

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesa

Zhodnocení růstu proveniencí javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.)
na výzkumné ploše na lokalitě Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 37 let

Diplomová práce

Autor: Bc. Markéta Vytisková

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

2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Markéta Vytisková

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Zhodnocení růstu proveniencí javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) na výzkumné ploše na lokalitě Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 37 let

Název anglicky

Growth evaluation of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) provenances on the research plot on the locality Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec at the age of 37 years

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit vývoj charakteru růstu a prosperity proveniencí javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) ověřovaných na provenienční výzkumné ploše VÚLHM, v. v. i., č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec v kraji Vysočina ve věku 37 let. Srovnávají budou dendrometrické parametry a kvalita růstu javoru různých proveniencí.

Metodika

- literární rešerše problematiky provenienčního výzkumu javoru klenu
- hodnocení provenienční plochy – výškový a tloušťkový růst, tvárnost kmene, větvení v koruně, délka, šířka a tvar koruny, úhel větvení, tloušťka větví, zdravotní stav – dle příslušných klasifikačních stupnic zadaných VÚLHM
- stanovení objemu a hektarové zásoby proveniencí
- statistické zpracování a interpretace dat
- srovnání získaných poznatků s předchozími měřeními plochy a literárními údaji
- návrh doporučení pro další výzkum

Doporučený rozsah práce

min. 6 s. odborného textu

Klíčová slova

javor klen, provenienční výzkum, ověřování potomstev, biometrická měření, kvalita, produkce, Česká republika

Doporučené zdroje informací

- BUGALA W. (red.). 1999. Nasze drzewa leśne: Monografie popularnonaukowe. Tom. 16, Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L. Poznań-Kórnik, Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii: 720 s.
- BURIÁNEK V. 1994. Výsledky provenienčního výzkumu s javorem klenem. Zprávy lesnického výzkumu, 39 (4): 1–4.
- 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.
- KOBLÍŽEK J. 1997. Aceraceae Juss. – javorovitě. In: Slavík, B. (ed.): Květena České republiky. 5. Praha, Academia: 152–160.
- ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., TICHÁ S., KOBLÍŽEK J. 2009. Dřeviny České republiky. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 367 s.
- VOLFSCHÜTZ J., NOVOTNÝ P., BURIÁNEK V. 2009. Výsledky hodnocení provenienčního pokusu s javorem klenem (Acer pseudoplatanus L.) č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let. Zprávy lesnického výzkumu, 54 (2): 99–111.
- Vyhláška MZe ČR č. 139/2004 Sb., 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. Sbírka zákonů Česká republika, 2004, č. 46: 1955–1963.
-

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 5. 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 12. 06. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Zhodnocení růstu proveniencí javoru klenu (Acer pseudoplatanus L.) na výzkumné ploše na lokalitě Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 37 let* vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové 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 Praze dne 15. 6. 2020

Bc. Markéta Vytisková

Poděkování

Touto cestou děkuji prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc., za metodické vedení diplomové práce, Ing. mult. Bc. Petru Novotnému, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i.), za odborné konzultace, Ing. Bc. Jaroslavu Dostálovi (VÚLHM, v. v. i.) za pomoc při statistickém vyhodnocení a Bc. Jiřímu Tomcovi za pomoc při provádění terénních prací.

Dík patří i mým rodičům a kolegům, kteří mi byli vždy schopni a ochotni poradit a poskytnout podporu.

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na vyhodnocení provenienčního výzkumu javoru kleny na pokusné ploše Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec. Pokus byl založen v roce 1984 s použitím sadebního materiálu z devíti zdrojů z České republiky. Zahrnuty byly mateřské porosty od pahorkatin až po horské polohy. Provenienční plocha byla již několikrát vyhodnocována, na což tato práce navazuje. Měřením kvantitativních a sledováním kvalitativních znaků bylo zjištěno, že v lokalitě nejlépe roste provenience 2 – Harrachov, Vysoká nad Jizerou, a naopak se zde nedaří provenienci 1 – Nasavrky, Maleč.

KLÍČOVÁ SLOVA

javor klen, provenienční výzkum, ověřování potomstev, biometrická měření, kvalita, produkce, Česká republika

ABSTRACT

The thesis is focused on the evaluation of the provenance trial no. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec with sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), which was established by VÚLHM (Forestry and Game Management Research Institute) in 1984 using planting material from nine sources (forest stands) from the Czech Republic. Reproductive maternal originated from hilly to mountainous locations were included. Provenance trial has already been evaluated several times, what is followed by this work. Both by measuring of quantitative and visual assessing of qualitative characteristics, it was found that the provenance from Giant Mountains grows best in the locality, while, on the contrary, the provenance from Bohemian-Moravian Highland achieves values below standard.

KEY WORDS

Sycamore, provenance trial, progeny verifying, biometric measurement, quality, production, Czech Republic

OBSAH

1. ÚVOD	12
2. CÍL PRÁCE	13
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	14
3.1. JAVOR KLEN	14
3.2. EKOLOGICKÉ NÁROKY	17
3.3. ROZŠÍŘENÍ	20
3.4. ŠKODLIVÍ ČINITELÉ	24
3.5. VYUŽITÍ	26
3.6. PROVENIENČNÍ VÝZKUM	27
4. METODIKA	32
4.1. CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉ PLOCHY	32
4.2. CHARAKTERISTIKA PROVENIENCÍ	35
4.3. BIOMETRICKÁ MĚŘENÍ	37
4.4. VYHODNOCENÍ	42
5. VÝSLEDKY	44
5.1. KVANTITATIVNÍ VELIČINY	44
5.2. UKAZATELE KVALITY	49
5.3. SYNTETICKÉ ZHODNOCENÍ	52
6. DISKUSE	54
7. ZÁVĚR	63
SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	65

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

- Tab. 1. Charakteristika ekologických podmínek proveniencí (zdroj: Buriánek, 1994, upraveno) [str. 36]
- Tab. 2. Počet jedinců na pokusné ploše č. 221 v 12, 17, 24 a 37 letech [str. 44]
- Tab. 3. Výsledek Tukeyho-Kramerova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle průměru výšek [str. 45]
- Tab. 4. Výsledek Tukeyho-Kramerova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle průměru výčetní tloušťky [str. 47]
- Tab. 5. Výsledek Kruskalova-Walisova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle mediánu objemu [str. 48]
- Tab. 6. Vypočtená porostní zásoba, seřazená sestupně podle m³/ha [str. 48]
- Tab. 7. Procentické zastoupení znaku tvárnost kmene [str. 49]
- Tab. 8. Procentické zastoupení znaku větvení [str. 49]
- Tab. 9. Procentické zastoupení znaku délka koruny [str. 50]
- Tab. 10. Procentické zastoupení znaku šířka koruny [str. 50]
- Tab. 11. Procentické zastoupení znaku tvar koruny [str. 51]
- Tab. 12. Procentické zastoupení znaku úhel větvení [str. 51]
- Tab. 13. Procentické zastoupení znaku tloušťka větví [str. 51]
- Tab. 14. Procentické zastoupení znaku zdravotní stav [str. 52]
- Tab. 15. Průměrné výšky jednotlivých proveniencí v průběhu měření (věk: 2, 8, 12, 17, 24 a 37 let) [str. 55]
- Tab. 16. Průměrné hodnoty výčetní tloušťky, objemu a průměrná porostní zásoba jednotlivých proveniencí v 24 a 37 letech [str. 57]
- Obr. 1. Kůra javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) (zdroj: M. Vytisková) [str. 15]
- Obr. 2. Listy a plody javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) (zdroj: M. Vytisková) [str. 16]
- Obr. 3. Přirozené rozšíření klenu (zdroj: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/JPG/Acer_pseudoplatanus.jpg) [str.22]
- Obr. 4. Vertikální a horizontální rozšíření I – buku, II – klenu, III – jedle bělokoré (zdroj: Binggeli, 1994) [str. 24]
- Obr. 5. Základní mapa s vyznačením lokality provenienční plochy č. 221 (zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>) [str. 32]

- Obr. 6. Ortofoto s vyznačením lokality provenienční plochy č. 221 (zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>) [str. 33]
- Obr. 7. Mapa lesních typů s vyznačením provenienční plochy č. 221 (zdroj: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html>) [str. 33]
- Obr. 8. Porostní mapa s vyznačením provenienční plochy č. 221 (zdroj: Městské lesy Havlíčkův Brod) [str. 34]
- Obr. 9. Mapa se zakreslením jednotlivých proveniencí a provenienční plochy č. 221 (zdroj: Buriánek, 1994) [str. 36]
- Obr. 10. Schéma uspořádání provenienčního pokusu na ploše č. 221 (zdroj: Volfshütz, 2008, upraveno) [str. 37]
- Obr. 11. Tvárnost kmene: 1 – zcela rovný; 2 – mírné jednostranné zakřivení; 3 – silné jednostranné zakřivení; 4 – kmen minimálně 2× mírně esovitě zakřivený; 5 – výrazně zprohýbaný kmen (zdroj: M. Vytisková) [str. 40]
- Obr. 12. Větvení v koruně: 1 – kmen průběžný až do koruny; 2 – vidlice v horní třetině výšky; 3 – vidlice v druhé třetině výšky; 4 – vidlice ve spodní třetině výšky; 5 – opakovaná vidličnatost (zdroj: M. Vytisková) [str. 41]
- Obr. 13. Délka koruny: 1 – krátká; 2 – střední; 3 – dlouhá (zdroj: M. Vytisková) [str. 41]
- Obr. 14. Šířka koruny: 1 – úzká; 2 – střední; 3 – široká (zdroj: M. Vytisková) [str. 42]
- Graf 1. Výšky jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.) [str. 45]
- Graf 2. Výčetní tloušťka jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.) [str. 46]
- Graf 3. Objemy jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.) [str. 47]
- Graf 4. Dendrogram (NCSS 10.0.6.) [str. 53]
- Graf 5. Průměrné hodnoty výšky u jednotlivých proveniencí v průběhu všech měření (věk 2, 8, 12, 17, 24 a 37 let) [str. 56]
- Graf 6. Vyjádření přírůstu v 24 a 37 letech [str. 57]
- Graf 7. Porovnání hodnocení tvárnosti kmene (1 – zcela rovný kmen) v 12, 24 a 37 letech, rozděleno podle původních přírodních lesních oblastí mateřských porostů [str. 58]
- Graf 8. Hodnocení větvení (1 – kmen průběžný až do koruny) ve 12, 24 a 37 letech, rozděleno podle původních přírodních lesních oblastí mateřských porostů [str. 60]

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ISF	indirect site factor (nepřímý faktor lokality)
IUFRO	International Union of Forest Research Organizations
LS	lesní správa
LVS	lesní vegetační stupeň
LZ	lesní závod
PLO	přírodní lesní oblast
s. l.	sensu lato
s. s.	sensu stricto

Pojmenování taxonů rostlin a živočichů v této práci je sjednoceno podle databáze BioLib (ZICHA 1999–2020), pojmenování taxonů hub podle databáze Index Fungorum (www.indexfungorum.org), formální úprava celé bakalářské práce pak odpovídá novelizované směrnici děkana č. 6/2013 „Pravidla pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD : Úplné znění, novelizováno 22. 4. 2015“.

1. ÚVOD

Z konzultací s pracovníky Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., útvaru biologie a šlechtění lesních dřevin, vyplynulo téma, které je řešeno v předkládané diplomové práci *Zhodnocení růstu proveniencí javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) na výzkumné ploše na lokalitě Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 37 let*. Vyhodnocení výzkumné plochy je pokračováním provenienčního výzkumu, kterému se v minulosti věnovali zejména Šika (1990), Buriánek (1994, 1998) a Volfšütz (2008).

Javor klen, *Acer pseudoplatanus* L., je domácí listnatou dřevinou, která má všestranné využití. Z hlediska lesního hospodářství jde o kvalitní meliorační a zpevňující dřevinu, s čímž souvisí i její environmentální význam při zvyšování biodiverzity nejen lesních porostů, ale i navazujících nelesních ekosystémů. V neposlední řadě je klen důležitou produkční dřevinou s univerzálně použitelnou kvalitní dřevní surovinou uplatnitelnou v nábytkářském průmyslu, při výrobě hudebních nástrojů apod.

Přes významnost javoru klenu bylo s tímto druhem založeno pouze několik provenienčních experimentů, a proto je žádoucí poznatky o jeho proměnlivosti sledovat a soustřeďovat, neboť jsou z vědeckého hlediska velmi cenné. Předchozí hodnocení nejstaršího českého pokusu na lokalitě Ronovec proběhlo ve věku 24 let, kdy ještě nebyl růst zdaleka ukončen. Současné šetření v 37 letech tak představuje další zpřesnění informací ve fázi středně starého porostu.

2. CÍL PRÁCE

Předkládaná diplomová práce si klade za cíl vyhodnotit charakter růstu a prosperity javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) na dlouhodobé ověřovací ploše Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec v kraji Vysočina. Sledovaný porost bude hodnocen ve věku 37 let (jaro 2019).

V první části budou shrnuty současné znalosti o javoru klenu, jeho ekologických nárocích, souvisejícím rozšíření a založených provenienčních pokusech. Cílem je shrnout vědomosti umožňující vyhodnotit nejstarší provenienční experiment v České republice založený na lokalitě Ronovec. Hlavním cílem je proto změřit a posoudit kvantitativní (výšku, výčetní tloušťku) a kvalitativní znaky (tvárnost kmene, větvení, délku, šířku a tvar koruny, úhel větvení, tloušťku větví a zdravotní stav). Získaná data budou konfrontována s dosavadními znalostmi získanými z předchozích měření a porovnána s dalšími provenienčními výzkumy v tuzemsku i zahraničí.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. JAVOR KLEN

Acer pseudoplatanus L., javor klen, známý také pod starším jménem javor horský (Koblížek, 1997), lidově klenka (Svoboda, 1955), je na území České republiky domácí listnatou dřevinou, v lesnictví významnou pro své meliorační a zpevňující vlastnosti.

Systematicky se řadí do řádu *Sapindales* – mýdelníkotvaré, čeledi *Aceraceae* – javorovité, rodu *Acer* – javor (Vašut, 2019). Specialisté ze skupiny Angiosperm Phylogeny Group (APG II 2003) však *Aceraceae* zahrnují do čeledi *Sapindaceae* s. l., a to na základě výsledků molekulárních analýz, které potvrdily vzájemné fylogenetické vztahy čeledí *Aceraceae*, *Hippocastanaceae*, *Xanthoceraceae* a *Sapindaceae* s. s. (Gadek et al., 1996; Harrington et al., 2005). Buerki et al. (2010) naopak z důvodu vysoké heterogenity morfologických znaků, které ztěžují charakteristiku, navrhují oddělené pojetí uvedených čeledí.

Do rodu *Acer* patří mimo javoru klenu i *Acer platanoides* L. (javor mléč), *Acer campestre* L. (javor babyka), *Acer tataricum* L. (javor tatarský), *Acer saccharinum* L. (javor stříbrný) a další. Celkově rod *Acer* zahrnuje přibližně 150 druhů (Koblížek, 1997). Boratyński (1999) uvádí, že *Acer pseudoplatanus* vstoupil do naučné literatury již prací *Institutiones Rei Herbariae*, kterou sepsal Joseph Pitton de Tournefort v roce 1700. Carl Linné jej v práci *Species Plantarum* (1753) potvrdil a popsal i *Acer platanoides* a *A. campestre*.

Společnými morfologickými znaky rodu *Acer* jsou většinou jednoduché, dlanitolaločné až dlanitodílné listy, květenství lata, hrozen nebo chocholík a dále funkčně jednopohlavné a entomogamní květy. Plodem je křídlatá dvounažka, šířící se do prostoru anemochoricky (Koblížek, 1997).

Javor klen dosahuje výšky 30–40 m, koruna v zápoji bývá obevčítá až válcovitá, u solitérů spíše kulovitá (Koblížek, 1997). Borka je hladká, šedá, ve stáří tmavošedá a odlupuje se šupinovitě až deskovitě (viz obr. 1.), čímž připomíná borku platanu (Krása, 2007; Roloff, 2009). Letorosty jsou naproti tomu žlutozelené až zelenavě šedé, lysé.

Terminální pupen je výrazně větší než pupeny úžlabní, postranní pupeny jsou vstřícné. Šupiny jsou zelené s černohnědým lemem, po okrajích světle brvité. Dlouze řapíkaté listy (6–18 cm) jsou většinou pětídílné, tupě zakončené laloky, po krajích nepravidelně pilovité. Čepel (7–20 cm dlouhá i široká) bývá v mládí pýřitá, později olysá a chomáčky chlupů zůstávají v paždí žilek (Klika, 1930; Svoboda, 1955; Koblížek, 1997).



Obr. 1. Kůra javoru kleny (*Acer pseudoplatanus* L.) (zdroj: M. Vytisková)

Květenství javoru představují převislé žlutozelené hrozny, dlouhé 6–16 cm. Jak uvádí de Jong (1976), začíná kvetení v závislosti na povětrnostních podmínkách mezi polovinou dubna a polovinou května. Květy jsou funkčně jednopohlavné, přestože nalézt čistě samičí nebo samčí květy je vzácné (Svoboda, 1955). Jednopohlavnost je způsobena ztrátou pestíku nebo neschopností prašníků uvolnit pyl. V případě teplého počasí raší smíšené i listové pupeny zároveň (de Jong, 1976).

Nažky javoru kleny jsou 3–6 cm dlouhé, s postupně se rozšiřujícím křídlem širokým až 1,5 cm a polokulovitě vyklenutým semenným pouzdem (Koblížek, 1997). Křídla nažek jsou ohnutá dolů a svírají ostrý úhel. Plody dozrávají v září a opadávají v průběhu října až prosince (Klika, 1930; Svoboda, 1955). Javor klen plodí pravidelně a hojně jednou za tři roky, a to od věku 20–30 let, pokud roste soliterně, v zápoji pak od

40 let (Suszka et al., 1996). Procházková (1993) uvádí, že jsou jeho semena ovlivněna dvěma typy dormace – embryonální a morfologickou. Jejich klíčivost dosahuje 80–90 % a udržuje se nejvýše rok (Svoboda, 1955).



Obr. 2. Listy a plody javoru klenu (*Acer pseudoplatanus* L.) (zdroj: M. Vytisková)

Svoboda (1955) popisuje kořenový systém jako srdčitý, pronikající hluboko do půdy, což činí javor klen odolný vůči vývratu. Šika (1987) uvádí, že horizontální kořeny dorůstají délky 17–28 m a od kmene jsou vzdálené max. 9 m. Zatímco v kypřích písčitohlinitých půdách dosahují hloubky až 1,5 m, na ulehlých jílovitých půdách a na pseudoglejích vytvářejí plochý kořenový systém. Pokud je humusový horizont hlubší než 20 cm, vyvíjí se plně diverzifikovaný, s převládajícím podílem horizontálních kořenů jak u jedinců z umělé obnovy, tak z přirozeného zmlazení. V případě, že je humusový horizont mělký, nebo jsou kořeny deformovány již při výsadbě, dochází k absenci pozitivního geotropismu hlavního kořene a k esenciálním změnám v architektuře zakořenění. Ty se projevují pouze povrchovým kořenovým systémem, což může negativně ovlivnit mechanickou stabilitu stromu i jeho výživu a vitalitu (Mauer et al., 2007).

Mauer et al. (2007) ve své práci uvádějí, že javor klen vytváří ekto- i endomykorhizu, přičemž endomykorhiza je častější. Rod *Acer* je kolonizován převážně houbami řádu *Glomales*, které na kořenech vytvářejí arbuskulární mykorhizu (Turnau, 1999).

3.2. EKOLOGICKÉ NÁROKY

Ačkoli javor klen toleruje široké rozmezí půdních podmínek (Leslie, 2005), nejlépe roste na čerstvě vlhkých, minerálně bohatých, převážně suťových půdách (Koblížek, 1997). Přestože se vyskytuje zejména na vlhkých stanovištích, je citlivý k vysoké hladině podzemní vody a na zamokření (Šika, 1987). V místech se stagnující vodou se nevyskytuje (Svoboda, 1955). Jeho citlivost se projevuje také vůči přísuškům, kdy je při vyschnutí půdy náchylný ke kavitaci v xylémových trachejích (Lemoine et al., 2001). Snížená konkurenční schopnost na suchých stanovištích může být způsobena nižší koncentrací Ca v listech, což vede k menší účinnosti osmotické regulace. V období nedostatku vody omezuje transpirační plochu redukcí růstu výhonků (Weber-Blaschke et al., 2008). Okali (1966) ve své práci uvádí, že klen je ve srovnání s jasanem, přestože jejich ekologické niky jsou téměř shodné, méně tolerantní k odchylkám od optimálních podmínek, alespoň co se týče vlhkosti půdy. V ekologických poměrech Polska vyžaduje minimálně 600 mm srážek za rok, v oblastech s menším průměrným úhrnem se vyskytuje pouze na vlhkých půdách (Boratyński et Filipiak, 1999). Jestliže jsou splněny nároky kleny na vlhkost, pak je indiferentní obsah živin v půdě. Pokud je dostupnost vody omezena, roste pouze na nutričně bohatých půdách (Pinto et Gégout, 2005).

Weber-Blaschke et al. (2008) shrnují, že bazická saturace půd je nezbytná pro fázi růstu semenáčků a tyčkovin. S postupným vývojem však porosty tolerují ubývající zásobu kationtů ve svrchní vrstvě půdy, protože zakořeňují do hlubších vrstev, které jsou bohaté na zásady. Tyto bohaté horizonty usnadňují příjem kationtů Ca a Mg. Pro výškový růst je také nezbytné zásobování N. Výsledek provedeného experimentu (Kazda et al., 2004) ukázal, že sazenice kleny po přesazení do lesních porostů s chudými půdami nebyly i přes vyšší intenzitu světla schopny doplnit zásoby N vytvořené v lesních školkách. Příjem organického dusíku sazenicemi je preferován před anorganickým. V přítomnosti buku je klen stimulován k vyššímu příjmu anorganického

N než buk a zároveň uvolňuje regulační účinné látky, které buku potlačují příjem ze zdrojů anorganického N (NH_4^+ a NO_3^-) (Simon et al., 2010).

V kyselých půdách obsahujících koncentrace hliníku, které jsou pro jiné dřeviny toxické, je za podmínky, že je na lokalitě zároveň dostatečná koncentrace N a P v půdě, Al pro klen pouze antagonistou. Tento antagonismus vede k inhibici zásobování Ca a Mg (Weber-Blaschke et al., 2002).

Kvalita lesního opadu je vedle historie využívání a struktury půdy důležitým faktorem pro určení vlastností půdního profilu. Klen má bohatý opad s nízkým poměrem C : N, tvořící mull (Leuschner et Ellenberg, 2017), což vede k diverzifikovanějšímu společenstvu žížal (Neiryneck et al., 2000; Leuschner et Ellenberg, 2017). Vzhledem k poměrně vysoké koncentraci bazických kationtů je druh potenciálně vhodný pro úpravu poměrů v degradovaných lokalitách (Leslie, 2005; Desie et al., 2020). Dlouhodobé působení opadu kleny v dubo-habrových a čistě smrkových porostech zvyšuje pH humusových vrstev půdy, podobně jako u lípy srdčité (*Tilia cordata* Mill.) nebo jilmu drsného (*Ulmus glabra* Huds.) (Leuschner et Ellenberg, 2017).

Klen se stejně jako další evropské javory na lesních stanovištích vyznačuje specifickou strategií reprodukce a persistence, která je založena na zvýšené schopnosti využít omezené množství světla dopadajícího na půdní povrch. Sazenice vydrží v porovnání s dalšími dřevinami, s nimiž se vyskytují, mnohem větší zastínění (Boratyński et Filipiak, 1999). Obecně se uvádí, že klen v mládí snáší zástin dobře (Svoboda, 1955; Koblížek, 1997; Boratyński et Filipiak, 1999), ale se stoupajícím věkem stoupá i jeho potřeba světla (Konšel, 1934), i když se nemusí jednat o přímé oslunění (Krabel et Wolf, 2013). Šika (1987) přesto uvádí, že při dobrých půdních podmínkách a vlhkém klimatu snáší klen mírné zastínění i ve středním věku. Zatímco je tedy schopen vyklíčit a usadit se v hlubokém stínu, v průběhu času musí dojít k uvolnění jeho korun. Pokud totiž mladé stromky zůstávají dlouhodobě v hlubokém stínu, jsou příliš přeštíhlené a nejsou pak schopny získat nezbytnou mechanickou stabilitu z důvodu rychlého výškového přírůstu při uvolnění korunového zápoje (Hein et al., 2009). Petritan et al. (2007) ve svém pokusu vyzozorovali, že pouze přibližně 20 % sazenic přežije více než 3 roky při nulovém ISF (nepřímý faktor lokality založený na difuzním záření), zatímco při 15% ISF je to již téměř 90 %. Podle těchto výsledků je klen

v porovnání s bukem (*Fagus sylvatica* L.) a jasanem (*Fraxinus excelsior* L.) nejvíce náročný na světlo. Petritan et al. (2009) klasifikují klen jako specialistu na mezery v zápoji, v nichž zrychluje svůj výškový přírůst, čímž získává vyšší konkurenceschopnost. Pokud by korunový zápoj nebyl včas uvolněn, může dojít k odumírání jedinců z důvodu jejich „vyhladovění“ (Messier et al., 1999), protože většinu svých zdrojů investují právě k růstu do výšky (Petritan et al., 2009). Výše uvedené vlastnosti a přechodná semenná banka vytvořená v době zápoje (Leslie, 2005) umožňují kleny kolonizovat uvolněný prostor dříve než semenáčky ostatních druhů (Boratyński et Filipiak, 1999).

Semenáčky jsou velmi citlivé ke konkurenčnímu tlaku v bylinném patře. Přirozená obnova je nezávislá na půdním typu, ale její intenzita klesala s otevřeností koruny, pravděpodobně v důsledku zvýšené konkurence s bylinnou vegetací na uvolněných místech (Modrý et al., 2004). Gloser et Gloser (2000) potvrzují, že přestože klen dobře snáší stín, mladé sazenice bývají snadno potlačeny travinami. Pointa problému spočívá v rhizosféře, kdy rychlost absorpce dusíku třtinou chloupkatou (*Calamagrostis villosa* Chaix.) není snížena ani za velmi nízkého pH a zároveň poptávka po zásaditých kationtech je jako u ostatních trav velmi nízká. V takto nepříznivých podmínkách pak vynikají druhy s nejmenšími požadavky, což vede právě k vítězství trav nad dřevinami. Přesto Diaci (2002) uvádí, že vliv dostupnosti světla je důležitější než konkurence pozemní vegetace. Nejvíce jedinců pozoroval právě v místech, kde byly hodnoty záření nejvyšší, bez ohledu na to, zda se jednalo o záření difusní nebo přímé.

Citlivost k mrazu se odvíjí od stadia vývoje. Dospělí jedinci tolerují teploty až do úrovně $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, mladí jedinci jsou však citliví, a to speciálně k pozdním jarním mrazům (Krabel et Wolf, 2013). Fisichelli et al. (2014) ověřili, že klen při pozdním i velmi pozdním mrazu oproti buku, ořešáku královskému (*Juglans regia* L.) či trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia* L.) dosahuje vysoké míry přežití. Hein et al. (2009) uvádějí, že právě relativní tolerance k pozdním jarním mrazům dává kleny výhodu při uvolnění zápoje. V baltských státech je k pozdním mrazům náchylný (Svoboda, 1955), naproti tomu u nás (Šika, 1987) ani v Alpách jimi netrpí (Svoboda, 1955).

Geografické rozšíření dřevin je dáno citlivostí k embolii xylémových pletiv způsobenou mrazem. Roztroušeně pórovité dřeviny, mezi které klen patří, ztrácejí v průběhu zimy hydraulickou vodivost. Obnova oběhu mízy může nicméně probíhat i

během zimy, zřejmě v souvislosti s vysokým obsahem sacharidů. Sledované koncentrace rozpustných sacharidů narůstaly se zvyšující se mrazuvzdorností dřeviny. Riziko embolie způsobené mrazem stoupá během zimy a před vyrašením opět klesá, protože je míza xylémem vytlačována kořenovým vztlakem do nadzemních částí rostliny (Charrier et al., 2013).

Fisichelli et al. (2014) pozorovali, že u klenů klesalo v porovnání s dalšími dřevinami procento vyrostlých semenáčků při zvyšující se okolní teplotě. Zároveň bylo zjištěno nižší přežívání při zvyšujících se teplotě prostředí.

Javor klen se projevuje jako typický C-stratég – vyhýbá se oblastem s extrémními klimatickými a půdními podmínkami a je charakteristický rychlým růstem. V příznivých podmínkách je jednou z nejrychleji rostoucích listnatých dřevin a může tak dobře konkurovat buku a dubu (Hein et al., 2009; Grygoruk, 2016). Většinou dominuje v oblastech, kde mají klimaxové dřeviny (např. buk) oslabenou konkurenční schopnost (Šika, 1987). Tam, kde dominuje buk, nejsou semena klenů schopna dobře se uchytit (Krabel et Wolf, 2013). Ve Velké Británii je proto vstup klenů do stávajících porostů podmíněn disturbancemi, při kterých je narušen korunový zápoj buku a dubu (Waters, 1992). Jeho výskyt v přímořských oblastech je podpořen i odolností vůči silnému větru a slanému aerosolu (Leslie, 2005; Krabel et Wolf, 2013).

3.3. ROZŠÍŘENÍ

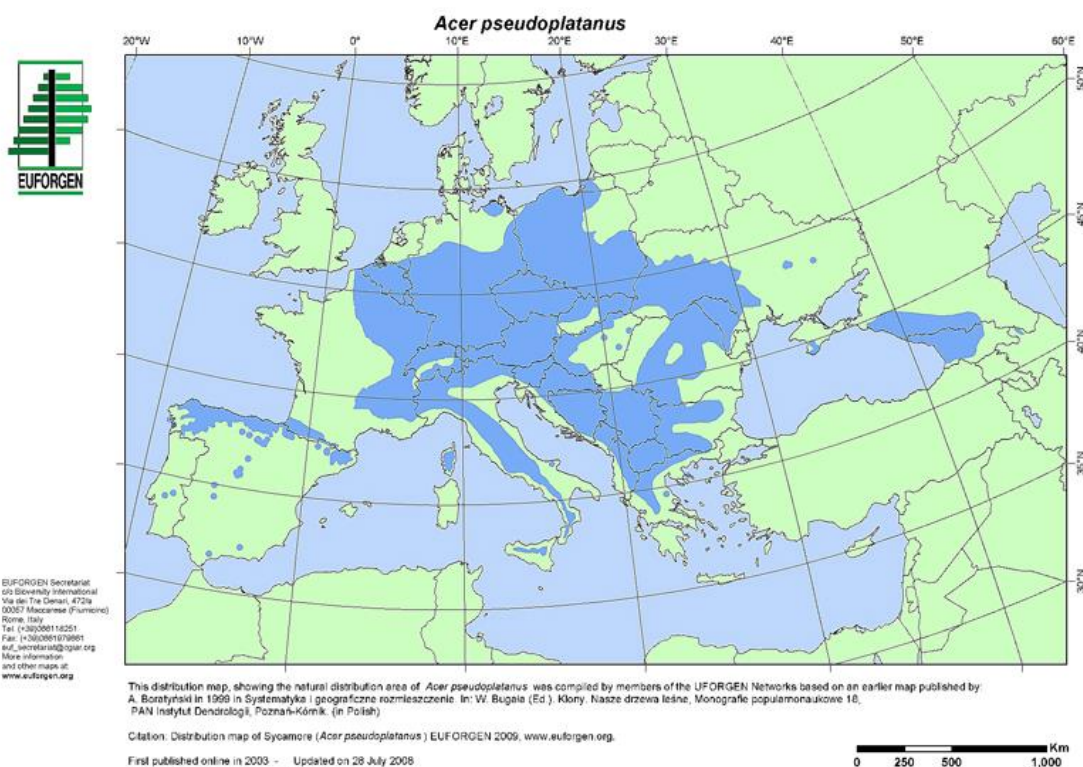
Na základě pylových analýz uvádí Šika (1987), že do doby ledové bylo ve střední Evropě zastoupeno několik druhů rodu *Acer*. Většina z nich během posledního glaciálu vyhynula a javory klen, mléč i babyka ustoupily do horských refugií. Při zpětné kolonizaci se jako první objevil javor mléč (cca 8000 let př. n. l.) následovaný javory klenem a babykou (5000 let př. n. l.), které se šířily zároveň s bukem, zejména do míst, kde byla snížena konkurenční schopnost buku. Molekulárně-genetická studie zaměřená na chloroplastové haplotypy poukázala na skutečnost, že genetická struktura javoru klenů vyskytujícího se v Německu je jiná než v České republice. Neophytou et al. (2019) tak vyvodili, že haplotyp v České republice pochází z východní strany Alp, zatímco německý haplotyp, vyskytující se i ve východní Francii, odpovídá migrační trase javoru

podél západních Alp. Čtyři refugia v jižní Evropě popsaná dřívějšími autory tak pravděpodobně do zpětné kolonizace ve střední Evropě nezasáhla.

Značný útlum zažilo rozšíření javorů ve 13.–17. století, kdy došlo k masivní devastaci lesních porostů za účelem rozvoje průmyslu a související zvýšené poptávky po palivovém dříví. V 19. století se zakládaly převážně monokulturní jehličnaté výsadby, které dále omezily přirozený výskyt klenu (Šika, 1987), protože holosečný způsob hospodaření, který v monokulturních lesních porostech převládá, potřebám jeho přirozené obnovy nevyhovuje (Svoboda, 1955).

Dle *Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018* (2019) jsou dnes v druhové skladbě lesů domácí i cizokrajné javory zastoupeny 0,7 %, přitom přirozené a zároveň i doporučené zastoupení javorů činí až 1,5 %.

Hranice areálu původního výskytu javoru klenu v Evropě vede od severu Portugalska přes sever Španělska a francouzskou stranu Pyrenejí k východnímu okraji pohoří až do provincie Barcelona. Výskyt pokračuje jižní částí Centrálního masivu ve Francii, pak východně od hranice měst Lyon – Dijon – Paříž – Calais. Roste na celých územích Belgie a Lucemburska, v jižním cípu Nizozemí a vyjma nejvyšších partií Alp i na celém území Švýcarska, dále na Korsice, ve střední části Sicílie a v pevninské části Itálie, kde kopíruje pohoří Apeniny a italskou stranu Alp. Na Balkánském poloostrově má výskyt v řeckém pohoří Pindos, podél severní hranice s Bulharskem (pohoří Rodopy a Pirin) a pokrývá tak většinu tohoto poloostrova. Nejvýchodnější část přirozeného výskytu je v pohoří Velkého Kavkazu. V kontinentální Evropě hranice probíhá západní částí Ukrajiny, Polskem (vynechává sv. část území od Varšavy). Severní hranici tvoří pobřeží Baltského moře (Kaliningrad – Gdaňsk – Štětín), poté se stáčí k Berlínu a přes Magneburg a Hanover pokračuje zpět k jižnímu cípu Nizozemí (Rusanen et Myking, 2003). Severní hranice rozšíření je dána náchylností klenu k pozdním mrazům (Svoboda, 1955). V Maďarsku se přirozeně vyskytuje podél západních a severních hranic, na Slovensku v Karpatech. Na území celého Rakouska a České republiky je druh autochtonní (Rusanen et Myking, 2003).



Obr. 3 Půrodní rozšíření kleny (zdroj:

http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/JPG/Acer_pseudoplatanus.jpg)

Vzhledem k tomu, že se půrodní výskyt druhu odvozuje od jeho rozšíření na počátku 17. století, je dnes velmi obtížné určit, kde je druh půrodní a kde je díky účelovým výsadbám dlouhodobě naturalizován (Weidema et Buchwald, 2010).

V oblasti Britských ostrovů, severozápadní Francie, Nizozemí, severního Německa a Skandinávie, kde není půrodní, je již považován za naturalizovaný (Rusanen et Myking, 2003). Ve Velké Británii byl javor klen dlouho pokládán za invazní druh (Leslie, 2005) a ochránci přírody jej dodnes vnímají jako hrozbu pro půrodní porosty jasanu a vápencových bučin (Waters, 1992). Přitom byl na území Velké Británie introdukovaný mezi období Římské říše a rokem 1550 a v Irsku byl pěstován od konce 17. století. Do Dánska byl javor klen introdukovaný v průběhu 17. století (Krabel et Wolf, 2013). Na počátku 19. století se dostal do Litvy, kde je stále považován za invazní druh (Straigyte et Baliuckas, 2015). Kdy byl introdukovaný do Nizozemí, není zřejmé, ale pravděpodobně to bylo v 15. století, nejprve jako parkový strom, posléze i jako součást lesních porostů (Krabel et Wolf, 2013).

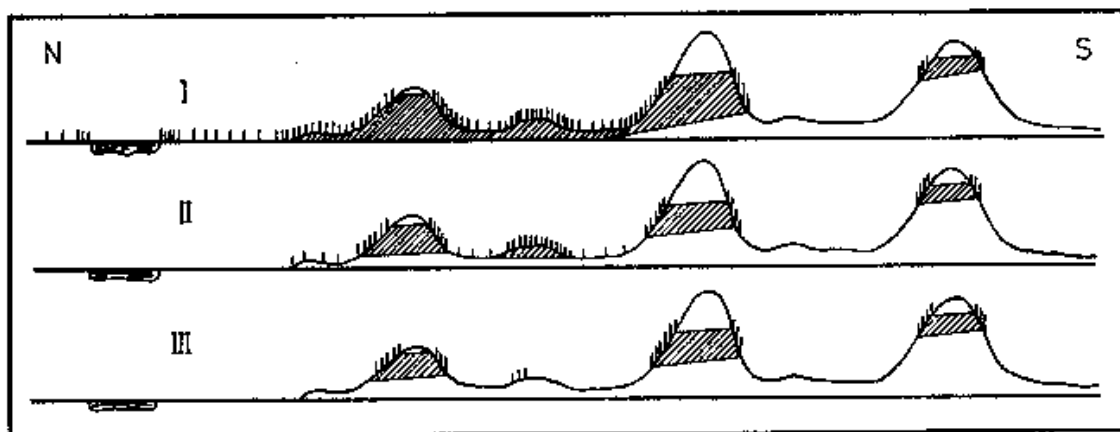
Binggeli (1992) ve své práci shrnuje celosvětové rozšíření kleny, který je zastoupen v porostech Severní i Jižní Ameriky, Nového Zélandu a Indie. Uměle byl za účelem extenzivního hospodaření zaveden i na další místa (Weidema et Buchwald, 2010) a je jedním z nejobvyklejších stromů městských oblastí (Rusanen et Myking, 2003).

Jak uvádí Koblížek (1997), je klen v České republice rozšířen od pahorkatin, s převahou výskytu v podhorských až horských oblastech. V Krkonoších, Jeseníkách a na Šumavě sahá průměrně do 1200 m n. m., v Brdech na nejvyšší hřebeny (Třemšín 827 m n. m.), na Českomoravské vrchovině okolo 700 m n. m. Svoboda (1955) uvádí, že prostupuje všemi suťovými typy a jeho početnost roste s nadmořskou výškou, byť jsou javořiny silně omezovány způsobem lesnického hospodaření. Nejvýše položené porosty lze nalézt v Krkonoších, Malé Studniční jámě (1350 m n. m.), nejnižší pak v Divoké soutěsce pod Meznou (150 m n. m.) v Děčínských stěnách (Koblížek, 1997).

V rámci Evropy sahá ve švýcarských Alpách až do 1700 m n. m. (v kantonu Wallis až do 1980 m n. m.), ve východních Alpách do 1640 m n. m. a na Apeninském poloostrově v oblasti Toskánska do 1200 m n. m. V Tatrách stoupá až do 1400–1500 m n. m., na jihu Karpat do 1700 m n. m., kde se vyskytuje na horní hranici lesa, na Kavkazu do 1500 m n. m. (Svoboda, 1955). Častý výskyt kleny je zaznamenán i 100–200 m nad horní hranicí lesa, ovšem v zakrslé formě (Boratyński, 1999).

Svoboda (1955) rozeznává 11 klimatypů kleny, což je dáno rozlehlostí jeho přirozeného areálu. Klimatypy člení na dvě oblasti, a to na severskou (klen pomořanský) a horskou (pyrenejský, francouzský, alpský, apeninský, sicilský, hercynský, karpatský, balkánský, anatolský a kavkazský). V České republice se typicky vyskytuje klimatyp hercynský.

Javor klen není klimaxovou dřevinou definující některý z vegetačních stupňů, ale pravidelně se vyskytuje od 3. po 7. lesní vegetační stupeň. Často roste ve směsích s bukem a jedlí (Šika, 1987), jejichž vertikální i horizontální rozšíření je obdobné, jak je vidět na obrázku 4. Pladias (2020) jej uvádí jako diagnostický taxon pro svazy *Alnion incanae* a *Tilio platyphylli-Acerion*.



Obr. 4. Vertikální a horizontální rozšíření I – buku, II – kleny, III – jedle bělokoré (zdroj: Binggeli, 1994)

3.4. ŠKODLIVÍ ČINITELÉ

Houbové onemocnění bílou listovou skvrnitostí zapříčiňuje *Cristulariella depraedans* (Cooke) Höhn. 1916 způsobující šedé léze na listech, které posléze splynou. Vyskytuje se na vlhkých lokalitách s omezeným prouděním vzduchu. *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fries. 1819 (svrašťelka javorová) způsobuje černou skvrnitost listů javoru, obkrouženou zežloutlou listovou tkání. Na zdraví stromu obvykle nemá dlouhodobý vliv (Grzywacz, 1999). V Německu byla pozorována *Petrakia echinata* (Peglion) Syd & P. Syd. 1913 způsobující velké hnědé skvrny na listech, následkem čehož došlo k jejich dřívějšímu opadu (Krabel et Wolf, 2013). Běžným houbovým škůdcem javorů je i *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Homma 1937 (padlí javorové), která způsobuje bílý povlak na čepelích listů (Schlegel et al., 2018; ÚKZUZ, 2020). Velké poškození 20letých klenů bylo pozorováno v Itálii, kde se při zkoumání kmenu a kořenů zjistilo tmavomodré zbarvení pletiv způsobené *Botryosphaeria dothidea* (Moug.) Ces. & De Not. 1863 (Krabel et Wolf, 2013). Na listech se dále vyskytují *Sphaerulina aceris* (Lib.) Verkley, Quaedvl. & Crous 2013, *Ramularia lethalis* Ellis & Everh. 1891, specificky na řapících pak houby *Venturia* sp. 2 (Schlegel et al., 2018). Sazná nemoc kůry je způsobována houbou *Cryptostroma corticale* (Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller 1952, která se typicky objevuje po rocích s velmi suchými a horkými letními měsíci. Pochází z Ameriky, kde nepůsobí škody, nicméně v podmínkách Evropy se jeví paraziticky (Gregory et Waller, 1951; Kelnarová et al., 2016).

K houbám napadajícím dřevo patří *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. 1887 (lesklokorka ploská) či *Oxyporus populinus* (Schumach.) Donk 1933 (ostropórka topolová). Klen napadají i *Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. 1871 (václavka obecná), *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. 1881 (lesklokorka lesklá), *Kretzschmaria deusta* (Hoffm.) P.M.D. Martin 1970 (spálenka skořepová) a další (Grzywacz, 1999; Krabel et Wolf, 2013). *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. 1849 (rážovka rumělková) obvykle žije jako saprofyt, ale napadá i jedince stresované jinými patogeny či abiotickými faktory (Hirooka et al., 2011). Houby rodu *Verticillium* způsobují vadnutí semenáčků, poškození listů a korunových větví, mikrosklerocia zůstávají v půdě dlouhodobě, což může způsobovat problémy zejména v lesních školkách (Grzywacz, 1999; Neubauer et al., 2009).

Mezi hmyzí škůdce kleny patří například *Ptilophora plumigera* (hřbetozubec javorový), defoliátor, vyskytující se zejména v místech s hustějším porostem hostitelské dřeviny, kde může způsobovat oslabení jedinců a redukci jejich růstu. Roztoči rodu *Aceria* škodí na listech javoru, kde způsobují sáním vyklenutí meristémů, z lesnického pohledu jsou však nevýznamní. Stejně jako na dalších dřevinách škodí i na javoru kleny *Euproctis chrysorrhoea* (bekyně zlatořitná), *Operophtera brumata* (pídalka podzimní), *Melolontha melolontha* (chroust obecný) a další (Michalski, 1999).

Také živočichové z třídy Gastropoda působí škody na javoru kleny. V pozorování, které provedli Peterson et al. (1996), se ukazuje, že semenáčky jsou významně redukovány okusem plžů *Deroceras reticulatum* O. F. Müller, 1774 (slimáček síťovaný), *Arion ater* L. 1758 (plzák černý) a *Arion hortensis* A. Férussac, 1819 (plzák zahradní). Tito plži konzumují stonky, pupeny i listy.

Peterson et al. (1996) poukazují také na škody způsobené drobnými savci, například *Apodemus sylvaticus* L. 1758 (myšice křovinná) nebo *Microtus agrestis* L. 1761 (hraboš mokřadní), který ohryzává kůru mladých jedinců. Kůru z oddenku stromu, kmenu či zavalených ran odstraňuje i *Sciurus carolinensis* Gmelin, 1788 (veverka popelavá). Podobné škody působí i domácí *Sciurus vulgaris* L. 1758 (veverka obecná) (Gill, 1992a).

Semenáčky javoru kleny jsou velmi chutné pro spárkatou zvěř, jako je *Capreolus capreolus* L. (srnec obecný), *Cervus elaphus* L. (jelen evropský),

Cervus nippon Temminck (jelen sika) či *Dama dama* L. (daněk evropský) (Hein et al., 2009), která se živí na listech, pupenech a mladých výhoncích, popřípadě způsobuje loupání (Gill, 1992b). Jak Gill (1992b) shrnuje, následky na růstu závisí na závažnosti, četnosti a opakování škod, které je závažnější než jednorázový okus. Mladší a menší jedinci jsou okusem ohroženi více a mají nižší šance na přežití. Autor dále poukazuje na to, že je pro listnaté dřeviny závažnější letní okus než zimní, zatímco u stálezelených druhů je tomu naopak. Vytváření náhradních vrcholů (bajonetových, svícnových) je horší důsledek než pouhá redukce růstu. Četnost poškození okusem se liší i v závislosti na chutnosti dřeviny pro spárkatou zvěř – například srnec před jedlí bělokorou či bukem lesním upřednostní javor klen, jasan ztepilý či jeřáb ptačí (Gill, 1992c; Modrý et al., 2004). Klen v důsledku zimního okusu spárkatou zvěří vykazuje v následující vegetační sezóně výrazně snížený výškový přírůst (Kupferschmid et Bugmann, 2008), což Ammer (1996) demonstruje na výrazném nedostatku zastoupení vyšších věkových tříd a vážným poškozením jedinců v neoplocených lokalitách. Silně negativní vliv spárkaté zvěře na růst kleny prokázali i Modrý et al. (2004), kdy na oplocených ve věku 15–25 let dominoval porost kleny a jasanu, zatímco na neoplocených byli téměř všichni jedinci kleny poškozeni.

Javor klen není v oblasti svého přirozeného výskytu považován za ohrožený druh, byť Rusanen (1998) vyjádřil obavu, že je ohrožen současným způsobem současného lesnického hospodaření, případně druhovou hybridizací.

3.5. VYUŽITÍ

Koncem 18. století existovala snaha využívat javor klen pro výrobu cukru, což vedlo k zakládání plantáží. Na území dnešní České republiky se jednalo zejména o oblasti Znojemska, Novojičínska a Olomoucka. Vedle cukru se využíval i pro výrobu potaše, důležité suroviny při produkci mýdla, barvení látek či pro sklářský průmysl (Svoboda, 1955).

V dřevozpracujícím průmyslu je dodnes klen ceněn pro své tvrdé, za sucha trvanlivé dřevo, které se na štěpných plochách vyznačuje hedvábným leskem (Konšel, 1934; Šika, 1987). Dřevo kleny je světlé až krémově bílé barvy, bez nepříjemného zápachu či chuti (Rusanen et Myking, 2003). Při zpracování se dobře leští, moří a

impregnuje. Využívá se v nábytkářství, při výrobě hudebních nástrojů nebo intarzií (Koblížek, 1997; Rusanen, 1998). Jak dále uvádějí Šika (1987) i Pagan (1998), jsou oblíbené i morfologické odchylky, které vznikly odlišnou anatomickou strukturou – vlnitý, plamenkový, očkový či svalcový javor. Ceněny jsou i tzv. kořenice, poškození dřeva způsobená nádorem.

Pro lesnickou praxi je javor klen významný jako vhodná meliorační dřevina na široké škále stanovišť, od nížin až do hor (Slodičák et al., 2017), a to vzhledem k bohatému, všestranně rozvinutému kořenovému systému (Mauer et al., 2007) a opadu zlepšujícím chemické vlastnosti půd (Neiryneck et al., 2000). Zejména v oblasti přirozeného výskytu v 5.–7. lesním vegetačním stupni doporučují Chládek et Novotný (2007) javor klen jako přípravnou dřevinu.

Tolerance kleny k znečištění, exponovaným lokalitám a v přímořských oblastech i k slanému aerosolu jej činí často využívaným druhem v městských výsadbách jako alejový strom (Pasta et al., 2006; Krása, 2007). Vypěstované kultivary se liší habitem, barvou a tvarem listů. Pro časně kvetení je oblíben u včelařů (Svoboda, 1955).

Jde o důležitou dřevinu i z pohledu biologické diverzity. Pro významný počet různých druhů hmyzu slouží jako hostitel, což v kontextu potravního řetězce přináší i větší početnost ptačí populace (Krabel et Wolf, 2013). Příkladem jsou mšice produkující medovici, kterou se živí další organismy, ale kořistí se mohou stát i samy. Leslie (2005) uvádí, že klen hostí až 170 taxonů lišejníků. I diverzita a rozsah arborikolních mechorostů je ve Velké Británii na kleny bohatší v porovnání s duby, bukem a dalšími stromy (Stern, 1989).

3.6. PROVENIENČNÍ VÝZKUM

Uvažování zeměpisného původu neboli provenience dřeviny je významnou součástí šlechtitelských programů a zakládání lesních porostů. Proměnlivost druhu je dána velikostí a diferencovaností areálu přirozeného rozšíření. Druhy, které mají rozsáhlý areál, jsou geneticky rozmanitější. Dalším faktorem je diverzita prostředí, kdy v každém typu bude strom ovlivňován jinými ekologickými vlivy. V neposlední řadě je důležitým faktorem kontinuita, resp. diskontinuita výskytu, kdy je mezi oddělenými

areály výskytu zabráněno přenosu genetické informace (Paule, 1992). Vzhledem k proměnlivosti uvnitř druhu se při provenienčních výzkumech sledují odlišnosti výškového a tloušťkového přírůstu, délky vegetační doby, odolnost vůči abiotickým i biotickým škůdcům, vlastnosti dřeva a další (Pokorný, 1959). Účelem je najít geneticky kvalitní materiál lesních dřevin, vhodný pro umělou obnovu lesa nebo repatriaci vymizelých druhů (Poleno et al., 2007).

Paule (1992) shrnul sledované cíle provenienčních výzkumů následovně:

- popis geografické proměnlivosti druhu a evolučních trendů v závislosti na podmínkách prostředí;
- popis genetické proměnlivosti použitých proveniencí a využití pro rajonizaci reprodukčního materiálu;
- stanovení pravidel přenosu semen;
- získání zdroje pro další šlechtění.

Popis genetické proměnlivosti druhu v rámci areálu patří k základním postupům lesnického výzkumu. Sledování fenotypových projevů v kontextu genetické variability a ekologických podmínek prostředí má přinést informace o tom, v jaké míře je proměnlivost druhu dána plynulým gradientem klimatických podmínek (klinální charakter) či se vyvinuly jednotlivé ekotypy (ekotypový charakter). Do výzkumu genetické proměnlivosti ekotypů je třeba zapojit laboratoře. Provenienční výzkumy se využívají i na určení populací s produkcí adaptabilního a hospodářsky hodnotného potomstva. Dalším z výstupů je popis stanovištní tolerance populací a odvození, v jakých ekologických podmínkách je lze využít pro praktické lesní hospodaření (Šindelář, 2004). Proveniencí, ve smyslu přírodních lesních oblastí, je využíváno v kontextu vyhlášky č. 139/2004 Sb., 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, ve znění pozdějších předpisů, za účelem definování pravidel horizontálního a vertikálního přenosu semen a sazenic lesních dřevin.

Dle IUFRO jsou podle sledovaných cílů rozlišovány dva typy pokusů. Pokusy prvního kroku se zabývají velkým počtem proveniencí s cílem zkoumat geneticky podmíněnou proměnlivost, pokud informace nejsou v rámci areálu známy nebo jich je

nedostatek. Dospělé porosty slouží k orientačnímu posouzení celkového zdravotního stavu, resp. vlivu abiotických i biotických škodlivých činitelů. Pokusy prvního kroku by měly předcházet dlouhodobým pokusům, a to zejména proto, aby pomohly určit, které provenience se dále použijí. Pokusy druhého a dalších kroků jsou zaměřeny na určení dílčích oblastí a jednotlivých proveniencí s neoptimálnější hodnotou sledovaného ukazatele – objemové produkce, kvality nebo odolnosti vůči škodlivým činitelům. Ověřovací plochy je třeba zakládat tak, aby je bylo možné sledovat dlouhodobě, minimálně do poloviny doby obmýtí (Šindelář, 2004).

Význam původu semen je znám již od konce 18. století. U různých druhů přivezených v letech 1790–1920 do českých zemí je zdokumentován např. na Černokostecku (Pokorný, 1958 ex Giertych, 1999).

Giertych (1999) shrnuje první známé provenienční pokusy klenu z konce 19. století provedené Kienitzem v Dolním Sasku. Vedle ostatních dřevin vysadil na 85 stanovištích provenience z Německa, Francie, Švýcarska, Itálie, Chorvatska, Maďarska, Rakouska i tehdejšího Československa. Z publikovaných výsledků je známo pouze to, že výsadby většiny proveniencí nebyly již 19. listopadu olistěny, zatímco provenience ze středně vysokých Sudet, Apenin, jižních Vogéz a Basileje měly listy ještě 28. listopadu.

Na podzim roku 1900 byla na dvě lokality ve Švýcarsku – Adlisberg (690 m n. m.) a Stanserhorn (1880 m n. m.) – vyseta semena klenu pocházející ze šesti místních zdrojů (690–1600 m n. m.). Již ve 3 letech byly rozdíly mezi proveniencemi významné. Jako nejméně perspektivní se na obou lokalitách ukázaly ty z nejvyšších oblastí (1570 a 1600 m n. m.), byť jejich semena byla největší. Nejlepších parametrů dosahovaly semenáčky proveniencí ze středních poloh (900–1300 m n. m.). V Adlisbergu měla místní populace horší růst než ta ze střední nadmořské výšky. Výsledky ukazují na rozdíly v růstu, délce vegetační doby a fenotypovém projevu u kmene a větvení (Šika, 1987; Giertych, 1999).

Helliwell et Harrison (1978) sledovali rozdíly v růstu šesti blíže nespécifikovaných proveniencí klenu z Anglie, Dánska, Německa a Maďarska. Pokus prováděli v 25 různých půdních podmínkách a sledovali výšku rostlin v prvním a druhém roce růstu a hmotnost kořenů, letorostů a celé rostliny v druhém roce, přičemž mezi původem semen a jednotlivými druhy půd nezjistili žádné statisticky významné závislosti.

Giertych (1999) shrnuje Weiserovo pozorování 8 německých proveniencí ze Saska a Duryňska, kdy měly stromy ve věku 31 let střední výšku 14,2–14,9 m a střední tloušťku 12–13,6 cm. Nejrychleji rostla provenience z oblasti Königsthal, nejrovnější kmeny měli jedinci provenience Güntersberg.

V roce 1971 byl založen pokus na Slovensku, kde bylo vysázeno 20 proveniencí klenu z 480–1300 m n. m. Ve dvou letech rostly nejlépe provenience z nejzápadnějších oblastí a z vyšších nadmořských výšek. Naopak provenience z nejnižších nadmořských výšek a z nejvýchodnějších oblastí rostly nejhůře. Při hodnocení v letech 1980 a 1984 nebyly výškové rozdíly mezi proveniencemi statisticky průkazné, proto se předpokládá, že k trvalejší a výraznější diferenciaci růstu dochází až ve vyšším věku (Šika, 1990).

V 80. letech byly v severním a západním Německu založeny plochy se 45 proveniencemi (každá reprezentována 5 jednotlivými stromy) z Německa, Švýcarska, Rakouska, dnešní České republiky, bývalé Jugoslávie, Rumunska a Dánska. Již ve věku 16 let bylo možné pozorovat výrazné ekotypové projevy. Část fenologických znaků je vysvětlitelná klinální změnou. Nejvyšší výškový a objemový přírůst vykazali jedinci proveniencí Rosengarten poblíž Hamburku, Bodenmais v Bavorsku a od Prachatic a Karlovic v České republice. Nejlepší provenience měla výšku o 30 % vyšší oproti průměru (Kleinschmit et Kleinschmit, 2009).

V návaznosti na rozsáhlý provenienční pokus zakládaný v tehdejším NSR Kleinschmitem byla v Československu založena paralelní výsadba na lokalitě Bělá (Šika, 1990; Buriánek, 1994), která je předmětem hodnocení v této diplomové práci (nově označována jako Ronovec). Osivo pro založení pokusu pocházelo z 11 lokalit, ale od tří proveniencí se nepodařilo vypěstovat sadební materiál v dostatečném množství. U ostatních proveniencí pak nebyl sadební materiál evidován podle jednotlivých stromů, jak bylo původně zamýšleno, ale pouze jako směs z celých porostů (Šika, 1990).

Ersted v Norsku při pozorování růstu 14 domácích proveniencí zjistil, že přestože se nejdolnější k mrazům uvádí klen z provincií Ørland a Ervik, pokusy prokázaly vyšší odolnost javorů z provincií Trondheim a Nordland. Obecně bylo potvrzeno, že provenience ze severních oblastí rostou lépe na severu, zatímco z jižních na jihu (Giertych, 1999).

Pagan (1998) hodnotil 22 pokusných ploch v 20 orografických celcích na Slovensku v nadmořských výškách od 600 do 1200 m. Předmětem hodnocení byly růstové vlastnosti, kvalitativní znaky a technické formy. Hodnocené porosty vznikly přirozenou obnovou, věk byl odvozen na 80–160 let. Průměrná výška se pohybovala od 16,7 m (140letý porost v sutinovém svahu pod hřebeny Malých Karpat) po 25,5 m (110letý porost na plochem hřebeni Poľany). Průměrná výčetní tloušťka nabývala také širokého rozpětí, od 30,7 cm ve 110letém porostu v roklině na Malé Fatře po 74,2 cm ve 140letém porostu. Z 1100 hodnocených jedinců jich 7 % pocházelo z výmladků. V důsledku poškození terminálního pupenu mělo až 43 % klenů vidličnatý růst s nejčastějším výskytem na podhřebenových svazích s jižní expozicí. Více nebo méně zakřivený kmen mělo 34 % jedinců, šavlovitý růst pak 4 %. Růstové optimum v podmínkách Slovenska je v 700–1100 m n. m. Nej kvalitnější jedinci s rovným a průběžným kmenem rostli v 800–1000 m n. m.

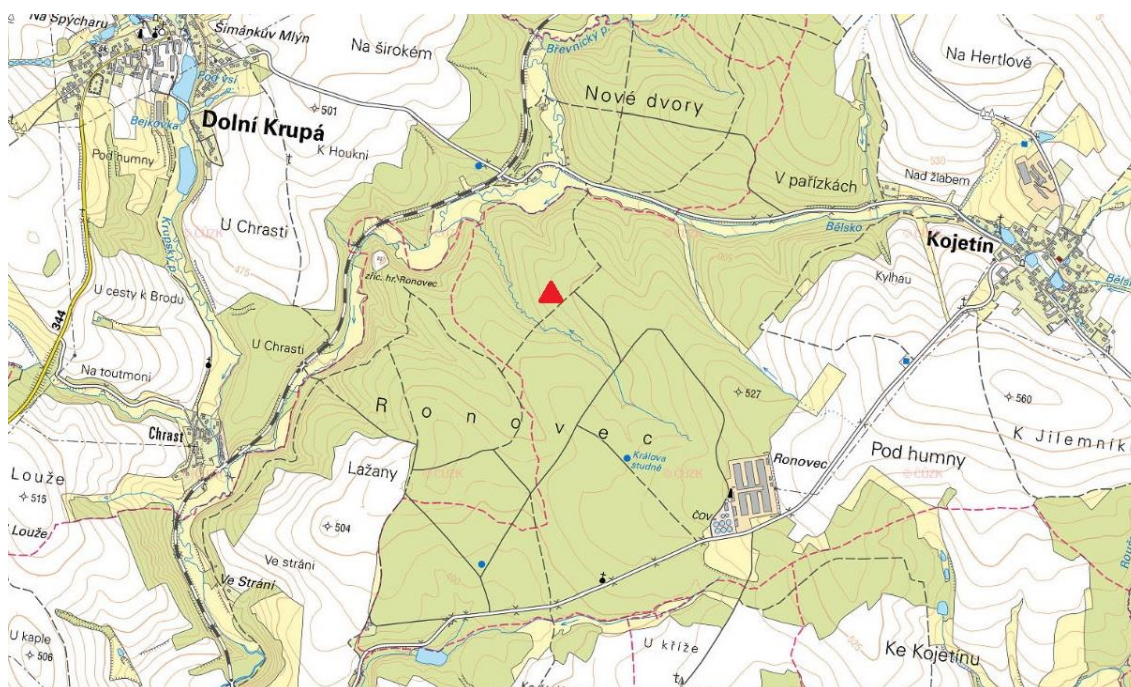
V roce 2007 byl na Školním lesním podniku Křtiny založen provenienční pokus s 20 proveniencemi klenů (Frýdl, 2008).

Současné poznatky vyplývající z provenienčních pokusů zatím nedovolují obecné formulace ohledně vhodnosti a predispozic některé z proveniencí k širšímu využívání (Giertych, 1999).

4. METODIKA

4.1. CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉ PLOCHY

Výzkumná plocha s javorem klenem č. 221 byla založena v roce 1984 na lokalitě Bělá, na bývalém lesním závodě Příbyslav, dnes ve správě městských lesů Havlíčkův Brod. Lesní pozemek p. č. 687/1 se nachází v katastrálním území Kojetín u Havlíčkova Brodu, v kraji Vysočina.



Obr. 5. Základní mapa s vyznačením lokality provenienční plochy č. 221
(zdroj: <https://geoportál.cuzk.cz/geoprohlizec/>)

Výzkumná plocha je součástí souvislého lesního komplexu v mírném svahu s jihozápadní expozicí v nadmořské výšce 495 m n. m. Z geomorfologického pohledu jde o podkrsek Okrouhlická pahorkatina, který je součástí okrsku Chotěbořská pahorkatina, podcelku Havlíčkobrodská pahorkatina, celku Hornosázavská pahorkatina, oblasti Českomoravská vrchovina, Českomoravské subprovincie (Balatka et Kalvoda, 2006). Dle Quitta (1971) je území zařazeno do mírně teplé klimatické oblasti,

konkrétně okrsku MT5. Dlouhodobý normál (1981–2010) teploty vzduchu je 7,4 °C, srážkový normál 673 mm (ČHMÚ).



Obr. 6. Ortofoto s vyznačením lokality provenienční plochy č. 221 (zdroj: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>)

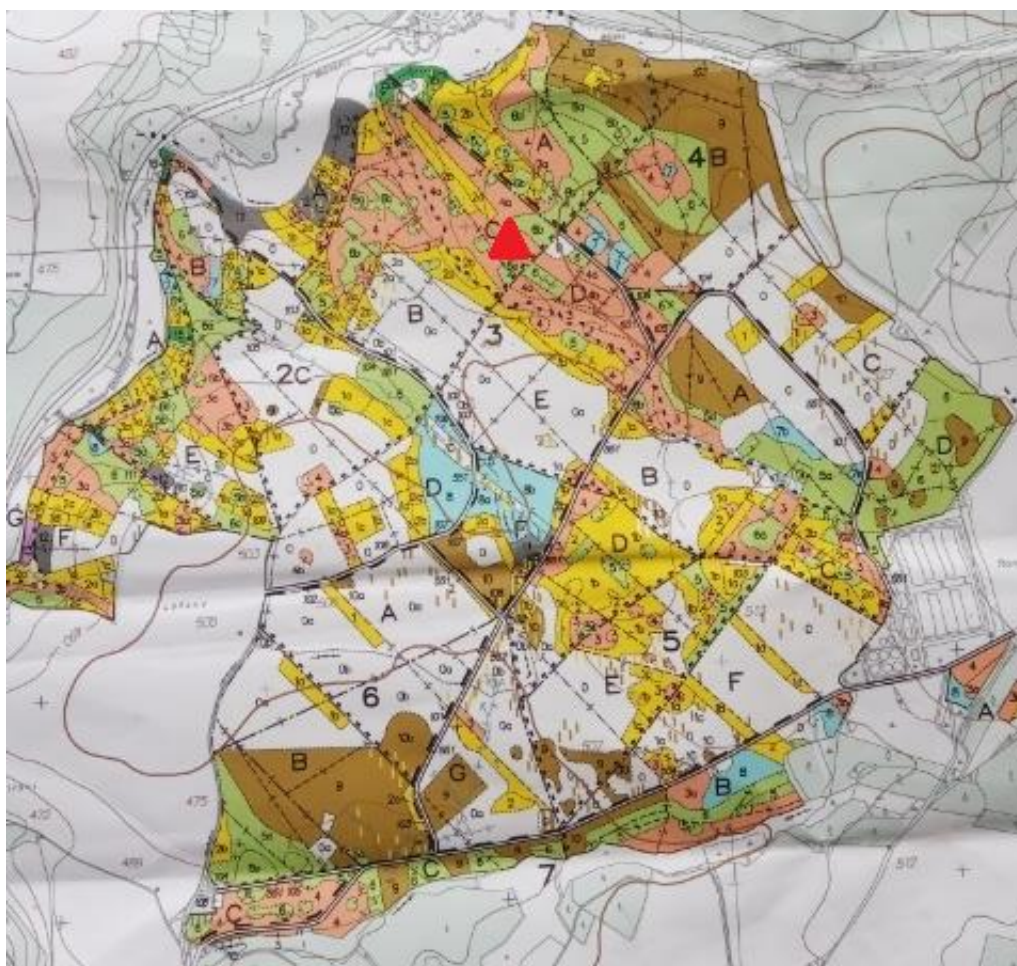


Obr. 7. Mapa lesních typů s vyznačením provenienční plochy č. 221 (zdroj: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html>)

Provenienční pokus č. 221 byl založen v přírodní lesní oblasti č. 16 – Českomoravská vrchovina ve 4. lesním vegetačním stupni, tzn. bukovém, v pásmu ohrožení imisemi D. Lokalita je charakterizována lesním typem 4S1, tedy svěží bučinou

modální, resp. cílovým hospodářským souborem 45 – hospodářství živných stanovišť středních poloh (ÚHÚL).

Lesní pozemek je lesním hospodářským plánem zpracovaným pro lesní hospodářský celek č. 515404 – Městské lesy Havlíčkův Brod (doba platnosti od 1. 1. 2020 do 31. 12. 2029) zařízen jako porostní skupina 3C4b reprezentovaná výčetní tloušťkou 16 cm, výškou 16 m, objemem středního kmene 0,13 m³ b. k. a zásobou 143 m³/ha. V průběhu platnosti plánu by mělo na celé ploše 0,61 ha dojít k výchovným zásahům o objemu 12 m³.



Obr. 8. Porostní mapa s vyznačením provenienční plochy č. 221 (zdroj: Městské lesy Havlíčkův Brod)

4.2. CHARAKTERISTIKA PROVENIENCÍ

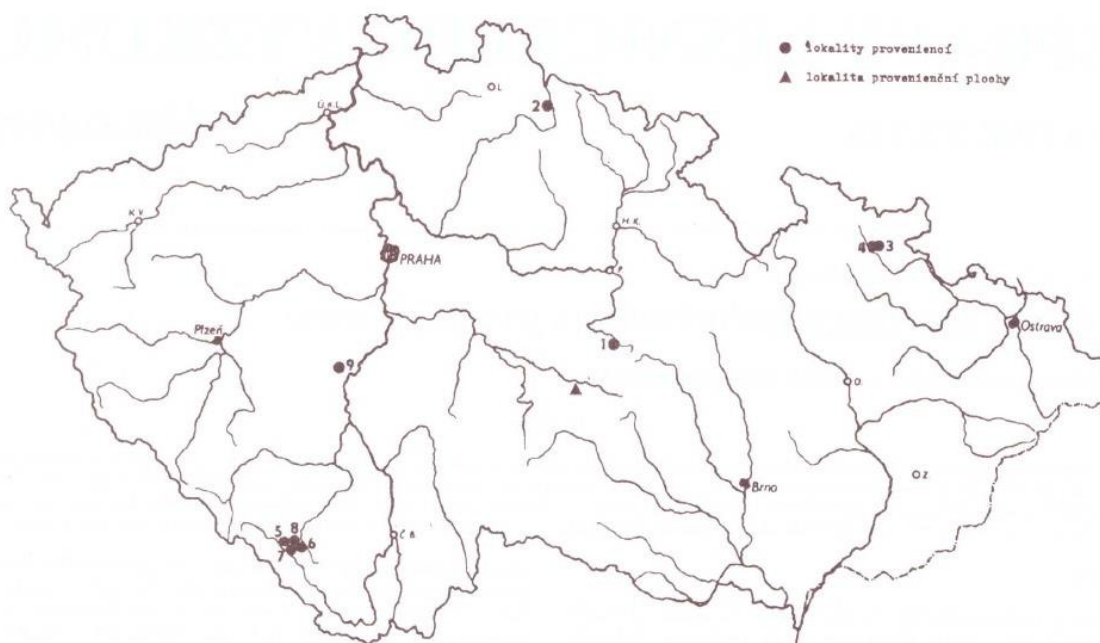
Pro založení výzkumné plochy bylo vybráno devět proveniencí z Čech a Moravy, z nichž čtyři pocházejí z přírodní lesní oblasti č. 13 – Šumava, bývalého (dle uspořádání z roku 1988) lesního závodu (LZ) Prachatice, lesní správy (LS) Zátoň-Lenora, z nadmořských výšek 800 m (prov. č. 5), 1000 m (prov. č. 8) a 1100 m (prov. č. 6 a 7), dvě z přírodní lesní oblasti č. 27 – Hrubý Jeseník, LZ Karlovice, LS Karlovice, z nadmořských výšek 580 m n. m. (prov. č. 3), resp. 800 m n. m. (prov. č. 4), po jedné z přírodních lesních oblastí č. 10 – Středočeská pahorkatina, LZ Vysoký Chlumeč, LS Smolotely z nadmořské výšky 420 m n. m. (prov. č. 9), č. 23 – Podkrkonoší, LZ Harrachov, LS Vysoké nad Jizerou z nadmořské výšky 690 m n. m. (prov. č. 2) a č. 16 – Českomoravská vrchovina, LZ Nasavrky, LS Maleč z nadmořské výšky 450 m n. m. (prov. č. 1) (Buriánek, 1994).

Reprodukční materiál pro založení výzkumné plochy byl sklizen v roce 1981 a vypěstován v lesní školce Mírovka v dřívějším okrese Havlíčkův Brod. Samotná výsadba byla provedena v roce 1984 na paseku po smrkové monokultuře (Šika, 1990). Pokus byl založen obvyklým způsobem, kdy byly na parcelách 10 × 10 m vysázeny sazenice ve sponu 2 × 1 m, tedy 50 jedinců na každé parcele (Buriánek, 1994). Byla založena 4 opakování podle schématu zakresleného na obrázku 10 (Volfschütz, 2008).

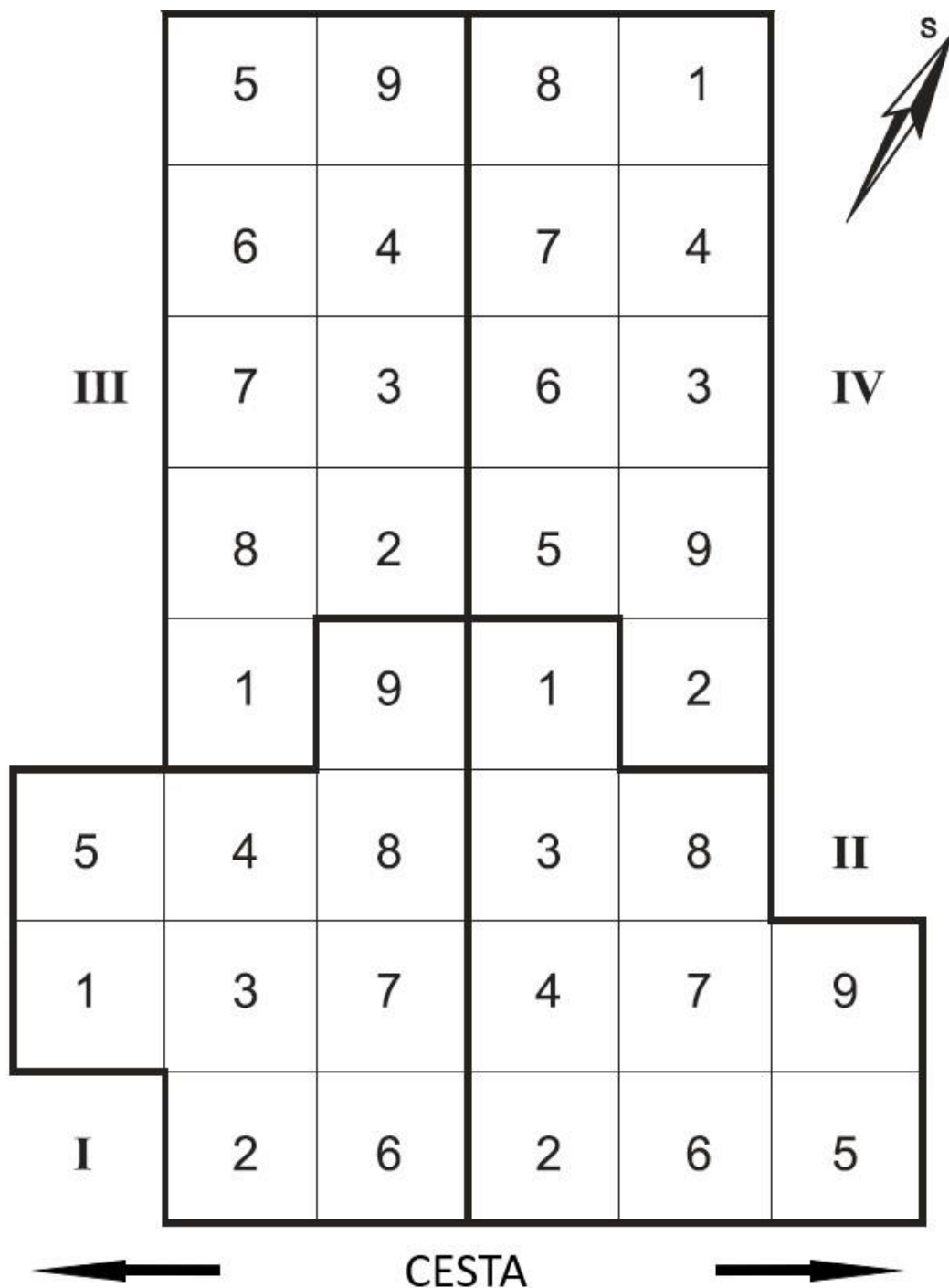
Před začátkem měření bylo shledáno, že stabilizace plochy je vlivem působení povětrnostních podmínek již nevyhovující. Obnovení bylo provedeno označením hraničních stromů pruhy ve výšce 1,3 m bílou latexovou barvou.

Tab. 1. Charakteristika ekologických podmínek proveniencí (zdroj: Buriánek, 1994, upraveno)

Číslo	Lesní závod (podle stavu v r. 1988)	Lesní správa (podle stavu v r. 1988)	Přírodní lesní oblast	Nadmořská výška [m n. m.]	Průměrná roční teplota [°C]	Průměrný roční úhrn srážek [mm]	Lesní typ	Půdní typ
1	Nasavrky	Maleč	16 - Českomoravská vrchovina	450	7,2	732	4V9 – vlhká bučina podmáčená	oglejená hnědozem
2	Harrachov	Vysoké nad Jizerou	23 - Podkrkonoší	690	6,5	840	6A3 – klenová smrková bučina kapradinová	humózní ranker
3	Karlovice	Karlovice	27 - Hrubý Jeseník	580	5,8	805	6D1 – obohacená smrková bučina netýkavková	eutrofní hnědozem
4	Karlovice	Karlovice	27 - Hrubý Jeseník	800	4,8	904	6A1 – klenová smrková bučina bažanková	humózní ranker
5	Prachatice	Zátoň-Lenora	13 – Šumava	800	5,6	798	6D2 – obohacená smrková bučina devětsilová	eutrofní hnědozem
6	Prachatice	Zátoň-Lenora	13 - Šumava	1100	4,0	> 1000	7V2 – vlhká buková smrčina devětsilová	oglejený humusový podzol
7	Prachatice	Zátoň-Lenora	13 - Šumava	1100	4,0	> 1000	7V2 – vlhká buková smrčina devětsilová	oglejený humusový podzol
8	Prachatice	Zátoň-Lenora	13 - Šumava	1000	4,5	> 900	6A1 – klenová smrková bučina bažanková	humózní ranker
9	Vysoký Chlumeč	Smolotely	10 - Středočeská pahorkatina	420	7,4	550	4V9 – vlhká bučina podmáčená	oglejená hnědá lesní půda



Obr. 9. Mapa se zakreslením jednotlivých proveniencí a provenienční plochy č. 221 (zdroj: Buriánek, 1994)



Obr. 10. Schéma uspořádání provenienčního pokusu na ploše č. 221 (zdroj: Volfschütz, 2008, upraveno)

4.3. BIOMETRICKÁ MĚŘENÍ

Měření probíhala v únoru a březnu 2019, tedy mimo vegetační sezónu. Z hodnocení byly vynechány stromy, které byly bez pochybností suché.

4.3.1. KVANTITATIVNÍ VELIČINY

U každého jedince byla změřena celková výška a výčetní tloušťka.

Výška stromů byla měřena za pomoci výškoměru Vertex III a transpondéru T3 od firmy Haglöf Sweden AB s přesností 0,1 m. Transpondér byl připevněn na teleskopické tyči o délce 1,3 m, při měření umístěné ke kmenu měřeného stromu. Výškoměr byl před začátkem měření kalibrován dle návodu k použití přístroje.

Výčetní tloušťka byla měřena pomocí lesnické průměrky Mantax Blue 80 cm od firmy Haglöf Sweden AB s přesností 0,1 cm. Vzhledem k nepravidelnostem v průřezu kmene bylo měření prováděno ve dvou na sebe kolmých rovinách ve výčetní výšce 1,3 m.

Z údajů o výšce a výčetní tloušťce všech jedinců byly pro každou provenienci podle objemové rovnice pro buk, která je využitelná i pro javor a lípu (Petráš et Pajtík, 1991), vypočteny objem kmene s kůrou a hektarová zásoba.

4.3.2. UKAZATELÉ KVALITY

Hodnocení kvalitativních znaků navázalo na předchozí výzkum (Volschütz, 2008). Některá hodnocení (tvárnost kmene, větvení v koruně, zdravotní stav) však byla dle požadavku VÚLHM upravena a odpovídají např. stupnicím, které ve své práci využil i Novák (2012). Stromy tak byly hodnoceny vizuálně v následujících osmi kvalitativních parametrech a jejich stupních:

Tvárnost kmene:

1. zcela rovný kmen (z obou vzájemně kolmých pohledů)
2. mírné jednostranné zakřivení (nebo i výraznější zakřivení pouze nad zemí), ale jinak kmen dobře finančně hodnotitelný
3. silné jednostranné zakřivení
4. kmen minimálně 2× mírně esovitě zakřivený
5. výrazně zprohýbaný kmen

Větvení v koruně:

1. kmen průběžný až do koruny
2. vidlice v horní třetině výšky stromu
3. vidlice ve druhé třetině výšky stromu
4. vidlice ve spodní třetině výšky stromu
5. opakovaná (vícenásobná) vidličnatost

Délka koruny:

1. krátká (menší než 1/3 kmene)
2. střední
3. dlouhá (delší než 2/3 kmene)

Šířka koruny:

1. úzká
2. střední
3. široká

Tvar koruny:

1. pyramidální
2. válcovitá
3. kulovitá
4. metlovitá
5. deštníkovitá

Úhel větvení:

1. větve vystoupavé
2. \pm horizontální
3. převislé

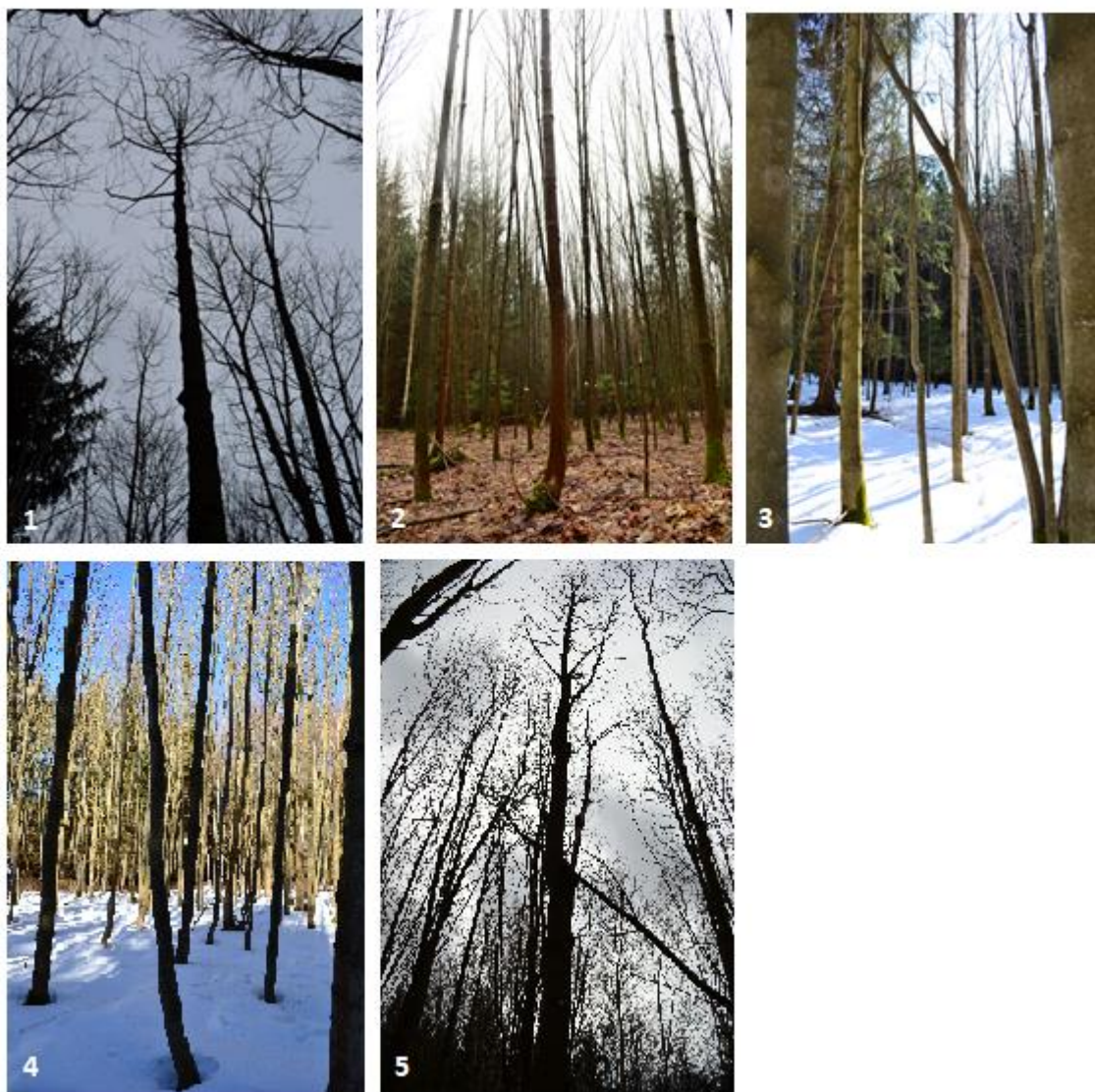
Tloušťka větví:

1. jemné (do 10 % $d_{1,3}$)
2. střední (10–25 % $d_{1,3}$)
3. tlusté (nad 25 % $d_{1,3}$)

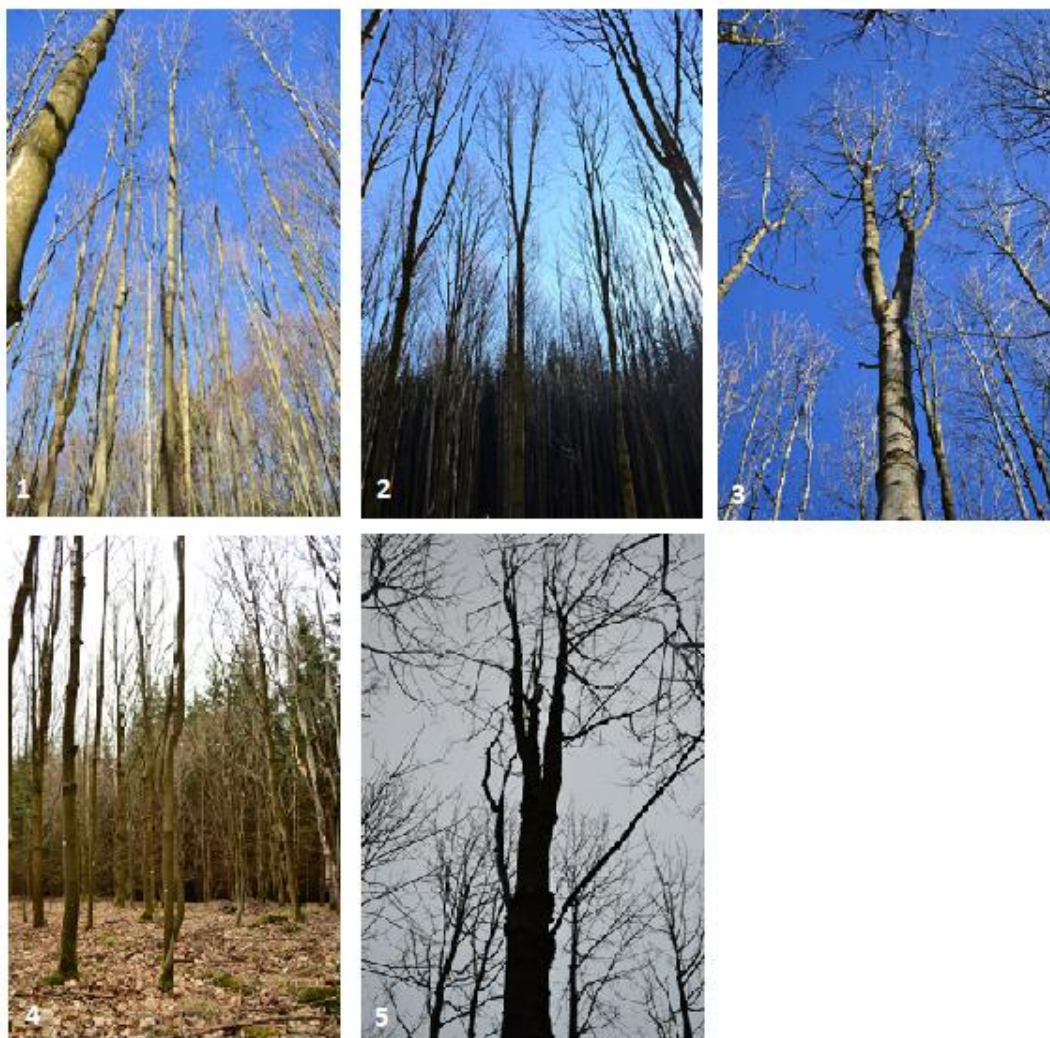
Zdravotní stav:

1. vysoce vitální
2. celkově dobrý, bez příznaků poškození
3. méně vitální, drobné příznaky poškození
4. málo vitální až odumírající

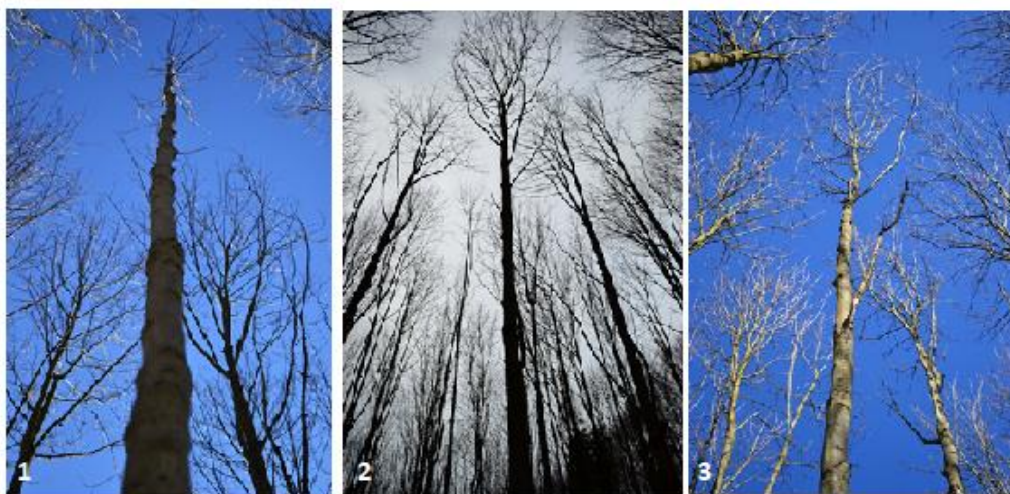
Pro ilustraci jsou doplněny fotografie některých vybraných parametrů:



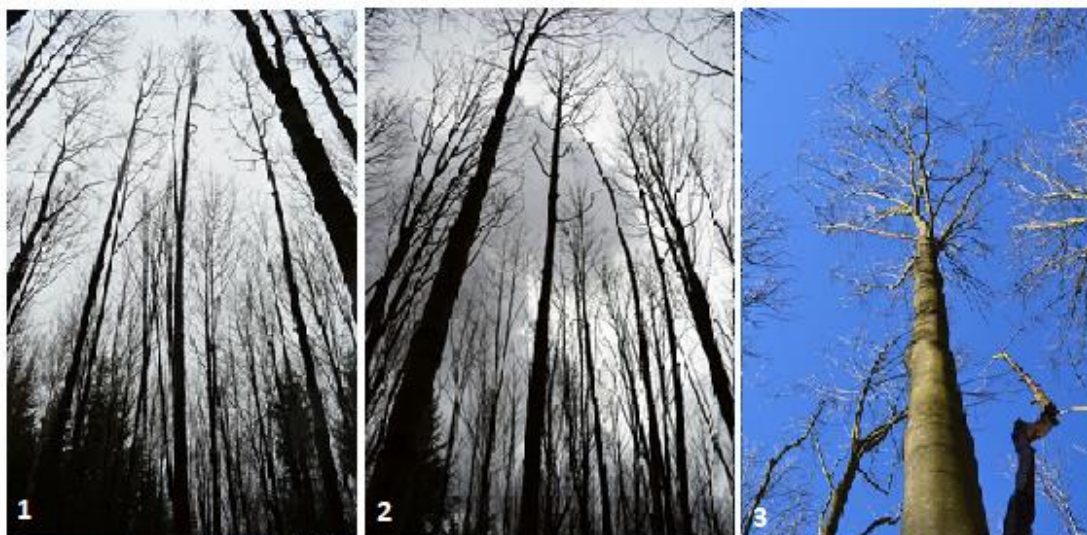
Obr. 11. Tvárnost kmene: 1 – zcela rovný; 2 – mírné jednostranné zakřivení; 3 – silné jednostranné zakřivení; 4 – kmen minimálně 2× mírně esovitě zakřivený; 5 – výrazně zprohýbaný kmen (zdroj: M. Vytisková)



Obr. 12. Větvení v koruně: 1 – kmen průběžný až do koruny; 2 – vidlice v horní třetině výšky; 3 – vidlice ve druhé třetině výšky; 4 – vidlice ve spodní třetině výšky; 5 – opakovaná vidličnatost (zdroj: M. Vytisková)



Obr. 13. Délka koruny: 1 – krátká; 2 – střední; 3 – dlouhá (zdroj: M. Vytisková)



Obr. 14. Šířka koruny: 1 – úzká; 2 – střední; 3 – široká (zdroj: M. Vytisková)

Hodnocení tvárnosti kmene je základním kvalitativním ukazatelem lesního hospodářství z hlediska ekonomického využití dřeva. Pokud totiž kmen vykazuje rovný růst, je předpoklad získání kvalitních sortimentů. Cílem lesního hospodářství je získat rovněž co nejdelší průběžný kmen. Právě z hlediska produkce kvalitních sortimentů bez suků a dalších vad dřeva je nejvhodnější kmen bez vidlice až do koruny. Čím níže je vidlice nasazena, tím je snížen objem kvalitního dřeva. Kromě kvality a kvantity produkovaného dřeva ovlivňuje délka koruny i stabilitu stromu či plnění dalších environmentálních funkcí porostu.

4.4. VYHODNOCENÍ

Údaje zaznamenané na lokalitě během měření byly převedeny z příručního datarekordéru Psion Workabout MX do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2016, kde byly vhodným způsobem upraveny. Samotné zpracování bylo provedeno ve statistickém softwaru NCSS 10.0.6 ve VÚLHM, v. v. i.

Devět sledovaných proveniencí bylo na výzkumné ploše vysázeno ve čtyřech opakováních. Data získaná šetřením každé provenience byla analyzována pro všechna opakování společně, přičemž sloučením všech čtyř opakování došlo k jejich homogenizaci.

Nejprve byla provedena exploratorní analýza a byly vypočteny základní charakteristiky datových souborů. V následujícím kroku byla aplikována jednorozměrná analýza rozptylu (ANOVA), která ve všech případech zamítla nulové hypotézy. Následně byl u jednotlivých proměnných proveden Tukeyho-Kramerův test mnohonásobného porovnání. Testování probíhalo na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Vypočtené objemy stromů byly z důvodu silné nenormality a sešikmenosti dat podrobeny Kruskalově-Wallisově jednofaktorové neparametrické analýze rozptylu. Pro zjištění vzájemně statisticky odlišných proveniencí byl proveden Kruskalův-Wallisův test mnohonásobného porovnání (Dunnův test).

Pro společné statistické vyhodnocení kvalitativních a kvantitativních znaků byla zvolena shluková (clusterová) analýza. Jako nejvhodnější byla vybrána metoda neváženého průměru skupin dvojic s využitím euklidovských vzdáleností, a to na základě porovnání kofenetických koeficientů korelace a hodnot $\Delta(0,5)$ a $\Delta(1,0)$.

5. VÝSLEDKY

U všech souborů nasbíraných dat byla prokázána jejich normalita.

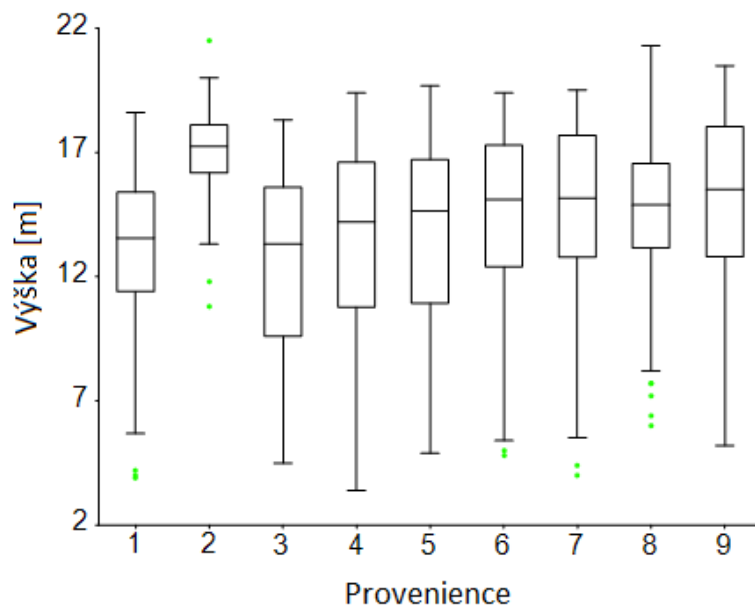
Tím, že do vyhodnocení byli zahrnuti všichni žijící jedinci (tab. 2), došlo u části pokusných populací k jejich početnímu nárůstu. Během hodnocení nebylo možno rozlišit pařezové výmladky z dřívějšího výchovného zásahu a jedince, kteří byli svým vzrůstem přirozeně podprůměrní.

Tab. 2. Počet jedinců na pokusné ploše č. 221 v 12, 17, 24 a 37 letech

Provenience	Počet jedinců			
	jaro 1993 12 let	jaro 1998 17 let	jaro 2006 24 let	jaro 2019 37 let
1	180	136	88	82
2	93	76	60	46
3	156	107	82	91
4	158	109	85	88
5	142	99	74	82
6	143	122	94	99
7	103	80	67	74
8	145	123	104	101
9	119	82	55	45

5.1. KVANTITATIVNÍ VELIČINY

Nejvyšší naměřené hodnoty výšek byly zaznamenány u provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (medián 17,3 m). S více než 15 m následovaly dále provenience 9 – Velký Chlumeč, Smolotely (15,5 m), 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora (15,2 m) a 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (15,1 m). Medián výšek nad 14 m měly provenience 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (14,9 m), 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora (14,7 m), 4 – Karlovice, Karlovice (14,2 m). Nejmenšího mediánu výšek dosáhly provenience 1 – Nasavrky, Maleč (13,6 m), resp. vůbec nejpomaleji rostoucí 3 – Karlovice, Karlovice (13,3 m). Detailní porovnání je znázorněno v následujícím krabicovém grafu, kde jsou zelenou barvou vyznačeny odlehlé, ne však extrémní hodnoty, které by analýzu mohly zkreslovat.



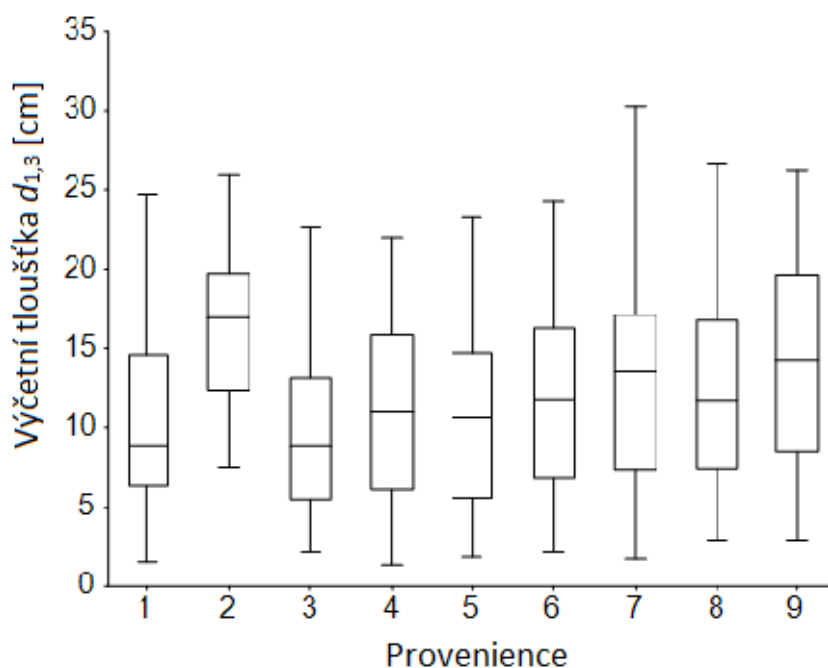
Graf 1. Výšky jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.)

Na základě Tukeyho-Kramerova mnohonásobného srovnání průměrů bylo zjištěno, které provenience se významně odlišují. Provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou se odlišuje téměř od všech ostatních. Velmi odlišná je i 3 – Karlovice, Karlovice.

Tab. 3. Výsledek Tukeyho-Kramerova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle průměru výšek

Provenience	Průměr výšek [m]	Signifikantně odlišné provenience
2	16,99	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
9	14,90	1, 3
7	14,51	2, 3
8	14,45	1, 2, 3
6	14,25	2, 3
5	13,67	2
4	13,41	2
1	12,81	2, 8, 9
3	12,56	2, 6, 7, 8, 9

Medián výčetní tloušťky byl nejvyšší u provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (16,9 cm). Provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (14,3 cm) vykazala podobný medián výčetní tloušťky jako 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora (13,6 cm). Vzájemně blízké výsledky měly provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (11,7 cm), 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (11,6 cm), 4 – Karlovice, Karlovice (10,6 cm) a 5 - Prachatice, Zátoň-Lenora (10,6 cm). Shodně nejmenší hodnota (8,9 cm) byla zjištěna u proveniencí 1 – Nasavrky, Maleč a 3 – Karlovice, Karlovice.



Graf 2. Výčetní tloušťka jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.)

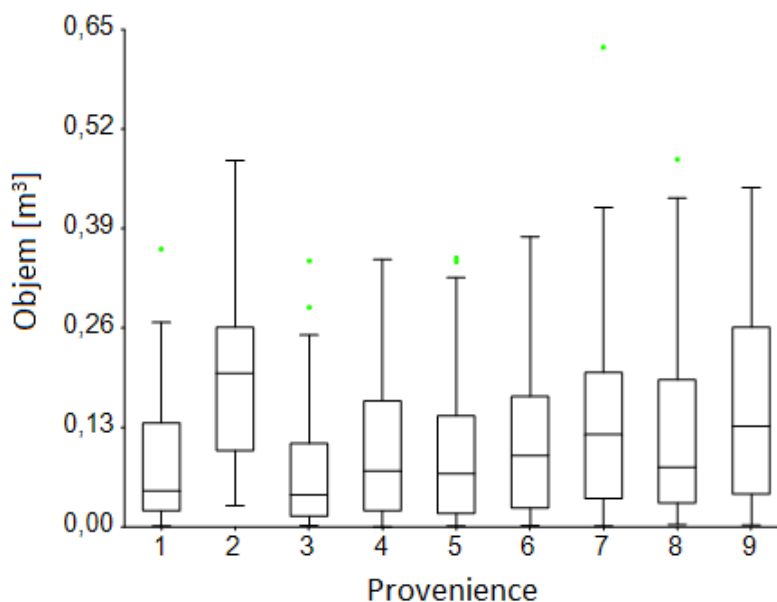
Tukeyho-Kramerův test mnohonásobného porovnání i u průměrů výčetních tlouštěk ukázal, že nejodlišnější jsou provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou a 3 – Karlovice, Karlovice (tab. 4).

Z objemů jednotlivých kmenů s kůrou byly určeny mediány proveniencí, kdy nejvyšší hodnoty dosáhla provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (0,2 m³). Stejně jako v dalších kvantitativních ukazatelích následovaly provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (0,13 m³) a 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora (0,12 m³). Průměrné hodnoty dosáhla provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (0,094 m³), mírného

podprůměru pak provenience 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (0,078 m³), 4 – Karlovice, Karlovice (0,073 m³) a 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora (0,07 m³). Provenience 1 – Nasavrky, Maleč (0,05 m³) a 3 – Karlovice, Karlovice (0,042 m³) i v tomto kvantitativním ukazateli zaostávaly.

Tab. 4. Výsledek Tukeyho-Kramerova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle průměru výčetní tloušťky

Provenience	Průměr výčetní tloušťky [cm]	Signifikantně odlišné provenience
2	16,2	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
9	14,0	1, 3, 5
7	12,9	2, 3
8	12,2	2, 3
6	11,8	2
4	11,2	2
5	10,6	2, 9
1	10,3	2, 9
3	9,6	2, 7, 8, 9



Graf 3. Objemy jednotlivých proveniencí (NCSS 10.0.6.)

Kruskalovým-Wallisovým testem mnohonásobného porovnání (Dunnovým testem) byly určeny statisticky odlišné provenience. V daném porovnání byla provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou signifikantně odlišná od všech

ostatních. Odlišné byly i provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely, 1 – Nasavrky, Maleč a 3 – Karlovice, Karlovice.

Tab. 5. Výsledek Kruskalova-Walisova testu mnohonásobného porovnání (NCSS 10.0.6.), výsledky jsou seřazeny sestupně podle mediánu objemu

Provenience	Medián objemů [m ³]	Signifikatně odlišné provenience
2	0,2008	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
9	0,1314	1, 2, 3, 4, 5
7	0,1204	1, 2, 3, 5
6	0,0935	1, 2, 3
8	0,0779	1, 2, 3
4	0,0730	2, 9
5	0,0696	2, 7, 9
1	0,0469	2, 6, 7, 8, 9
3	0,0421	4, 6, 7, 8, 9

Vypočtené hektarové zásoby jednotlivých proveniencí jsou uvedeny v tabulce 6. Jejich největší hodnoty odpovídají proveniencím 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (297,3 m³/ha), 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (274,1 m³/ha), 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora (249,6 m³/ha), 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (225,1 m³/ha) a 4 – Karlovice, Karlovice (217,1 m³/ha).

Tab. 6. Vypočtená porostní zásoba, seřazená sestupně podle m³/ha

Provenience	Porostní zásoba [m ³ /ha]
8	297,3
6	274,1
7	249,6
2	225,1
4	217,1
5	189,0
9	174,7
1	166,5
3	163,4

5.2. UKAZATELÉ KVALITY

Z hlediska tvárnosti kmene byla nejlépe hodnocena provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou. Obecně lze shrnout, že většina kmenů na pokusné ploše byla hodnocena jako zcela rovných nebo mírně jednostranně zakřivených, ale stále využitelných pro lepší finanční zhodnocení.

Tab. 7. Procentické zastoupení znaku tvárnost kmene

Provenience		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tvárnost kmene [%]	1	25,6	37,0	26,4	23,9	30,5	23,2	32,4	23,8	4,4
	2	28,0	30,4	22,0	22,7	23,2	25,3	21,6	27,7	8,9
	3	18,3	6,5	12,1	8,0	17,1	15,2	16,2	18,8	11,1
	4	12,2	13,0	19,8	19,3	14,6	21,2	16,2	14,9	28,9
	5	15,9	13,0	19,8	26,1	14,6	15,2	13,5	14,9	46,7

V ukazateli větvení byly nejlépe hodnoceny provenience 1 – Nasavrky, Maleč (63,4 % průběžných kmenů až do koruny) a 3 – Karlovice, Karlovice (57,1 %). Výrazně nejhůře dopadla provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely, která měla v 37,8 % pozorování vidlici začínající ve druhé třetině kmenu, zatímco kmen přímý až do koruny jen v 28,9 %.

Tab. 8. Procentické zastoupení znaku větvení

Provenience		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Větvení [%]	1	63,4	47,8	57,1	44,3	47,6	40,4	40,5	41,6	28,9
	2	18,3	15,2	19,8	22,7	18,3	18,2	10,8	23,8	17,8
	3	9,8	17,4	12,1	15,9	18,3	15,2	21,6	10,9	37,8
	4	6,1	8,7	6,6	10,2	4,9	10,1	6,8	5,0	4,4
	5	2,4	10,9	4,4	6,8	11,0	16,2	20,3	18,8	11,1

Délka koruny byla nejčastěji vyhodnocena jako 2 – středně dlouhá (u 53,8 % jedinců všech proveniencí) či jako 1 – krátká (30 %). Nejčastěji, v 44,4 % pozorování, byla krátká koruna pozorována u provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora. Naopak nejčastější pozorování dlouhé (delší než 2/3 kmene) koruny bylo u provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (26,7 %).

Tab. 9. Procentické zastoupení znaku délka koruny

Provenience		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Délka koruny [%]	1	37,8	26,1	22,0	29,5	39,0	44,4	31,1	19,8	11,1
	2	53,7	60,9	59,3	51,1	39,0	46,5	56,8	61,4	62,2
	3	8,5	13,0	18,7	19,3	22,0	9,1	12,2	18,8	26,7

Koruny z pohledu své šířky byly na výzkumné ploše nejčastěji hodnoceny jako 3 – široké, a to v 53,25 %. Nejvíce jedinců s širokou korunou bylo u proveniencí 4 – Karlovice, Karlovice (60,2 %), 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (60 %), 1 – Nasavrky, Maleč (59,8 %), 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (59,4 %) a 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (58,7 %). Úzká koruna byla nejčastěji pozorována u provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (30,3 %).

Tab. 10. Procentické zastoupení znaku šířka koruny

Provenience		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Šířka koruny [%]	1	12,2	10,9	18,7	10,2	23,2	30,3	18,9	12,9	6,7
	2	28,0	30,4	34,1	29,5	35,4	23,2	29,7	27,7	33,3
	3	59,8	58,7	47,3	60,2	41,5	46,5	51,4	59,4	60,0

Nejčastějším tvarem koruny na celé ploše byla 2 – válcovitá koruna (30,23 %), která byla zaznamenána především u proveniencí 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 3 – Karlovice, Karlovice, 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora. Druhou nejčastější byla kulovitá koruna (3) vyskytující se ve 23,59 % případů, následovaná 4 – metlovitou korunou (21,33 %). Nejmenší podíl v hodnocení měla 1 – pyramidální koruna (10,45 %).

Tab. 11. Procentické zastoupení znaku tvar koruny

Provenience	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tvar koruny [%]	1	6,1	13,0	8,8	13,6	3,7	9,1	14,9	14,9	11,1
	2	28,0	21,7	36,3	26,1	40,2	27,3	25,7	30,7	33,3
	3	32,9	26,1	26,4	17,0	24,4	23,2	20,3	23,8	15,6
	4	15,9	15,2	23,1	26,1	23,2	27,3	25,7	16,8	11,1
	5	17,1	23,9	5,5	17,0	8,5	13,1	13,5	13,9	28,9

Při hodnocení úhlu větvení nebyly u žádného ze stromů větve klasifikovány jako převislé. Téměř v 80 % případů byly větve \pm horizontální.

Tab. 12. Procentické zastoupení znaku úhel větvení

Provenience	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Úhel větvení [%]	1	79,3	91,3	76,9	86,4	79,3	70,7	79,7	78,2	88,9
	2	20,7	8,7	23,1	13,6	20,7	29,3	20,3	21,8	11,1
	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Pouze u 4,1 % ze všech stromů byly větve hodnoceny jako 1 – jemné (do 10 % $d_{1,3}$). Jako 3 – tlusté (nad 25 % $d_{1,3}$) se větve většinou jevily u proveniencí 3 – Karlovice, Karlovice (69,2 %), 1 – Nasavrky, Maleč (68,3 %), 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora (53,7 %) a 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (51,1 %). U ostatních proveniencí převažovalo hodnocení 2 – střední (10–25 % $d_{1,3}$).

Tab. 13. Procentické zastoupení znaku tloušťka větví

Provenience	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tloušťka větví [%]	1	0,0	13,0	0,0	5,7	4,9	12,1	2,7	0,0	0,0
	2	31,7	50,0	30,8	53,4	41,5	60,6	54,1	51,5	48,9
	3	68,3	37,0	69,2	40,9	53,7	27,3	43,2	48,5	51,1

Stav více než $\frac{3}{4}$ stromů se jevil jako 1 – vysoce vitální (47,6 %) či 2 – celkově dobrý, bez příznaků poškození (31,78 %). Vysoce vitálně (1) byly nejčastěji hodnoceny provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (62,2 %), 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora (55,4 %) a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (53,5 %). Jako 4 – málo vitální byly nejčastěji

hodnoceny provenience 3 – Karlovice, Karlovice (27,5 %) a 1 – Nasavrky, Maleč (20,7 %).

Tab. 14. Procentické zastoupení znaku zdravotní stav

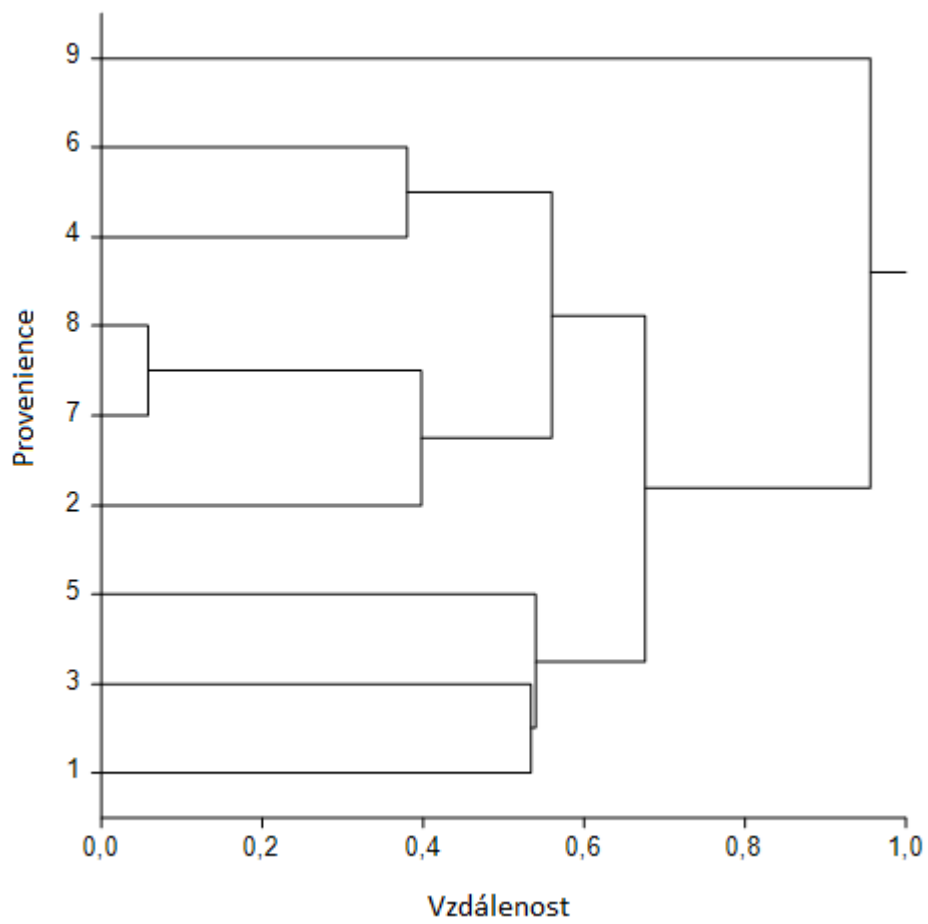
Provenience		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zdravotní stav [%]	1	39,0	45,7	36,3	47,7	46,3	48,5	55,4	53,5	62,2
	2	37,8	45,7	34,1	33,0	29,3	29,3	27,0	32,7	15,6
	3	2,4	6,5	2,2	3,4	8,5	8,1	1,4	4,0	6,7
	4	20,7	2,2	27,5	15,9	15,9	14,1	16,2	9,9	15,6

5.3. SYNTETICKÉ ZHODNOCENÍ

Data byla podrobena shlukové analýze, která do hodnocení zahrnuje kvantitativní (výška, výčetní tloušťka) i kvalitativní znaky (tvárnost kmene, větvení, šířka koruny, tloušťka větví a zdravotní stav).

Na základě vytvořeného dendrogramu (graf 4) je možné konstatovat, že provenience 9 – Vysoký Chlumec, Smolotely je zcela odlišná od ostatních. Tato provenience byla z kvalitativního hlediska nejčastěji charakterizována výrazně zprohýbaným kmenem, větvením v druhé třetině výšky a širokou korunou ve tvaru válce či deštníku.

Dendrogram dále znázorňuje vzájemnou podobnost mezi proveniencemi 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora, které ještě s proveniencí 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou vytvářejí jednu skupinu. Další skupinou jsou provenience 1 – Nasavrky, Maleč, 3 – Karlovice, Karlovice a 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora.



Graf 4. Dendrogram (NCSS 10.0.6.)

6. DISKUSE

Sledování růstových charakteristik javoru klenu probíhající na lokalitě provenienční plochy č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec (dříve Bělá) bylo realizováno již pětkrát. Vůbec první hodnocení proběhlo v lesní školce Mírovka u sadebního materiálu ve věku 2 let, kdy byla sledována pouze výška (Volfschütz, 2008). Ve věku 8 let, resp. 6 let po vysazení na lokalitu byl opět hodnocen výškový přírůst a navíc i mortalita. Na jaře 1993, ve věku 12 let, byla hodnocena výška a nově i kvalitativní znaky porostu. Jednalo se o tvárnost kmene, větvení a zdravotní stav (Buriánek, 1994). Buriánek (1998) dále měřil výšky ve věku 17 let, tedy 15 let po výsadbě. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny. Poslední hodnocení bylo provedeno ve věku 24 let (Volfschütz, 2008; Volfschütz et al., 2009), kdy byly sledovány jak kvantitativní (výška, výčetní tloušťka, objem), tak kvalitativní znaky (stromová třída, tvárnost kmene, větvení v koruně, délka, šířka a tvar koruny, úhel větvení, tloušťka větví, zdravotní stav). Aby bylo aktuální měření porovnatelné, byla část kvalitativních znaků převzata. U znaků tvárnost kmene, větvení v koruně a zdravotní stav však byla z důvodu méně vyhovujících původních stupnic klasifikace upravena, jak je uvedeno v kapitole 4.3.2.

První rok (podzim 1985) a pět let (podzim 1989) po výsadbě byla na pokusné ploše hodnocena mortalita. Na podzim 1985 nebyl pozorován výraznější úhyn sazenic, protože plocha nebyla ještě zabuřenělá. Největší mortalita při hodnocení na podzim 1989 byla zjištěna u provenience 9 – Vysoký Chlumec, Smolotely (40 %) a nejmenší u 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora (16 %). Šika (1990) připisuje vysoký úhyn sazenic místním pedologickým podmínkám (zejména zamokření) a vysoké konkurenci třtiny křovištní, a proto usuzuje, že v takto nízkém věku (8 let) se nejedná o projev dědičné vitality, ale pouze o silně působící vnější vlivy.

V tabulce č. 15 jsou uvedeny průměrné výšky dosahované v každém z měřených období. Hodnoty jednotlivých proveniencí naměřené v roce 1983 se ještě příliš nelišily. Nejvyšší byli jedinci provenience 3 – Karlovice, Karlovice, naopak nejnižších výšek

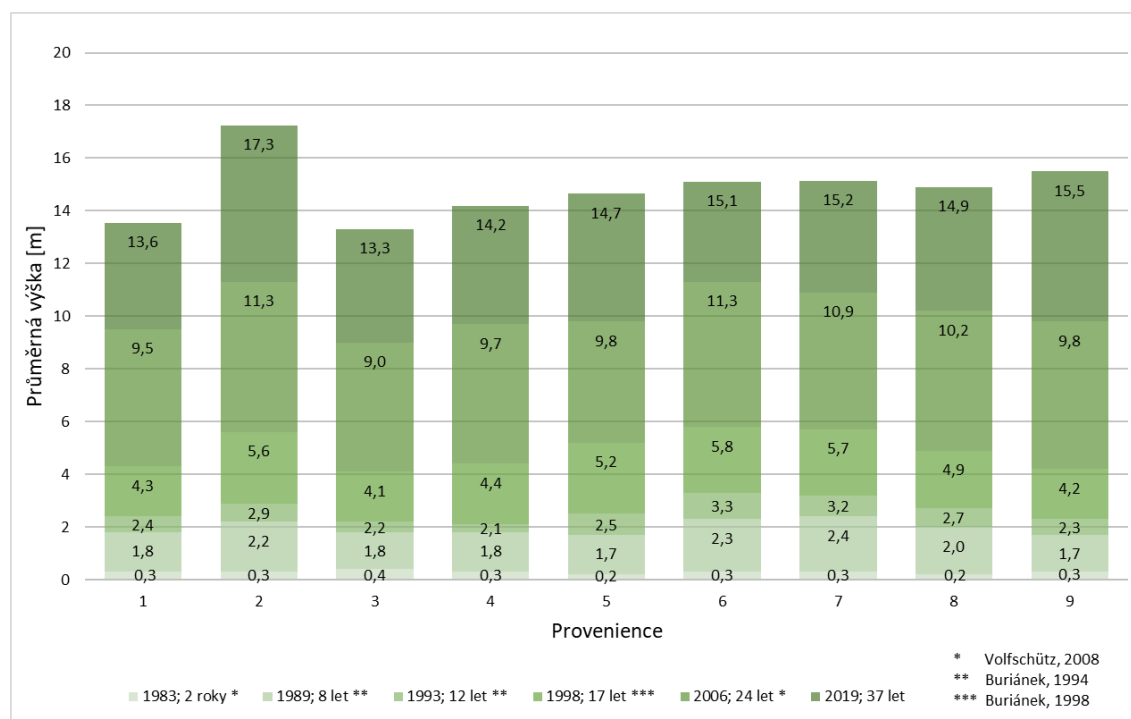
dosahovaly provenience 5 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora. Při hodnocení v 8 letech byly již zaznamenány značné rozdíly (průměrné výšky od 1,7 do 2,4 m), které však byly vyhodnoceny jako statisticky neprůkazné. Rozdíly při rozpětí průměrných výšek ve 12 letech (2,1–3,3 m) již byly na hladině pravděpodobnosti 5 % statisticky významné (Buriánek, 1994). Nejlepších výsledků dosahovaly provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora. Většina z nich pochází z oblasti Šumavy z výšek nad 1000 m n. m. Při měření v 17 letech opět nebyly výsledky statisticky průkazné, přestože rozdíly ve výškách byly značné (4,1–5,8 m). Nejvyšších výšek opět dosahovaly provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou (Buriánek, 1998). Ve 24 letech byly největší hodnoty naměřených výšek zaznamenány u proveniencí 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou, 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora, 7 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora (Volfschütz et al., 2009). Tento stav přetrvával i při posledním měření pouze s tím rozdílem, že druhé nejvyšší naměřené výšky byly zaznamenány u provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely.

Tab. 15. Průměrné výšky jednotlivých proveniencí v průběhu měření (věk: 2, 8, 12, 17, 24 a 37 let)

Provenience	Průměrná výška [m]					
	1983 2 roky	podzim 1989 8 let	jaro 1993 12 let	jaro 1998 17 let	jaro 2006 24 let	jaro 2019 37 let
1	0,3	1,8	2,4	4,3	9,5	13,6
2	0,3	2,2	2,9	5,6	11,3	17,3
3	0,4	1,8	2,2	4,1	9,0	13,3
4	0,3	1,8	2,1	4,4	9,7	14,2
5	0,2	1,7	2,5	5,2	9,8	14,7
6	0,3	2,3	3,3	5,8	11,3	15,1
7	0,3	2,4	3,2	5,7	10,9	15,2
8	0,2	2,0	2,7	4,9	10,2	14,9
9	0,3	1,7	2,3	4,2	9,8	15,5

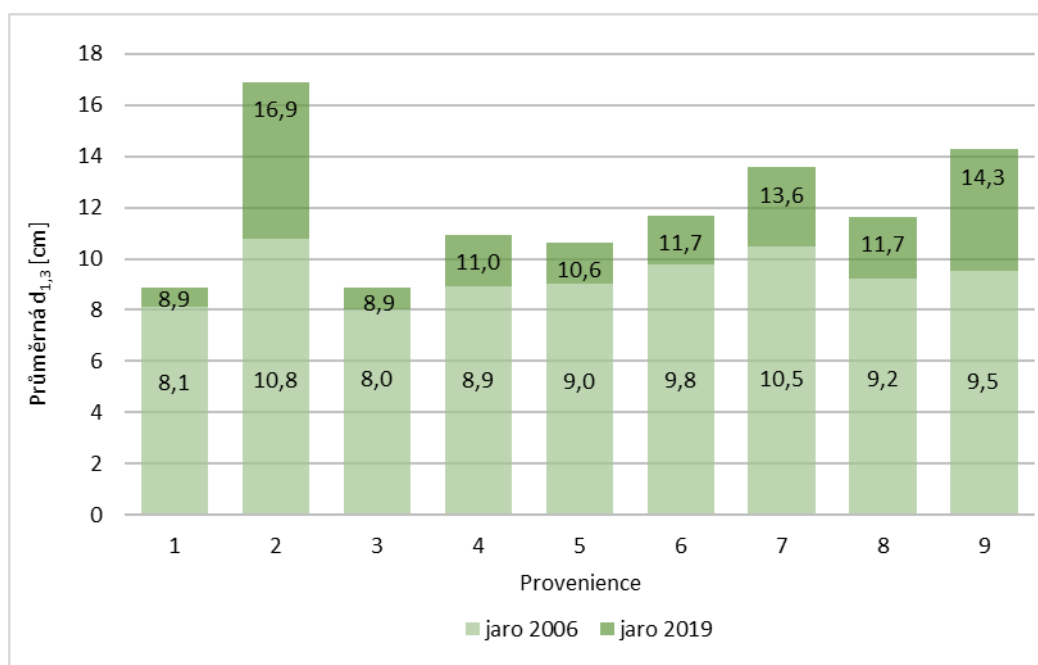
Průběh výškových přírůstků je zobrazený v grafu č. 5. Je patrné, že byt měla nejrychlejší růst v lesní školce provenience 3 – Karlovice, Karlovice, po přesazení na pokusnou plochu se její přírůsty značně zpomalily a od roku 1998 (17 let) již dosahuje

nejmenších výšek. Podobný průběh vykazuje i provenience 1 – Nasavrky, Maleč. U provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely s původně nízkými přírůsty byl při posledních dvou měřeních zaznamenán druhý nejvyšší přírůst. Provenience 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora má v průběhu sledování průběžný přírůst rovnoměrný.



Graf 5. Průměrné hodnoty výšky u jednotlivých proveniencí v průběhu všech měření (věk 2, 8, 12, 17, 24 a 37 let)

Měření výčetní tloušťky bylo provedeno pouze při posledních dvou sledováních. Shodně byly zjištěny největší průměrné výčetní tloušťky u provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou, naopak nejnižší při obou pozorováních byly provenience 3 – Karlovice, Karlovice a 1 – Nasavrky, Maleč. Druhá největší výčetní tloušťka byla naměřena u provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely. Jak v případě provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou, tak i 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely došlo za posledních 14 let k proředění (tab. 2), což mohlo být příčinou zvýšení světlostního přírůstu.



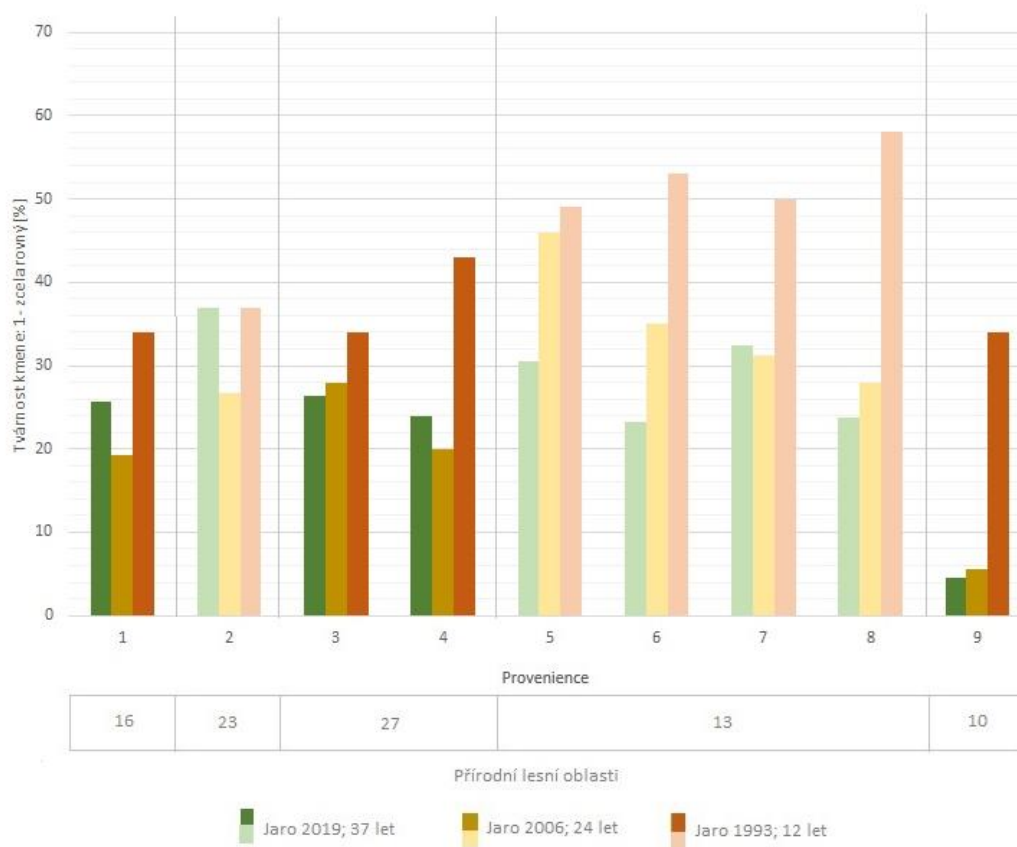
Graf 6. Vyjádření přírůstu v 24 a 37 letech

Tab. 16. Průměrné hodnoty výčetní tloušťky, objemu a průměrná porostní zásoba jednotlivých proveniencí v 24 a 37 letech

Provenience	Průměrná d _{1,3} [cm]		Objem průměrného stromu [m ³]		Průměrná porostní zásoba [m ³ /ha]	
	jaro 2006	jaro 2019	jaro 2006	jaro 2019	jaro 2006	jaro 2019
1	8,1	8,9	0,031	0,047	68,2	166,5
2	10,8	16,9	0,063	0,201	94,5	225,1
3	8,0	8,9	0,029	0,042	59,5	163,4
4	8,9	11,0	0,039	0,073	82,9	217,1
5	9,0	10,6	0,040	0,070	74,0	189,0
6	9,8	11,7	0,052	0,093	122,2	274,1
7	10,5	13,6	0,053	0,120	88,8	249,6
8	9,2	11,7	0,042	0,078	109,2	297,3
9	9,5	14,3	0,043	0,131	59,1	174,7

Při hodnocení kvalitativních znaků rozdělil již Buriánek (1994) provenience dle charakteristik původu mateřských porostů – přírodních lesních oblastí (PLO 10 – středočeská pahorkatina: 9; PLO 13 – Šumava: 5, 6, 7, 8; PLO 16 – Českomoravská vrchovina: 1; PLO 23 – Podkrkonoší: 2; PLO 27 – Hrubý Jeseník: 3, 4) a posléze i dle nadmořských výšek a zeměpisné polohy (I – České provenience horské /nad

1000 m n. m./: 6, 7, 8; II – České provenience podhorské /500–999 m n. m./: 2, 5; III – České provenience pahorkatin /do 500 m n. m./: 1, 9; IV – Moravské provenience: 3, 4).



Graf 7. Porovnání hodnocení tvárnosti kmene (1 - zcela rovný kmen) v 12, 24 a 37 letech, rozděleno podle původních přírodních lesních oblastí mateřských porostů

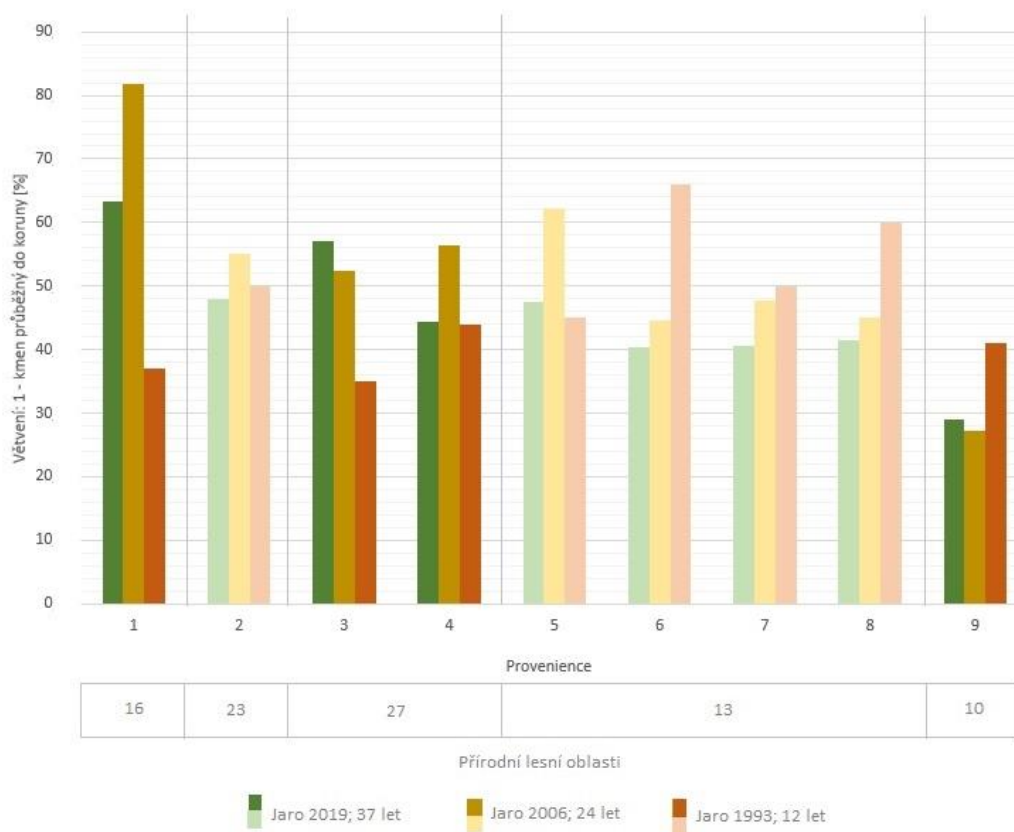
Parametr tvárnosti kmene byl v předchozích pracích hodnocen na třístupňové škále: 1 – zcela rovný, 2 – mírně zakřivený, 3 – silně zakřivený. Hodnota 1 – zcela rovný je stejná jak pro stupnici použitou Buriánkem (1994) a Volfšützem (2008), tak pro současné hodnocení. Dle geografických charakteristik lokalit mateřských porostů byla ve 12 letech nejlépe hodnocena oblast I – České provenience horské, následovaná II – České provenience podhorské a IV – Moravské provenience; nejméně tvárné kmeny byly naopak zaznamenány u oblasti III – České provenience pahorkatin (Buriánek, 1994). Ve věku 24 i 37 let pak byla nejlépe hodnocena oblast II – České provenience podhorské, následovaná oblastmi I – České provenience horské a IV – Moravské

provenience. Shodně ve 24 i 37 letech byla jako oblast s nejméně tvárnými kmeny hodnocena III – České provenience pahorkatin (Volfschütz, 2008). Kmeny stromů původem z PLO 10 byly ještě ve věku 12 let hodnoceny z 34 % jako zcela rovné, ale již ve 24 letech jich bylo takto hodnoceno pouze 5,5 %. Tento trend byl zachován i při hodnocení ve 38 letech. Při předchozích dvou sledováních byly nejčastěji jako zcela rovné hodnoceny kmeny stromů původem z PLO 13, nicméně při posledním měření šlo o PLO 23.

Tyto výsledky by odpovídaly i sledování provedenému Šikou (1990), který hodnotil porosty javoru klenu v ČSR. Nejvyšší podíl rovných kmenů zaznamenal v Krkonoších (52 %) a na Šumavě (46 %), což odpovídá zjištěním provenienčního pokusu, kdy provenience z PLO 23 a PLO 13 mají kmen hodnocen převážně jako rovný. Naopak nejnižší podíl rovných kmenů byl Šikou (1990) zjištěn na lokalitách na Českomoravské vrchovině a Středočeské pahorkatině. Výsledky ukazují, že i v provenienčním pokusu je nejméně rovných stromů hodnoceno u provenience původem z PLO 10.

Větvení bylo stejně jako v případě tvárnosti kmene hodnoceno na třibodové stupnici (Buriánek, 1994; Volfschütz, 2008), kde je hodnota 1 – průběžný, hlavní výhon nositelem výškového růstu stejná i pro současné hodnocení. Z pohledu geografických charakteristik byla ve 12 letech hodnocena nejlépe oblast I – České provenience horské, následovaná oblastmi II – České provenience podhorské, IV – Moravské provenience a III – České provenience pahorkatin. Ve věku 24 let bylo hodnocení značně odlišné. Nejčastěji byly kmeny průběžné až do koruny zaznamenány u proveniencí z oblasti II – České provenience podhorské. U proveniencí z oblasti III – České provenience pahorkatin byl zaznamenán významný rozdíl, kdy provenience 1 – Nasavrky, Maleč (81,8 %) byla hodnocena významně lépe než 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely (27,3 %). Stejný výsledek přineslo pozorování v 38 letech, kdy byla provenience 1 – Nasavrky, Maleč hodnocena v 63,4 % jako kmen s průběžným větvením až do koruny a 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely pouze v 28,9 % případů. V případě provenience 9 – Vysoký Chlumeč bylo nicméně při posledním měření výšky a výčetní tloušťky pozorováno zlepšení, resp. zrychlený růst. Ve věku 38 let byly stupněm průběžný kmen až do koruny nejčastěji hodnoceny provenience z geografické skupiny

IV – Moravské provenience. Naopak nejhorší výsledek byl zaznamenán u oblasti původu I – České provenience horské.



Graf 8. Hodnocení větvení (1 - kmen průběžný až do koruny) ve 12, 24 a 37 letech, rozděleno podle původních přírodních lesních oblastí mateřských porostů

Ve věku 12 let byla nejlépe hodnocenou PLO 13, následovaná PLO 23. PLO 10, 27 a 16 byly hodnoceny přibližně stejně. Již v 24 letech se jako výrazně nejlepší projevila PLO 16. Výsledek je shodný i při hodnocení, které je prezentováno v této práci. Ve 24 letech byly téměř stejně hodnoceny PLO 23, 27 a 13. Nejméně kmenů průběžných až do koruny bylo v porostu nacházeno u proveniencí původem z PLO 10 (Volfšchutz, 2008). V 37 letech bylo hodnocení velmi podobné, pouze druhou nejlépe hodnocenou byla PLO 27, opět těsně následovaná PLO 23 a 13. I při tomto posledním pozorování bylo nejméně průběžných kmenů zjištěno u stromů pocházejících z PLO 10.

Výše uvedená dlouhodobá pozorování kvantitativních znaků ukazují, že jednou z nejlépe hodnocených proveniencí je 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou, která má

dlouhodobě velmi dobrý zdravotní stav a i její kvalitativní znaky jsou hodnoceny jako jedny z nejlepších, např. jemnější větve a délka koruny. Kmen byl sice při dřívějších hodnoceních shledán jako mírně až silně zakřivený, ale při posledním šetření byl hodnocen jako rovný nebo pouze mírně zakřivený. Provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora jsou také dlouhodobě velmi dobře hodnoceny jak na základě kvantitativních, tak kvalitativních znaků.

Dendrogram (graf 4), vytvořený shlukovou analýzou, poukázal na výraznou odlišnost provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely od ostatních proveniencí a jimi vytvořených skupin. Důvod odlišnosti bude pravděpodobně spočívat v místě původu provenience. Jedná se totiž o zdroj pocházející ze Středočeské pahorkatiny, z pouhých 420 m n. m., s poměrně vysokou roční teplotou a zároveň poměrně nízkými úhrny srážek. Přestože není v kvalitativních znacích provenience příznivě hodnocena, vůči posledním hodnocením se zlepšily.

Přestože se jedná o velmi dobře hodnocené provenience, jejich širší použití je z pohledu české legislativy problematické. Přestože je momentálně v platnosti Opatření obecné povahy Ministerstva zemědělství č. j. 17110/2020-MZE-16212 ze dne 2. 4. 2020, které uvolňuje v bodu 1.3. pravidla pro nakládání s reprodukčním materiálem tak, že lze použít reprodukční materiál lesních dřevin z kterékoli přírodní lesní oblasti a nadmořské výšky. Toto ustanovení je v platnosti do 31. 12. 2022. V období mimo platnost tohoto opatření je dle vyhlášky č. 139/2004 Sb. možné přenášet reprodukční materiál javoru klenu mezi 1.–4. LVS bez omezení, ale od 5. LVS jej lze přenášet pouze s posunem o \pm jeden LVS. Protože se lokalita provenienčního pokusu nachází ve 4. LVS a provenience 2 – Harrachov, Vysoké nad Jizerou a 8 – Prachatice, Zátoň-Lenora pocházejí ze 6. LVS, resp. provenience 6 – Prachatice, Zátoň-Lenora ze 7. LVS, není možné širší využití těchto úspěšných proveniencí v daném LVS.

Porovnání popisovaného provenienčního experimentu s některým z dalších je velmi obtížné. U ostatních známých provenienčních pokusů nejsou dostatečně specifikovány mateřské porosty (např. Kleinschmit et Kleinschmit, 2009), popř. jsou popisovány a hodnoceny populace javoru klenu vzniklé přirozeným zmlazením nebo umělou výsadbou, ale bez bližší znalosti původu sadebního materiálu (Pagan, 1998; Sjöstedt, 2012; Žďánský, 2019).

Cundall et al. (1998) měřili semenáčky javoru klenu v lesní školce a poté i sazenice po vysazení na 5 pokusných ploch na lesních pozemcích. Mateřské porosty se nacházely okolo 50 m n. m. a nejlépe odrůstaly v podobných podmínkách. Při vysazení do vyšších nadmořských výšek (350 m n. m.) byl jejich růst v prvních čtyřech letech pomalejší. Toto zjištění by odpovídalo i pozorování provenience 9 – Vysoký Chlumeč, Smolotely, která měla při prvním měření rovněž nejmenší výšky.

V provenienčním pokusu provedeném v Dánsku byla mimo jiné pozorována i provenience z České republiky, Harrachova (670 m n. m.). Provenienční pokusy byly založeny na třech lokalitách (všechny okolo 50 m n. m.). Česká provenience byla ve výšce a výčetní tloušťce hodnocena jako jedna z posledních, byla však jednou z nejlepších v kvalitativních ukazatelích tvárnost kmene a vidličnatost (Meulman, 2019).

7. ZÁVĚR

Areál přirozeného rozšíření javoru kleny zasahuje do téměř celé kontinentální Evropy. Vzhledem k tomuto poznatku je zřejmé, že i klen se adaptoval a vznikly jednotlivé ekotypy s širokou škálou fenotypových projevů. Z toho vychází zřejmá potřeba uskutečnění provenienčních experimentů, která by poukázala na vhodnost využití určitých potomstev, například při obnově lesních porostů.

Provenienční pokus na výzkumné ploše VÚLHM, v. v. i., č. 221 – Městské lesy Havlíčkův Brod byl založen z potomstev porostů pocházejících výhradně z České republiky, 420–1100 m n. m., od Šumavy po Hrubý Jeseník.

Předkládaná diplomová práce si kladla za cíl zhodnocení charakteru růstu a prosperity kleny na výzkumné ploše. Z hlediska kvantitativních veličin výšky a výčetní tloušťky bylo nejlépe hodnoceno potomstvo pocházející z Podkrkonoší, za nímž následovalo potomstvo ze Středočeské pahorkatiny, které ale v dřívějších měřeních dosahovalo spíše podprůměrných hodnot. Přestože provenience ze Středočeské pahorkatiny zvýšila výškový přírůst, nevyznívají její kvalitativní znaky z hlediska produkce hodnotných sortimentů příliš příznivě. Provenience ze Šumavy jsou na základě kvantitativních i kvalitativních znaků dlouhodobě hodnoceny velmi dobře. Při celkovém shrnutí je možno konstatovat, že nejhorších výsledků dosahovala potomstva z Českomoravské vrchoviny a z nižších poloh Hrubého Jeseníku.

Sledování koresponduje s výsledky prezentovanými předchozími autory pouze zčásti, a proto je nezbytné, aby VÚLHM, v. v. i., pokračoval v pozorování provenienčního pokusu. Vývoj, jak se zdá, ještě nebyl ukončen, i když se již jedná o středně starý porost (37 let). V souladu s metodikou provenienčního pokusu je nutno doporučit další měření ca za 10 let, protože je zřejmé, že k trvalejší a výraznější diferenciaci růstu proveniencí dochází ve vyšším věku.

Dlouhodobé výsledky provenienčního pokusu vedeného VÚLHM, v. v. i., poukazují na problematiku přenosu reprodukčního materiálu, jak ji specifikuje vyhláška č. 139/2004 Sb. Přenos z 6. LVS, který se jeví jako velmi úspěšný do 4. LVS, v němž je

lokalizována výzkumná plocha, je dle zmiňované vyhlášky nezákonný. Byť již zmiňované Opatření obecné povahy Ministerstva zemědělství č. j. 17110/2020-MZE-16212 ze dne 2. 4. 2020 uvolnilo pravidla přenosu, jedná se pouze o dočasnou změnu. Bylo by proto vhodné posoudit a případně přehodnotit platná pravidla přenosu reprodukčního materiálu javoru klenu mezi lesními vegetačními stupni i pro období normálního stavu.

SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

AMMER, Christian. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*. 1996, vol. 88, no. 1–2, 43–53p. ISSN 0378-1127.

BALATKA, Břetislav & KALVODA, Jan. *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. Praha : Kartografie Praha, a.s., 2006. 79p + 3 mapy. ISBN 80-7011-913-6.

BINGGELI, Pierre. *Patterns of invasion of sycamore (Acer pseudoplatanus L.) in relation to species and ecosystem attributes*. D.Phil thesis, The University of Ulster, 1992.

BINGGELI, Pierre. Status of sycamore (*Acer pseudoplatanus L.*) in its native range. *Proc. Of the Irish Botanists' Meeting, University of Ulster*. 1994, 33–34p.

BORATYŃSKI, Adam & FILIPIAK, Maciej. Zarys ekologii. In **BUGALA, Władysław (ed.)**. *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 275–328p. ISBN 83-88163-11-6.

BORATYŃSKI, Adam. Systematyka i geograficzne rozmieszczenie. In **BUGALA, Władysław (ed.)**. *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 15–74p. ISBN 83-88163-11-6.

BUERKI, Sven; LOWERY II, Porter P.; ALVAREZ, Nadir; RAZAFIMANDIMBISON, Sylvain G.; KÜPFER, Philippe & CALLMANDER, Martin W. Phylogeny and circumscription of Sapindaceae revisited: molecular sequence data, morphology and biogeography support recognition of a new family, *Xanthoceraceae*. *Plant Ecology and Evolution*. 2010, Sv. 143, no. 2, 148–159p. ISSN 2032-3921.

BURIÁNEK, Václav. Výsledky provenienčního výzkumu s javorem klenem. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1994, Sv. XXXIX, 4, 1–4p. ISSN 0322-9688.

BURIÁNEK, Václav. Etapa č. III – Ušlechtilé listnáče – Noble Hardwoods. In **HYNEK, Vladimír; BENEDÍKOVÁ, Marie; BURIÁNEK, Václav & ČÍŽKOVÁ, Lud'ka (eds.)**. *Šlechtění lesních dřevin listnatých*. Jíloviště-Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 1998

CUNDALL, E.P.; CALAHAN, C.M. & PLOWMAN, M.R. Early results of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) provenance trials at farm forestry sites in England and Wales. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1998, Sv. 71, no. 3, 237–245p. ISSN 1464-3626.

de JONG, P.C. Flowering and sex expression in *Acer* L.: A biosystematic study. *Mededelingen landbouwhogeschool wageningen*. 1976, Sv. 76, 2, [201]p.

DESIE, Ellen; VANVAMPENHOUT, Karen; NYSSSEN, Bart; van der BERG, Leon; WEIJTERS, Maaïke; van DUINEN, Gert-Jan; den OUDEN, Jan; van MEERBEEK, Koenraad & MUYS, Bart. Litter quality and the law of the most limiting: Opportunities for restoring nutrient cycles in acidified forest soils. *Science of the Total Environment*. 2020, Sv. 699, no. 134383, [11]p. ISSN 0048-9697.

DIACI, Jurij. Regeneration dynamics in Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*. 2002, Sv. 161, no. 1–3, 27–38p. ISSN 0378-1127.

FISICHELLI, Nicholas; VOR, Torsten & AMMER, Christian. Broadleaf seedling responses to warmer temperatures "chilled" by late frost that favors conifers. *European Journal of Forest Research*. 2014, Sv. 133, no. 4, 587–596p. ISSN 1612-4677.

FRÝDL, Josef. Šlechtění lesních dřevin a záchrana genových zdrojů cenných a ohrožených populací, včetně využití biotechnologických postupů, metod molekulární biologie a poznatků lesního semenářství v lesním hospodářství. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2008. Periodická zpráva za rok 2007. 62p.

GADEK, Paul A.; FERNANDO, Edwino S.; QUINN, Christopher J.; HOOT, Sara B.; TERRAZAS, Teresa; SHEAHAN, Mary C. & CHASE, Mark w. Sapindales: Molecular Delimitation and Infraordinal Groups. *American Journal of Botany*. 1996, Sv. 83, no. 6, 802–811p. ISSN 1537-2197.

GIERTYCH, Maciej. Genetyka (z ochroną zasobów genowych). In **BUGALA, Władysław (ed.)**. *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 257–274p. ISBN 83-88163-11-6.

- GILL, Robin M. A.** A review of damage by mammals in north temperate forests. 2. Small mammals. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1992a, Sv. 65, no. 3, 281–308p. ISSN 1464-3626.
- GILL, Robin M. A.** A Review of Damage by Mammals in North Temperate Forests: 3. Impact on Trees and Forests. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1992b, Sv. 65, no. 4, 363–388p. ISSN 1464-3626.
- GILL, Robin M. A.** A Review of Demage by Mammals in North Temperte Forests: 1. Deer. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1992c, Sv. 65, no. 2, 145–169p. ISSN 1464-3626.
- GLOSER, Vít & GLOSER, Jan.** Nitrogen and base cation uptake in seedlings of *Acer pseudoplatanus* and *Calamagrostis villosa* exposed to an acidified environment. *Plant and Soil*. 2000, Sv. 226, no. 1, 71–77p. ISSN 1573-5036.
- GREGORY, P.H. & WALLER, S.** Cryptostroma corticale and scooty bark disease of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). *Transactions of the British Mycological Society*. 1951, Sv. 34, no. 4, 579–597p. ISSN 1573-5036.
- GRYGORUK, Dorota.** Root vitality of *Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* Liebl. and *Acer pseudoplatanus* L. in mature mixed forest stand. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. 2016, Sv. 58, no. 2, 55–61p. ISSN 0071-6677.
- GRZYWACZ, Andrzej.** Wazniejsze choroby infekcyjne. In **BUGALA, Władysław (ed.)**. *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 427–470p. ISBN 83-88163-11-6.
- HARRINGTON, Mark C.; EDWARDS, Karen J.; JOHNSON, Sheila A.; CHASE, Mark W. & GADEK, Paul A.** Phylogenetic Inference in Sapindaceae sensu lato Using Plastid matK and rbcL DNA Sequences. *Systematic Botany*. 2005, Sv. 30, no. 2, 366–382p. ISSN 1548-2324.
- HEIN, Sebastian; COLLET, Catherine; AMMER, Christian; le GOFF, Noël; SKOVSGAARD, Jens Peter & SAVILL, Peter.** A review of growth and stand dynamics of *Acer pseudoplatanus* L. in Europe: implications for silviculture. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 2009, Sv. 82, no. 4, 361–385p. ISSN 1464-3626.

HELLIWELL, D.R. & HARRISON, A.F. Variation in the Growth of Different Seed of *Acer pseudoplatanus* and *Betula verrucosa* Grown on Different Soils. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1978, Sv. 51, no. 1, 37–46p. ISSN 1464-3626.

HIROOKA, Y.; ROSSMAN, A.Y. & CHAVERRI, P. A morphological and phylogenetic revision of the *Nectria cinnabarina* species complex. *Studies in Mycology*. 2011, Sv. 68, 35–56p. ISSN 0166-0616.

CHARRIER, Guillaume; COCHARD, Hervé & AMÉGLIO, Thierry. Evaluation of the impact of frost resistances on potential altitudinal limit of trees. *Tree Physiology*. 2013, Sv. 33, no. 9, 891–902p. ISSN 0829-318X

CHLÁDEK, Jan & NOVOTNÝ, Petr. Srovnání potenciálu různých druhů přípravných dřevin pro využití v podmínkách imisních oblasti Orlických hor. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2007, Sv. 52, no. 3, 226–233p. ISSN 0322-9688.

KAZDA, M.; SALZER, J.; SCHMID, I. & von WRANGELL, Ph. Importance of mineral nutrition for photosynthesis and growth of *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* and *Acer pseudoplatanus* planted under Norway spruce canopy. *Plant and Soil*. 2004, Sv. 264, no. 1–2, 25–34p. ISSN 1573-5036.

KELNAROVÁ, Ivana; KOUKOL, Ondřej & ČERNÝ, Karel. Sazná nemoc kůry - hrozba pro naše kleny? *Živa*. 2016, no. 1, 14–17p. ISSN 0044-4812.

KLEINSCHMIT, Jochen & KLEINSCHMIT, Jörg R.G. Genetics and Tree Breeding. In **SPIECKER, Heinrich; HEIN, Sebastian; MAKKONEN-SPIECKER, Kaisu & THIES, Michael.** *Valuable Broadleaved Forest in Europe: European Forest Institute research report 22*. Leiden, Boston : Koninklijke Brill NV, 2009, 45–61p. ISBN 978-90-04-16795-7.

KLIKA, Jaromír. 1930. *Dendrologie*. Praha : Ministerstvo zemědělství republiky československé, 1930. 327p.

KOBLÍŽEK, Jaroslav. *Acerace* Juss. In **SLAVÍK, Bohumil (ed.).** *Květena České republiky 5*. 1. vydání. Praha : Academia, 1997. 152–154p. ISBN 80-200-0590-0.

KONŠEL, Josef. Klen. In **KONŠEL, Josef.** *Naučný slovník lesnický: Díl I*. Písek : Československá matice lesnická, 1934, 687p.

KRABEL, Doris & WOLF, Heino. Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.). In **PÂQUES, Luc E.** (ed.). *Forest Tree Breeding in Europe - Current State-of-the-Art and Perspectives*. Dordrecht : Springer Science+Business Media, 2013, 373–402p. ISBN 978-94-007-6145-2.

KUPFERSCHMID, Andrea D. & BUGMANN, Harald. Ungulate browsing in winter reduce the growth of *Fraxinus* and *Acer* samplings in subsequent unbrowsed years. *Plant ecology*. 2008, Sv. 198, no. 1, 121–134p. ISSN 1573-5052.

LEMOINE, Damien; PALTIER, Jean-Paul & MARIGO, Gérard. Comparative studies of the water relations and the hydraulic characteristics in *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* and *A. opalus* trees under soil water contrasted conditions. *Annals of forest science*. 2001, Sv. 58, no. 7, 723–731p. ISSN 1286-4560.

LESLIE, Andrew. The Ecology and Biodiversity Value of Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) with particular reference to Great Britain. *Scottish Forestry*. 2005, Sv. 59, no. 3, 19–26p. ISSN 0036-9217.

LEUSCHNER, Christoph & ELLENBERG, Heinz. *Ecology of Central European Forests: Vegetation Ecology of Central Europe, Volume I*. Switzerland : Springer International Publishing, 2017. 972p. ISBN 978-3-319-43042-3.

MAUER, Oldřich; POP, M. & PALÁTOVÁ, E. Root system development and health condition of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in the air-polluted region of Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*. 2007, Sv. 53, no. 10, 452–461p. ISSN 1212-4834.

MESSIER, Christian; DUOCET, René; RUEL, Jean-Claude; CLAVEAU, Yves; KELLY, Colin & LECHOWICZ, Martin J. Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 1999, Sv. 29, no. 6, 812–823p. ISSN 1208-6037.

MEULMAN; Dinant Lodewijk. Variation in growth and stem quality among and within provenances of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) in Denmark. Swedish University of Agricultural Sciences : Master Thesis no. 316, 2019. 29p.

MICHALSKI, Jacek. Ważniejsze szkodniki klonów. In **BUGALA, Władysław (ed.).** *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 471–546p. ISBN 83-88163-11-6.

MODRÝ, Martin; HUBENÝ, Dan & REJŠEK, Klement. Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability. *Forest Ecology and Management.* 2004, Sv. 188, no. 1–3, 185–195p. ISSN 1872-7042.

NOVÁK, Václav. Hodnocení provenienční plochy buku na lokalitě Nová Buková. FLD ČZU v Praze : Diplomová práce, 2012. 77p.

NEIRYNCK, J.; MIRTICHEVA, S.; SIOEN, G. & LUST, N. Impact of *Tillia platyphyllos* Scop., *Fraxinus excelsior* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. on earthworm biomass and physico-chemical properties of a loamy topsoil. *Forest Ecology and Management.* 2000, Sv. 133, no. 3, 275–286p. ISSN 1872-7042.

NEOPHYTOU, Charalambos; KONNERT, Monika & FUSSI, Barbara. Western and eastern post-glacial migration pathways shape the genetic structure of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in Germany. *Forest Ecology and Management.* 2019, Sv. 432, 83–93p. ISSN 1872-7042.

NEUBAUER, C.; HEITMANN, B. & VOGEL, C. Morphology, vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates from woody ornamentals in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection.* 2009, Sv. 116, no. 3, 109–114p. ISSN 1861-3837.

OKALI, D. U. U. A comparative Study of the Ecologically Related Tree Species, *Acer Pseudoplatanus* and *Fraxinus Excelsior*: II. The Analysis of Adult Tree Distribution. *Journal of Ecology.* 1966, Sv. 54, no. 2, 419–425p. ISSN 1365-2745.

PAGAN, Jozef. Javor horský na Slovensku, jeho premenlivosť a cenné technické formy. *LES.* 1998, Sv. 54, no. 5, 21–22p. ISSN 0323-0996.

PASTA, S.; de RIGO, D. & CAUDULLO, G. *Acer pseudoplatanus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In **SAN-MIGUEL-AYANZ, J.; de RIGO, Daniele; CAUDULLO, Giovanni; HOUSTON DURRANT, Tracy & MAURI, Achille.** *European Atlas of Forest Tree Species.* Luxembourg : Publication Office of the European Union, 2006, 56–58p. ISBN 978-92-79-52833-0.

PAULE, Ladislav. *Genetika a šľachtenie lesných drevín.* První vydání. Bratislava : PRÍRODA a.s., 1992. 304p. ISBN 80-07-00409-2.

PETERSON, James P.H.; BINGGELI, Pierre & RUSHTON, Brian S. Slug- and Small Mammal-Induced Seedling Mortality in Sycamore *Acer pseudoplatanus* L. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy.* 1996, Sv. 96, no. 2, 49–53p. ISSN 0791-7945.

PETRÁŠ, R. & PAJTÍK, J. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícký časopis.* 1991, Sv. 37, no. 1, 49–56p. ISSN 0323-1046.

PETRITAN, Any Mary; LÜPKE, Burghard Von & PETRITAN, Ion Catalin. Effects of shade on growth and mortality of maple (*Acer pseudoplatanus*), ash (*Fraxinus excelsior*) and beech (*Fagus sylvatica*) samplings. *Forestry: An International Journal of Forest Research.* 2007, Sv. 80, no. 4, 397–412p. ISSN 1464-3626.

PETRITAN, Any Mary; LÜPKE, Burghard Von & PETRITAN, Ion Catalin. 2009. Influence of light availability on growth, leaf morphology and plant architecture of beech (*Fagus sylvatica* L.), maple (*Acer pseudoplatanus* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.) saplings. *Forestry: European Journal of Forest Research.* 2009, Sv. 128, no. 1, 61–74p. ISSN 1464-3626.

PINTO, Paulina E. & GÉGOUT, Jean-Claude. Assessing the nutritional and climatic response of temperate tree species in the Vosges Mountains. *Annals of Forest Science.* 2005, Sv. 62, no. 7, 761–770p. ISSN 1297-966X.

POKORNÝ. Provenience. In **ČABART, Jan (ed.).** *Naučný slovník lesnícký: II. díl J – Q.* Praha : Československá akademie zemědělských věd, 1959, 1605p.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav; PODRÁZSKÝ, Vilém; REMEŠ, Jiří; MIKESKA, Miroslav, KOBLIHA, Jaroslav & BÍLEK, Lukáš. *Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-87154-09-0.

PROCHÁZKOVÁ, Zdeňka. Skladování a předosevní příprava semen a plodů listnatých dřevin (javoru klenu, mléče a habru). *Zprávy lesnického výzkumu.* 1993, Sv. XXXVIII, no. 1, 18–20p. ISSN 0322-9688.

- QUITT, Evžen.** *Klimatické oblasti Československa*. Brno : Geografický ústav ČSAV, 1971. 73p + 5 map.
- ROLOFF, Andreas.** Berg-Ahorn: Baum des Jahres 2009. *AFZ-DerWald*. 2009, no. 8, 409–411p. ISSN 1430-2713.
- RUSANEN, Mari.** Norway maple (*Acer platanoides*) and sycamore (*Acer pseudoplatanus*). In **TUROK, J.; COLLIN, E.; DEMESURE, B.; ERIKSSON, G.; KLEINSCHMIT, J.; RUSANEN, M & STEPHAN, R. (eds.)**. *Noble Hardwoods Network: Report of the second meeting*. Lourizán : International Plant Genetic Resources Institute, 1998. 40–43p. ISBN 92-9043-363-9.
- RUSANEN, Mari & MYKING, Tor.** *Acer pseudoplatanus - Technical guidelines for genetic conservation and use for sycamore*. Rome : International Plant Genetic Resources Institute, 2003. 6p. ISBN 92-9043565-8.
- SCHLEGEL, Marcus; QUELOZ, Valentin & SIEBER, Thomas N.** The Endophytic Mycobiome of European Ash and Sycamore Maple Leaves - Geographic Patterns, Host Specificity and Influence of Ash Dieback. *Frontiers in microbiology*. 2018, Sv. 9, no. 2345, 20p. ISSN 1664-302X.
- SIMON, J.; WALDHECKER, P.; BRÜGGEMANN, N. & RENNENBERG, H.** Competition for nitrogen sources between European beech (*Fagus sylvatica*) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) seedling. *Plant Biology*. 2010, no. 12, 453–458p. ISSN 1435-8603.
- SJÖSTEDT, Jenny.** A literature study and survey of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in southern Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences : Master Thesis no. 193, 2012. 55p.
- SLODIČÁK, Marian; KACÁLEK, Dušan; MAUER, Oldřich; DUŠEK, David; HOUŠKOVÁ, Kateřina; JURÁSEK, Antonín; LEUGNER, Jan; NOVÁK, Jiří; SOUČEK, Jiří; ŠPULÁK, Ondřej; PODRÁZSKÝ, Vilém & ZOUHAR, Václav.** *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství*. Jíloviště - Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017. 44p. ISBN 978-80-7417-153-6.
- STERN, R.C.** Sycamore in Wessex. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. 1989, Sv. 62, no. 4, 365–382p. ISSN 1464-3626.

STRAIGYTE, Lina & BALIUCKAS, Virgilijus. Spread intensity and invasiveness of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in Lithuanian forests. *iForest-Biogeosciences and Forestry*. 2015, Sv. 8, no. 5, 693–699p. ISSN 1971-7458.

SUSZKA, Boleslaw; MULLER, Claudine & BONNET-MASIMBERT, Marc. *Seeds of forest broadleaves: from harvest to sowing*. Paris : Institute National de la Recherche Agronomique, 1996. 334p. ISBN 978-2738006592.

SVOBODA, Pravdomil. *Lesní dřeviny a jejich porosty: část II*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1955. 573p.

ŠIKA, Antonín. Javor horský, klen (*Acer pseudoplatanus*) v lesích ČSR. *Práce Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti*. 1987, no. 70, 9–35p. ISSN 0139-5807.

ŠIKA, Antonín. Proměnlivost a šlechtění javora horského. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Závěrečná zpráva za etapu 05 dílčího úkolu 08. 1990, 61p.

ŠINDELÁŘ, Jiří. *Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky: Metodické principy zakládání a hodnocení*. Jíloviště-Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2004. [86]p. ISBN 80-86461-18-1.

TURNAU, Katarzyna. Mikoryza klonu. In **BUGALA, Władysław (ed.)**. *Klony: Acer campestre L., Acer platanoides L., Acer pseudoplatanus L.* Poznań-Kórnik : Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii, 1999, 163–186p. ISBN 83-88163-11-6.

VAŠUT, Radim J. *Aceraceae* Juss. – javorovité. In **KAPLAN, Zdeněk; DANIHELKA, J.; CHRTEK, J. jun.; KIRSCHNER, J.; KUBÁT, K.; ŠTECH, M. & ŠTĚPÁNEK, J. (eds.)**. *Klíč ke květeně České republiky*. 2. vyd. Praha : Academia, 2019. 612–614p. ISBN 978-80-200-2660-6.

VOLFSCHÜTZ, Jiří. Vyhodnocení provenienční pokusné plochy VÚLHM Jíloviště-Strnady s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) č. 221 - Městské lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let. FLD ČZU v Praze : Diplomová práce, 2008. 107p.

VOLFSCHÜTZ, Jiří; NOVOTNÝ, Petr & BURIÁNEK, Václav. Výsledky hodnocení provenienčního pokusu s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus* L.) č. 221 – Městské

lesy Havlíčkův Brod, Ronovec ve věku 24 let. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2009, Sv. 54, no. 2, 99–111p . ISSN 0322-9688.

WATERS, T.L. The Ecology and silviculture of Sycamore. In **SAVILL, P.S. (ed.)**. *O.F.I. Occasional Papers No. 41: National hardwoods programme: Report of the ninth meeting*. Oxford : Oxford Forestry Institute, 1992. 8–12p. ISBN 0 85074 120 3.

WEBER-BLASCHKE, G.; CLAUS, M. & REHFUESS, K.E. Growth and nutrition of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) on soil of different base saturation in pot experiments. *Forest Ecology and Management*. 2002, Sv. 167, 43–56p. ISSN 1872-7042.

WEBER-BLASCHKE, G.; CLAUS, M.; REHFUESS, K.E. & AMMER, C. Growth and nutrition of young European ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) on sites with different nutrient and water statuses. *European journal of forest research*. 2008, Sv. 127, no. 6, 465–479p. ISSN 1612-4677.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2019, 114p. ISBN 978-80-7434-530-2.

ŽDÁNSKÝ, Aleš. Výskyt a ekologické projevy javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*, L.) a javoru mléče (*Acer platanoides*, L.) na Lesnickém úseku Jelence Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny. LDF Mendelu v Brně : Diplomová práce, 2019. 116p

Český hydrometeorologický ústav. *Historická data – meteorologie a klimatologie* [online]. Praha : Český hydrometeorologický ústav, 2020 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z WWW: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>>.

KRÁSA, Petr. ACER PSEUDOPLATANUS L. – javor klen/javor horský. *Botany.cz* [online]. 2007-07-05 [cit. 2020-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://botany.cz/cs/acer-pseudoplatanus/>>.

Pladias. *Databáze české flóry a vegetace*. *Acer pseudoplatanus – javor klen, klen* [online]. Pladias. Databáze české flóry a vegetace, 2020 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z WWW: <<https://pladias.cz/taxon/overview/Acer%20pseudoplatanus>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem. *Oblastní plány rozvoje lesů* [online]. Brandýs nad Labem : Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2020 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z WWW: <<http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html> >.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. *Rostlinolékařský portál : padlí javorové* [online]. Brno : Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c25096f%22#rlp|so|choroby|detail:f333aa42dad1599d1f6902b3da2e8f75>.

WEIDEMA, Inger & BUCHWALD, Erik. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet - *Acer pseudoplatanus*. *European Network on Invasive Species*. [online] 2010-11-11 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z WWW: https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/a/acer-pseudoplatanus/acer_pseudoplatanus.pdf.

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. ISSN 1211-1244.