Provenience Wind River na jihočeské lokalitě tak svým růstem za daným porostem dosti zaostává.

Vliv počáteční hustoty (sponu) douglasky na tvorbu biomasy do středního věku porostů studovali v podmínkách jižní Itálie MARZILIANO et al. (2015), přičemž porovnávali celkem šest variant hektarových počtů (sponů) sazenic: 833 (3 × 4 m), 1000 (2,5 × 4 m), 1250 (2 × 4 m), 1667 (2 × 3 m), 2000 (2 × 2,5 m), 2500 (2 × 2 m). Až do věku 25 let se nejvíce biomasy i kmenové zásoby vytvářelo u variant s hustým sponem. S postupem času však vliv počáteční hustoty porostu ztrácel na významu, takže při hodnocení ve 32 letech již nebyly difference v hmotnosti biomasy ani hektarové zásobě patrné. Během dalšího vývoje porostů do věku 40 let se však situace obrátila, když bylo nejvíce (405 t · ha<sup>-1</sup>) biomasy zjištěno u varianty s počáteční hustotou 2000 ks · ha<sup>-1</sup> a nejméně (381 t · ha<sup>-1</sup>) u varianty 2500 ks · ha<sup>-1</sup>. U kmenových zásob byla situace mírně odlišná se sestupným pořadím variant: 1000, 2500, 1250, 833, 2000, 1667 ks · ha<sup>-1</sup>. Autoři dospěli k závěru, že pro krátká obmýtí je nejvhodnější počáteční hustota 2000 ks · ha<sup>-1</sup> a pro delší 1000–1200 ks · ha<sup>-1</sup>. V našich podmínkách uvádí vyhláška č. 298/2018 Sb. obmýtí 100–120 let, kterému by tedy měly odpovídat spíše řidší varianty sponu. Platná vyhláška č. 139/2004 Sb. však stanovuje pro obnovu douglasky bez ohledu na hospodářský soubor minimální počty sazenic 3000 ks · ha<sup>-1</sup>. S ohledem na výsledky italských pokusů i experimentu na ploše č. 291, kde se ve středním věku jako nejlepší z produkčního hlediska (ne však kvalitou) jeví varianta s nejvolnějším sponem, je proto žádoucí zaměřit na tuto problematiku výraznější pozornost výzkumu a se zřetelem na dosud neuspokojivé řešení dostatku vhodného osiva douglasky případně národní legislativu v daném směru upravit.

Při porovnání růstových ukazatelů provenience Wind River s modely růstových tabulek (PETRÁŠ, MECKO 2008) z pohledu střední výšky, výčetní tloušťky i kmenové zásoby odpovídala nejvyšší absolutní výškové bonitě 44 sponová varianta 3 × 3 m. Ostatní dvě varianty byly k nejvyšší bonitě řazeny pouze na základě střední výšky, zatímco z pohledu dalších ukazatelů růstu již příslušely k nižší bonitě 40.

Z přírůstové analýzy vzorníků ze sponové plochy č. 291 – Písek, Hůrky vyplynulo, že ze sledovaných přírůstů kulminoval jako první tloušťkový, a to nejčastěji kolem 14 let. Nejčasnější kulminaci tloušťkového přírůstu potvrzuje i ŠMELKO (2007). Hodnoty

běžného ročního tloušťkového přírůstu ve většině případů přesahovaly 20 mm. Pro porovnání lze využít práci FULÍNA (2016), který podrobil přírůstové analýze vzorníky jedle obrovské (obdobný charakter růstu jako douglaska) z několika lokalit v ČR. Srovnatelné jsou údaje čtyř vzorníků ve věku 45–47 let. Běžný roční tloušťkový přírůst se u jedle obrovské pohyboval v rozmezí 8,88–17,51 mm s kulminací ve 12 až 18 letech. Průměrný roční tloušťkový přírůst dosahoval 6,66–8,95 mm s kulminací v ca 30 letech. Z porovnání tak vyplývá rychlejší tloušťkový přírůst douglasky, a to přesto, že se porosty jedle obrovské nacházejí na oglejeném stanovišti (40), zatímco douglaska na kyselém podkladu (3K).

V době odběru vzorníků ještě nevrcholily ani běžný, ani průměrný objemový přírůst, vyjma vzorníku č. 3, u kterého došlo ke kulminaci běžného ročního objemového přírůstu ve 43 letech. ŠEBÍK a POLÁK (1990) konstatují, že u rychlerostoucích dřevin, mezi které se řadí i douglaska, nastává kulminace běžného objemového přírůstu v rozmezí věku 40 až 70 let. Analyzovaný vzorník č. 3 se tak svou časnou kulminací přiblížil spodní hranici uvedeného rozsahu. U vzorníků č. 1 a č. 3 se pomocí Korfovy růstové funkce podařilo predikovat průběh křivek průměrného ročního objemového přírůstu, takže mohly být v obou případech stanoveny jeho očekávané kulminace (v ca 90, resp. 99 letech), což odpovídá poznatkům o poměrně pozdní kulminaci tohoto přírůstu (např. ŠEBÍK, POLÁK 1990).

## 7. Závěr

Výzkum nejvýznamnější introdukované dřeviny douglasky tisolisté zaměřený na ověřování potomstev elitních stromů, které se měly stát zdrojovou produkční bází osiva v semenných sadech, realizovaný na dvou ověřovacích plochách na lokalitě Cukrák u Prahy s kyselým podložím a nižší dostupností půdní vláhy, přinesl nové poznatky z hodnocení experimentálního materiálu ve středním věku. I když nelze vzhledem k neznámému původu originálního zdroje douglasek v Severní Americe provádět detailní srovnávání zjištěných rozměrů a přírůstů, je podle fenotypu potomstev vysoce pravděpodobné, že jsou odvozena od pobřežní variety. Dosahované hodnoty dendrometrických charakteristik (zejména potomstva 501, 215N /zásoby > 1000 m<sup>3</sup> · ha<sup>-1</sup>/, ale i potomstva 513, 214N, 76N, 213N, 502 aj.) pak dokládají úspěch v minulosti realizované pozitivní individuální selekce, neboť ověřovaná generativní potomstva při porovnání s dostupnými údaji z jiných výsadeb douglasek srovnatelného věku mají vynikající růst a vyrovnají se i nejlepším proveniencím z dovozu.

Rovněž výzkum počáteční hustoty (sponu) obnovovaných douglaskových porostů má vzhledem k přetrvávajícím obtížím se získáváním kvalitního osiva pro domácí lesní hospodářství své opodstatnění. Výsledky měření plochy č. 291 ve 46 letech sice dokládají nejvyšší produkci u porostu s počátečním sponem 3 × 3 m (1111 ks · ha<sup>-1</sup>), ta je však spojena s nejnižší kvalitou. Vhodný spon by tedy měl být hustší, podle výsledků různých autorů bývá doporučováno ca 2000 ks · ha<sup>-1</sup>. Platná vyhláška č. 139/2004 Sb. stanovuje při obnově douglasky minimální počty sazenic 3000 ks · ha<sup>-1</sup>.

Při srovnání dosažených růstových parametrů provenience Wind River s modely růstových tabulek (PETRÁŠ, MECKO 2008) příslušela jak z pohledu střední výšky, tak výčetní tloušťky a kmenové zásoby nejvyšší tabulkové absolutní výškové bonitě (44) varianta s počátečním sponem 3 × 3 m. Zbývající varianty byly podle některých kritérií řazeny k nejvyšší, podle jiných k druhé nejvyšší (40) bonitě. Z přírůstové analýzy vzorníků vyplynulo, že jako první kulminoval přibližně ve 14 letech tloušťkový přírůst.

Závěrem je z pohledu řešené problematiky možné nastínit určité směry, na které je vhodné soustředit pozornost dalšího výzkumu. V širším kontextu je nedořešenou otázkou inkompatibilita roubů a podnoží douglasky pro potenciálně širší uplatnění

semenných sadů, v nichž by byly zastoupeny elitní stromy vyselektované v rámci ČR v již částečně adaptovaných mateřských porostech. Jako zdrojový materiál roubů lze případně využít i starší experimentální výsadby různého charakteru (např. i výzkumné plochy č. 262a a 262b). Podpořit je třeba i výzkum v oblasti semenářství (stratifikace), který již ostatně probíhá (např. MARTINÍK, PALÁTOVÁ 2012; HOUŠKOVÁ et al. 2014). Z pohledu většího uplatnění přirozené obnovy je základní otázkou identifikovat faktory prostředí, které daný způsob regenerace porostů v pozitivním či negativním smyslu ovlivňují, neboť konkrétní důvody, proč se v některých případech zmlazení dostavuje v hojné míře a jinde ne, dosud nejsou zcela objasněny.

Zejména pro případ, že by domácí lesní hospodářství zůstalo odkázáno na dovozy reprodukčního materiálu douglasky z oblasti původního areálu v Severní Americe či ze států, do nichž byla úspěšně introdukována, je žádoucí pokusit se pomocí analýz DNA identifikovat či alespoň šířeji specifikovat oblasti přirozeného původu našich starších douglaskových porostů, a to jak těch, které se v domácích podmínkách zvláště osvědčily, tak i porostů s nízkou produkcí a kvalitou. Tento výzkum je však přínosný i z jiných hledisek a výsledky by nepochybně našly širší uplatnění.

Dovolí-li to v budoucnu stav pokusných výsadeb, jejichž hodnocení bylo předmětem této práce, bude přínosné jejich opětovné šetření ve vyšším věku. Vzhledem k existenci některých dosud nezodpovězených otázek týkajících se ideálního sponu, který by měl být využit při výsadbách douglaskových porostů, by bylo žádoucí založit i další polní pokusy, které by svým designem zohlednily již získané informace. V souvislosti se sponovou plochou č. 291 je vhodné soustředit pozornost i na o rok mladší sponovou plochu Čížová (0,5 ha, 440 m n. m., LT 356) z téže série (ověřovány spony 2,5 × 1,25 m a 2,5 × 2,5 m), je-li dosud k měření způsobilá, a následně provést porovnání výsledků.



## 8. Literatura

1. BASTIEN, J.C.; SANCHEZ, L.; MICHAUD, D. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). In PÂQUES, L.E. (ed.). *Forest tree breeding in Europe : Current state-of-the-art and perspectives*. 1. vyd. Dordrecht : Springer Science+Business Media, 2013. s. 325-369. ISBN 978-94-007-6145-2.
2. BATES, C.G. *Forest types in the central Rocky Mountains as affected by climate and soil*. Department Bulletin No. 1233. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1924. 152 s.
3. BENČAĽ, F. *Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania*. 1. vyd. Bratislava : VEDA, 1982. 359 s.
4. BERAN, F. Fenotypová proměnlivost a růst douglasky tisolisté na školním polesí Hůrka (Střední lesnická škola Písek). *Zprávy lesnického výzkumu*. 1993, vol. 38, no. 3, s. 5-15. ISSN 0322-9688.
5. BERAN, F. Douglaska tisolistá v ČR – biologie, genetika, provenienční výzkum. In SLODIČÁK, M.; NOVÁK, J. (eds.). *Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2014, s. 20-47. ISBN 978-80-7458-65-9.
6. BERAN, F. Douglaska tisolistá v ČR – poznatky z provenienčního výzkumu. In NOVÁK, J.; KACÁLEK, D. (eds.). *Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2018, s. 6-47. ISBN 978-80-7458-110-6.
7. BERAN, F.; DOSTÁL, J.; FULÍN, M. Vyhodnocení nejstarších provenienčních ploch s douglaskou tisolistou v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2019, vol. 64, no. 2, s. 65-76. ISSN 0322-9688.
8. BERÁNEK, T.; BOHÁČ, P.; DRÁPELA, M.V.; HARVALÍK, M.; LIŠČÁK, V.; ŠIMŮNEK, R.; ŠRÁMEK, R. *Index českých exonym : Standardizované podoby. Varianty*. 2. rozšířené a aktualizované vyd. Praha : Český úřad zeměměřický a katastrální, 2011. 133 s. ISBN 978-80-86918-64-8.
9. BERGEL, D. Die Herleitung neuer Massentafeln für die Douglasie in Nordwestdeutschland. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 1971, vol. 142: 247-256.

10. CAFOUREK, J. Dovoz osiva douglasky tisolisté do ČR. *Lesnická práce*. 2014, vol. 93, no. 7, s. 432-434. ISSN 0322-9254.
11. BUŠINA, F. Produkční potenciál douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) v porostech Školního polesí Hůrky VOŠL a SLŠ v Písku. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.). *Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti*. 1. vyd. Praha : Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12.-13. 10. 2006, ČZU v Praze, 2006, s. 77-83. ISBN 80-213-1532-6.
12. DEBELL, D.S.; TURPIN, T.C. Red Alder. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 26-28.
13. DEBRECZY, Z.; RÁCZ, I. New species and varieties of conifers from Mexico. *Phytologia*. 1995, vol. 78, no. 4, s. 217-243. ISSN 00319430.
14. ECKENWALDER, J.E. *Conifers of the world : the complete reference*. 1. vyd. Portland, London : Timber Press, 2009. 720 s. ISBN 978-0-88192-974-4.
15. FARJON, A. *A handbook of the world's conifers : Volume 1*. 1. vyd. Leiden-Boston : Brill, 2010. 1102 s. ISBN 978-90-04-17718-5.
16. FARJON, A.; FILER, D. *An atlas of the world's conifers : an analysis of their distribution, biogeography, diversity, and conservation status*. 1. vyd. Leiden : Brill, 2013. 524 s. ISBN 978-90-04-21181-3.
17. FRANKLIN, J.F.; EMMINGHAM, W.; JASZKOWSKI, R. True fire – hemlock. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 13-15.
18. FROTHINGHAM, E.H. *Douglas Fir : A study of the Pacific Coast and Rocky Mountain forms*. Circular 150. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1909. 38 s.
19. FULÍN, M. *Růst a environmentální vlivy pěstování jedle obrovské v podmínkách České republiky*. Doktorská disertační práce, ČZU, Praha, školitel prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., 2016. 167 s.
20. GRAHAM, R.T.; WELLNER, C.A.; WARD, R. Mixed conifers, western white pine, and western redcedar. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest*

- types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 13-15.
21. GRIFFIN, J.R. A new Douglas-fir locality in Southern California. *Forest Science*. 1964, vol. 10, no. 3, s. 317-319. ISSN 0015-749X.
  22. HARRIS, A.S.; JOHNSON, D.L. Western hemlock – Sitka spruce. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 5-8.
  23. HART, V.; REMEŠ, J. Porovnání porostů douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco) ve středním věku na území ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.). *Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti*. 1. vyd. Praha : Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12.-13. 10. 2006, ČZU, 2006, s. 57-64. ISBN 80-213-1532-6.
  24. HERMANN, R.K.; LAVENDER, D.P. Douglas fir. In BURNS, R.M; HONKALA, B.H. (tech. coords.). *Silvics of North America : Volume 1. Conifers*. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1990, 527-540 s.
  25. HERMANN, R.K. Natural Range. In LAVENDER, D.P.; HERMANN, R.K. *Douglas-fir : The genus Pseudotsuga*. 1. vyd. Corvallis : Oregon State University, 2014, s. 15-29. ISBN 978-0-615-97995-3.
  26. HERMANN, R.K.; LAVENDER D.P. Douglas fir. In BURNS, R.M; HONKALA, B.H. (tech. coords.). *Silvics of North America : Volume 1. Conifers*. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1990, s. 527-540.
  27. HERMANN, R.K.; LAVENDER, D.P. Douglas fir planted forests. *New Forests*. 1999, vol. 17, no. 1-3, s. 53-70. ISSN 0169-4286.
  28. HOFMAN, J. Douglaska v Polsku. *Zprávy VÚLHM*. 1961, vol. 7, no. 1, s. 1-6. ISSN 0322-9688
  29. HOFMAN, J. *Pěstování douglasky*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1964. 253 s.
  30. HOFMAN, J., HEGER, B. Přehled douglaskových výsadeb v Československu. *Zprávy VÚLH*, 1958, vol. 4, no. 1, s. 91-128. ISSN 0322-9688.

31. HOUŠKOVÁ, K.; MARTINÍK, A.; PALÁTOVÁ, E.; CAFOUREK, J.; HOUŠKA, J. Lze zlepšit vzcházivost osiva douglasky tisolisté? *Zprávy lesnického výzkumu*. 2014, vol. 59, č. 4, s. 256-263. ISSN 0322-9688.
32. KIRKWOOD, J.E. *Forest Distribution in the Northern Rocky Mountains*. Missoula : University of Montana, 1922. 180 s.
33. KŠÍR, J.; BERAN, F.; PODRÁZSKÝ, V.; NOVOTNÝ, P.; DOSTÁL, J.; KUBEČEK, J. Výsledky hodnocení mezinárodní provenienční plochy s douglaskou tisolistou (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na lokalitě Hůrky v jižních Čechách ve věku 44 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2015, vol. 60, no. 2, s. 104-114. ISSN 0322-9688.
34. KUPKA, I.; PODRÁZSKÝ, V.; KUBEČEK, J. Soil-forming effect of Douglas fir at lower altitudes – a case study. *Journal of Forest Science*. 2013, vol. 59, no. 9, s. 345-351. ISSN 1212-4834.
35. LASOIE J.P.; HINCKLEY T.M.; GRIER C.C. Coniferous forests of the Pacific Northwest. In: CHABOT B.F.; MOONEY H.A. (eds.) *Physiological ecology of North American plant communities*. 1. vyd. Dordrecht : Springer, 1985, s. 127-161. ISBN 978-94-010-8641-7.
36. LIŠČÁK, V.; BOHÁČ, P. *Jména států a jejich územních částí*. 4. vyd. Praha : Český úřad zeměměřický a katastrální, 2009. 111 s. ISBN 978-80-86918-57-0.
37. LUBOJACKÝ, J. Ochrana douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) proti kůrovcům (Coleoptera: Curulionidae: Scolytinae). *Lesnický průvodce*. 2018, vol. 17, s. 1-36. ISSN 0862-7657.
38. LUBOJACKÝ, J.; MODLINGER, R.; PEŠKOVÁ, V.; SAMEK, M. Vybraní biotičtí škodliví činitelé douglasky tisolisté. In NOVÁK, J.; KACÁLEK, D. (eds.). *Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2018, s. 54-79. ISBN 978-80-7458-110-6.
39. MARTINÍK, A.; PALÁTOVÁ, E. Je předosevní příprava osiva douglasky tisolisté nezbytná? *Zprávy lesnického výzkumu*. 2012, vol. 57, č. 1, s. 47-55. ISSN 0322-9688.
40. MARZILIANO, P.A.; COLETTA, V.; MENGUZZATO, G.; NICOLACI, A.; PELLICONE, G.; VELTRI, A. Effects of planting density on the distribution of biomass in a douglas-fir plantation in southern Italy. *iForest*. 2015, vol. 8, s. 368-376. ISSN 1971-7458.

41. McDONALD, P.M.; MINORE, D.; ATZET, T. Southwestern Oregon – Northern California hardwoods. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 13-15.
42. MLÍKOVSKÝ, J. Nepůvodní druhy: terminologie a definice. In MLÍKOVSKÝ, J.; STÝBLO, P. (eds.). *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Praha : ČSOP, 2006. 496 s. ISBN 80-86770-17-6.
43. MONDEK, J.; BALÁŠ, M. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) and its role in the Czech forests. *Journal of Forest Science*. 2019, vol. 65, no. 2, s. 41-50. ISSN 1212-4834.
44. MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. *Jehličnaté dřeviny : Lesnická dendrologie 1*. 1. vyd. Praha : Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.
45. NAKLÁDAL, O.; TURČÁNI, M. Přehled škůdců a potenciálních škůdců jedle obrovské (*Abies grandis* Lindl.) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) ve střední Evropě. In NEUHÖFEROVÁ, P. (ed.). *Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti*. 1. vyd. Praha : Sborník referátů konference v Kostelci nad Černými lesy 12.-13. 10. 2006, ČZU, 2006, s. 127-132. ISBN 80-213-1532-6.
46. NOVÁK, J.; KACÁLEK, D.; DUŠEK, D.; LEUGNER, J.; SLODIČÁK, M.; ŠIMERDA, L. Tvorba směsí s douglaskou. *Lesnický průvodce*. 2018, vol. 14, s. 1-27. ISSN 0862-7657.
47. NOVOTNÝ, P.; FULÍN, M.; DIMITROVSKÝ, K. Potenciál využití borovice pokroucené (*Pinus contorta*) v podmínkách České republiky. *Lesnický průvodce*. 2018, vol. 7, s. 1-46. ISSN 0862-7657.
48. NOŽIČKA, J. *Introdukce douglasky v českých zemích*. Závěrečná zpráva, VÚLHM, Zbraslav-Strnady, 1962. 55 s.
49. OLSON, D.F.; FISKE, J.N. Redwood. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 37-40.
50. PAULE, L. *Genetika a šľachtenie lesných drevín*. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1992. 304 s. ISBN 80-07-00409-2.
51. PÁV, B. *Vliv počáteční hustoty kultur na produkci, stabilitu a výchovu mladých smrkových, borových a douglaskových porostů*. Závěrečná zpráva, VÚLHM, Jíloviště-Strnady, 1985. 36 s.

52. PEARSON, G.A. *Forest types in the Southwest as determined by climate and soil*. Technical Bulletin No. 247. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1931, 144 s.
53. PETRÁŠ, R.; MECKO, J. Rastový a produkčný potenciál douglasky na Slovensku. In *Pěstování nepůvodních dřevin*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2008, s. 59-64. ISBN 978-80-02-02038-7.
54. PODRÁZSKÝ, V.; KUPKA, I. Vliv douglasky na půdní dynamiku. In NOVÁK, J.; KACÁLEK, D. (eds.). *Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2018, s. 106-121. ISBN 978-80-7458-110-6.
55. PODRÁZSKÝ, V.; KUPKA, I.; REMEŠ, J.; KUBEČEK, J.; PRKNOVÁ, H. Meliorační potenciál douglasky. In SLODIČÁK, M.; NOVÁK, J. (eds.). *Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2014, s. 192-211. ISBN 978-80-7458-65-9.
56. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008, vol. 53, no. 1, s. 29-36. ISSN 0322-9688.
57. PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., LIAO, Ch.Y. Vliv douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco) na stav humusových forem lesních půd – srovnání se smrkem ztepilým. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2001, vol. 46, no. 2, s. 86-89. ISSN 0322-9688.
58. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; HART, V.; MOSER, W.K. Production and humus form development in forest stands established on agricultural lands – Kostelec nad Černými lesy region. *Journal of Forest Science*. 2009a, vol. 55, no. 7, s. 299-305. ISSN 1212-4834.
59. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; HART, V.; TAUCHMAN, P. Douglaska a její pěstování – test českého lesnictví. *Lesnická práce*. 2009b, vol. 88, no. 6, s. 28-30. ISSN 0322-9254.
60. PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; TAUCHMAN, P.; HART, V. Douglaska tisolistá a její účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, vol. 55, no. 1, s. 12-18. ISSN 0322-9688.
61. PODRÁZSKÝ, V.; ČERMÁK, R.; ZAHRADNÍK, D.; KOUBA, J. Production of Douglas-fir in the Czech Republic based on national forest inventory data. *Journal of Forest Science*. 2013, vol. 59, no. 10, s. 398-404. ISSN 1212-4834.

62. PRACIAK, A.; PASIECZNIK, N.; SHEIL, D.; VAN HEIST, M.; SASSEN, M.; CORREIA, C.S.; DIXON, C.; FYSON, G.E.; RUSHFORTH, K.; TEELING, C. *The CABI Encyclopedia of Forest Trees*. 2. vyd. Oxfordshire : CABI, 2013. 536 s. ISBN 978-1-78064-236-9.
63. SAMEK, M.; NOVOTNÝ, P.; MODLINGER, R.; FULÍN, M.; BERAN, F.; ROY, A.; PEŠKOVÁ, V. Impact of *Rhabdocline pseudotsugae* and *Phaeocryptopus gaeumannii* in the selection of suitable provenances of Douglas fir in Central Europe. *Forests*. 2019, vol. 10, no. 3, s. 1-17. ISSN 1999-4907.
64. SCHOBER, J. Experiences with the Douglas fir in Europe. In *World consultation on forest genetics and tree improvement*. Rome : Sborník referátů z konference ve Stockholmu 23.-30. 8. 1963. FAO, 1963, 10-18.
65. SKALICKÁ, A. Pseudotsuga Carrière – douglaska. In: HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (eds.): *Květena České socialistické republiky 1*. 1. vyd. Praha : Academia, 1988, s. 326-328.
66. SLAVOV, G.T.; HOWE, G.T.; YAKOVLEV, I.; EDWARDS, K.J.; KRUTOVSKII, K.V.; TUSKAN, G.A.; CARLSON, J.E.; STRAUSS, S.H.; ADAMS, W.T. *Highly variable SSR markers in Douglas-fir: Mendelian inheritance and map locations*. *Theoretical and Applied Genetics*, 2004, vol. 108, no. 5, s. 873-880. ISSN 0040-5752.
67. SUDWORTH, G.B. *Forest trees of the Pacific Slope*. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1908. 441 s.
68. SVOBODA, A.M. Introdukce okrasných jehličnatých dřevin. *Studie ČSAV*. 1976, no. 5, s. 122. ISSN 0577-3652.
69. ŠEBÍK, L.; POLÁK, L. *Náuka o produkci dřeva*. 1. vyd. Bratislava : Příroda, 1990. 297 s. ISBN 80-07-00268-5.
70. ŠIKA, A. Dosavadní výsledky provenienčního výzkumu douglasky tisolisté v ČSR. *Práce VÚLHM*. 1982, vol. 60, s. 7-25. ISSN 0139-5807.
71. ŠIKA, A. Douglas-fir production in the Czech Socialist Republic. *Communicationes Instituti Forestalis Čechosloveniae*. 1983, vol. 13, s. 41-57.
72. ŠIKA, A. Reprodukční možnosti douglasky tisolisté v ČSR z domácích porostů. *Práce VÚLHM*. 1985, vol. 67, s. 41-62. ISSN 0139-5807.
73. ŠIKA, A. *Revize stavu semenářské základny douglasky tisolisté v ČSR*. Závěrečná zpráva, VÚLHM, Jíloviště-Strnady, 1990. 33 s.

74. ŠIKA, A.; HEGER, B. Vyhodnocení prvních provenienčních pokusů s douglaskou tisolistou v českých zemích. *Práce VÚLHM*. 1972, vol. 41, s. 105-121. ISSN 0139-5807.
75. ŠIKA, A.; HEGER, B. Provenience douglasky v provozních výsadbách v ČSSR. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1973, vol. 19, no. 2, s. 9-12. ISSN 0322-9688.
76. ŠIKA, A.; VINŠ, B. Růst douglasky v lesních porostech ČSR. *Práce VÚLHM*. 1980, vol. 57, s. 73-95. ISSN 0139-5807.
77. ŠINDELÁŘ, J.; FRÝDL, J.; NOVOTNÝ, P.; ČÁP, J. Silver fir (*Abies alba* MILL.) in limiting ecological conditions. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*. 2008, vo. 24, s. 67-79. ISSN 1211-2992.
78. ŠMELKO, Š. *Dendrometria*. 2. vyd. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 400 s. ISBN 978-80-228-1825-5.
79. TOMEC, J. *Vyhodnocení provenienční výzkumné plochy s jedlí obrovskou na lokalitě Drahenice v jižních Čechách*. Bakalářská práce, ČZU, Praha, vedoucí práce prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., 2018. 59 s.
80. ULBRICHOVÁ, I.; KUPKA, I.; PODRÁZSKÝ, V.; KUBEČEK, J.; FULÍN, M. Douglaska jako meliorační a zpevňující dřevina. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2014, vol. 59, no. 1, s. 72-78. ISSN 0322-9688.
81. ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; TICHÁ, S. Introdukce dřevin. *Lesnická práce*. 2012, vol. 91, no. 7, s. 41-43. ISSN 0322-9254.
82. VACEK, S.; KUPKA, I.; MIKESKA, M. Pěstování speciálních kultur. In POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; KUPKA, I.; MALÍK, V.; TURČÁNI, M.; DVOŘÁK, J.; ZATLOUKAL, V.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; SIMON, J. *Pěstování lesů III : Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2009, s. 685-703. ISBN 978-80-87154-34-2.
83. VAN LOO, M.; LAZIC, D.; CHAKRABORTY, D.; HASENAUER, H.; SCHÜLER, S. North American Douglas-fir (*P. menziesii*) in Europe: establishment and reproduction within new geographic space without consequences for its genetic diversity. *Biological Invasions*, 2019, vol. 21, no. 11, s. 3249-3267. ISSN 1387-3547.
84. WILLIAMSON, R.L.; TWOMBLY, A.D. Pacific Douglas-Fir. In BURNS, R.M. (ed.). *Silvicultural systems for the major forest types of the United States*. Agriculture



Handbook No. 445. 1. vyd. Washington D.C. : Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 1983, s. 9-12.

85. ZAHRADNÍK, D. *Program Letokruhy, verze 2.3*. Praha, Katedra HÚL, Fakulta lesnická a dřevařská, 2005.
86. ZAVADIL, Z. Výběrové stromy douglasky tisolisté v českých zemích. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1964, vol. 10, no. 2-3, s. 33-34. ISSN 0322-9688.
87. ZAVADIL, Z. *Hodnocení ztrát a růstu generativního potomstva douglasky tisolisté z jednotlivých stromů do věku 10 let*. Dílčí závěrečná zpráva, VÚLHM, Zbraslav-Strnady, 1974. 33 s.
88. ZAVADIL, Z. *Hodnocení ztrát a růstu generativního potomstva douglasky tisolisté z jednotlivých stromů do věku 10 let*. *Práce VÚLHM*. 1976, vol. 49, s. 103-124. ISSN 0139-5807.

#### Legislativní prameny:

1. Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 298 ze dne 11. prosince 2018 o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2018, částka 149, s. 5050-5073. Dostupné také z WWW: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=38557>. ISSN 1211-1244.
2. Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139 ze dne 23. března 2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 46, s. 1955-1963. Dostupné také z WWW: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4350>. ISSN 1211-1244.

#### Webové adresy:

1. BERAN, F.; CAFOUREK, J.; NOVOTNÝ, P.; DOSTÁL, J. *Návrh změny pravidel přenosu reprodukčního materiálu douglasky tisolisté (Pseudotsuga menziesii /Mirb./ Franco) z USA a Kanady*. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016. 21 s. [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z WWW:

- <[https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/DG\\_Navrh\\_zmeny\\_pravidel\\_prenosu.pdf](https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/DG_Navrh_zmeny_pravidel_prenosu.pdf)>.
2. COOPER, J.; KIRK, P. *Index Fungorum* [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.indexfungorum.org>>.
  3. Česká zemědělská univerzita. *Pravidla pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD : Úplné znění, novelizováno 22. 4. 2015* [online]. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2015 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z WWW: <<https://www.fld.czu.cz/dl/61666?lang=cs>>.
  4. Ministerstvo zemědělství. *Informace o stavu lesa a myslivosti v ČR*. Portál eAGRI. [online]. © 2009-2020 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/app/uhul/SIL/sil-rok.cshtml>>.
  5. Ministerstvo zemědělství. *Metodická informace k pravidlům přenosu reprodukčního materiálu douglasky tisolisté a jedle obrovské z USA a Kanady 2016*. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2016 [cit. 2020-06-12]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/legislativa/metodicke-pokyny/metodicka-informace-k-pravidlum-prenosu.html>>.
  6. PATTERSON, T.; KELSO, N.V. (eds.) *Natural Earth* [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.naturearthdata.com>>.
  7. RZEDOWSKI, J. *Vegetación de México* [online]. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2006 [cit. 2020-04-26]. Dostupné z WWW: <[https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf)>
  8. ZICHA, O. (ed.). *BioLib : Biological Library* [online]. [1999–2020] [cit. 2020-06-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.biolib.cz>>.