

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Lesnické využití tetraploidních bříz v horských oblastech

Bakalářská práce

Autor: Petr Neumann

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Neumann

Lesnictví

Název práce

Lesnické využití tetraploidních bříz v horských oblastech

Název anglicky

Use of tetraploid birches in forestry of mountain regions

Cíle práce

Prohloubit znalosti o možnostech využití tetraploidních bříz při obnově a stabilizaci lesa
Posoudit fyto-meliorační potenciál tetraploidních bříz

Metodika

Vypracujte rešerši o použitelnosti bříz v horských oblastech.

Zaměřte se na tetraploidní taxony z okruhu břízy pýřité (*B. pubescens* a "*B. carpatica*").

Navažte na starší měření na experimentálních plochách a proveďte další sérii biometrických šetření. Stanovte mortalitu, výšku a výškový přírůst, průměr v krčku, případně další doprovodné parametry prosperity výsadeb.

Pokuste se zhodnotit porostotvorný a meliorační potenciál břízy a konformtujte jej s dostupnými informacemi o některých dalších pionýrských dřevinách (olše, jeřáb).

Data vyhodnoťte a připravte elaborát závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

bříza pýřitá, bříza karpatská, biologická meliorace, přípravné porosty

Doporučené zdroje informací

- Balcar V, Kacálek D, Špulák O, Kuneš I, Dušek D, Baláš M, Novák J (2010) Prosperita pionýrských listnatých dřevin a smrku v horských podmínkách. Zprávy lesnického výzkumu 55 (3): 149–157
- Kuneš I, Balcar V, Zahradník D (2007) Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science* 53 (11): 505–515
- Linda R, Kuneš I, Baláš M and Gallo J (2017) Morphological variability between diploid and tetraploid taxa of the genus *Betula* L. in the Czech Republic. *Journal of Forest Science* 63, (12): 531–537
- Podrázský V, Ulbrichová I, Moser WK (2005) Využití břízy a smrku pichlavého při obnově porostů na plochách s nenarušenou vrstvou humusu. Zprávy lesnického výzkumu 50: 75–77
- Šrámek V, Šebková V, Kučera J, Lomský B (2001) Birch dying in the Ore Mts. in 1997 – probable causes and new developments. *Journal of Forest Science* 47 (Special Issue): 110–116
- Zerbe S, Meiwes KJ (2000) Zum Einfluss von Weichlaubhölzern auf Vegetation und Auflagehumus von Fichtenforsten – Untersuchungen in einem zwei Jahrzehnte alten Birken-Ebereschen-Vorwald im Hoch-Solling *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 119: 1–19

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

Ing. Rostislav Linda

Elektronicky schváleno dne 23. 4. 2018

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Lesnické využití tetraploidních bříz v horských oblastech* vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Ivana Kuneše, Ph.D., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 14. 4. 2019

.....
Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl velmi poděkovat doc. Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D., za vedení bakalářské práce, ochotu a trpělivost; Ing. Rostislavu Lindovi za užitečné rady a informace. Dále bych chtěl poděkovat rodině a blízkým přátelům za podporu a důvěru během celého studia.

V Praze dne 14.4.2019

Abstrakt

Imisní kalamita, která zasáhla Jizerské hory v 70. a 80. letech 20. století zanechala následky na stavu lesních porostů a půd dodnes. I přes zalesnění zasažených oblastí je stabilita porostů a jejich druhová skladba nevyhovující. Snahou všech lesníků je tak zvýšení stability a vnášení melioračních a zpevňujících dřevin do těchto porostů. Ve vrcholových partiích Jizerských hor je pozornost věnována především druhům, které snášejí extrémní klimatické podmínky, jež zde panují. Jedny z potencionálně vhodných dřevin mohou být tetraploidní břízy, zejména bříza karpatská (*Betula carpatica*).

Autor práce vyhodnocuje prosperitu experimentální výsadby břízy karpatské v oplocence „U Panelové cesty II“ a zároveň navazuje na starší měření, která na pokusné ploše proběhla. Práce posuzuje vývoj mortality, výškové a tloušťkové přírůsty a na základě výsledků hodnotí vhodnost taxonu pro lesnické využití na horských imisních lokalitách.

Celkově lze konstatovat, že bříza karpatská je výbornou přípravnou dřevinou pro extrémní horská stanoviště, která nepotřebuje iniciační přihnojení.

Klíčová slova: Jizerské hory, bříza karpatská, přípravné porosty, biologická meliorace

Abstract

The immission calamity that hit Jizera Mountains in 1970s and 1980s had significant effects on the condition of forest covers and soils that last up to now. Even after the reforestation of the affected areas, the stability of forest covers and their species compositions are unsuitable. Therefore, all foresters put their efforts to increase the stability and bring in reclamation and strengthening woody species to these covers. In the top parts of Jizera Mountains, the attention is mainly paid to the species that can withstand extreme climatic conditions that are present there. One of the potentially suitable woody species might be tetraploid birches, mainly Carpathian birch (*Betula carpatica*).

The author of the work evaluates prosperity of experimental planting of Carpathian birch in fencing "U Panelové cesty II" and it also builds on older measurements that took place on the experimental area. The work evaluates the development of mortality, height and thickness growth and it evaluates the suitability of taxon for forestry in mountain immission areas on the bases of results.

In general, it can be said that Carpathian birch is a great preparation woody species for extreme mountain locations which does not need initiation fertilising.

Key words: Jizera Mountains, Carpathian birch, preparation forest covers, biologic improvement

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíle práce.....	10
3 Taxonomie a systematika.....	10
3.1 Tetraploidní břízy v ČR.....	11
3.1.1 Betula pubescens.....	11
3.1.2 Betula carpatica.....	11
3.1.3 Betula petraea.....	12
3.2 Problematika určování.....	12
3.3 Využití tetraploidních bříz.....	13
3.4 Zájmové území – Jizerské hory.....	14
3.4.1 Druhá skladba.....	15
3.4.2 Klima.....	16
3.4.3 Hydrologie.....	16
3.4.4 Stav lesních půd.....	17
4 Metodika.....	18
4.1 Stanoviště výsadby.....	18
4.2 Metoda založení pokusu.....	18
4.2.1 Sadební materiál.....	18
4.2.2 První etapa.....	19
4.2.3 Hnojení – první etapa.....	20
4.2.4 Druhá etapa.....	20
4.2.5 Hnojení – druhá etapa.....	21
4.2.6 Parametry použitých hnojiv.....	21
4.3 Měření a zjišťování dat v terénu.....	23
4.4 Zpracování a vyhodnocení dat.....	23
5 Výsledky.....	25
5.1 Mortalita.....	25
5.2 Výškové přírůsty.....	26
5.3 Tloušťkové přírůsty.....	28
5.4 Statistické výsledky.....	31
5.4.1 Celkové výškové přírůsty.....	31
5.4.2 Celkové tloušťkové přírůsty.....	32
6 Diskuze.....	34
7 Závěr.....	36
8 Seznam použité literatury.....	37
9 Přílohy.....	41

Seznam obrázků

Obrázek 1: Dřevinná skladba Jizerských hor dle OPRL, 1999.....	16
Obrázek 2: Konečné rozmístění jednotlivých variant v oplocence „U Panelové cesty II“.....	21
Obrázek 3: Mortalita jednotlivých variant v oplocence „U Panelové cesty II“...	25
Obrázek 4: Nárůst mortality variant v jednotlivých letech v oplocence „U Panelové cesty II“.....	26
Obrázek 5: Průměr běžných výškových přírůstků jednotlivých variant v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	27
Obrázek 6: Průměrné výšky jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	28
Obrázek 7: Průměr běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	29
Obrázek 8: Vývoj průměrných tloušťek jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	30
Obrázek 9: Souhrnný běžný výškový přírůst v letech 2009-2018 v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	31
Obrázek 10: Souhrnný běžný výškový přírůst v letech 2009-2018 v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	32

Seznam tabulek

Tabulka 1: Sadební materiál použitý v experimentální oplocence "U Panelové cesty II".....	19
Tabulka 2: Složení hnojiva Silvamix Forte 60 NPK (MgO) použitého na experimentální ploše „U Panelové cesty II“. Informace převzaty od firmy Ecolab Znojmo (výrobce).....	22
Tabulka 3: Složení hnojiva Fosmag MK (Lovochemie a.s.).....	22
Tabulka 4: Rozdělení poloodrostků v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.....	24

1 Úvod

Jizerské hory byly v 80. letech 20. století výrazně zasaženy imisně-kůrovcovou kalamitou, jejíž následky jsou patrné dodnes. I přes velkou snahu lesníků se ne na všech lokalitách daří zvýšit druhovou variabilitu lesů, nahradit nepůvodní smrkové lesy s narušenou stabilitou a využívat melioračně zpevňující dřeviny. Kvůli silné acidifikaci půdy vzniklou imisní kalamitou se vyskytuje mnoho problémů s pěstováním dřevin v extrémních podmínkách Jizerských hor.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na tetraploidní zástupce bříz, zejména na břízu karpatskou, která se zdá být dřevinou s velmi dobrým potenciálem pro využití v imisních horských oblastech.

2 Cíl práce

Cílem této práce je vyhodnotit lesnický potenciál tetraploidních druhů bříz v horských oblastech – zejména posoudit jejich využití při obnově a stabilizaci lesa. Dalším cílem je vyhodnotit důsledek přihnojení na celkovou prosperitu tetraploidních bříz.

3 Taxonomie a systematika

Břízy náleží do řádu bukotvarých (*Fagales*), čeledi břízovitých (*Betulaceae*) (Lambert et al. 2013). Jsou to pionýrské a světlomilné dřeviny, které snášejí jen částečný zápoj, jsou mrazuvzdorné. Většina bříz roste spíše na chudších, písčitých a mírně kyselých půdách, nesnáší přemokřená stanoviště. Břízy můžeme v přírodě najít buď jako stromy, nebo ve formě keřů. Mají srdcovitý kořenový systém s bohatě rozvětvenými povrchovými či do podloží směřujícími kořeny (Kula 2011). Borcka je v mládí hladká, často bílá, pouze u některých druhů tmavohnědá až černá. Plodem je jednosemenná křídlatá nažka. (Kříž 1990).

Základní chromozomové číslo u bříz je $x=14$, dále jsou známé diploidní, tetraploidní, pentaploidní, hexaploidní a oktaploidní druhy bříz, tedy $2n=28, 56, 70, 84$ a 112 (Furrow in Jarvinen et al. 2004). Taxonomie bříz není dosud vyřešena, zejména kvůli časté hybridizaci (Buriánek et al. 2014).

3.1 Tetraploidní břízy v ČR

Na území České republiky se z tetraploidních druhů vyskytují hlavně bříza pýřitá (*Betula pubescens Ehrh.*), bříza karpatská (*Betula carpatica W. et K.*) a bříza skalní (*Betula petraea sensu Sýkora*).

3.1.1 *Betula pubescens*

Bříza pýřitá je strom vysoký až 20 m, nebo keř s více kmínky (Benčať et al. 2006). Borka je matně bílá, papírovitě odlupčivá, hladká. Větve směřují šikmo vzhůru, nepřevíslé. Letorosty načervenalé, hnědé, pýřité. Pupeny lehce lepkavé, obvejcovité. Čepel listu eliptická až vejčitá, nejširší cca v polovině. Listy 4–7 cm dlouhé a 2,5–5 cm široké, nepravidelně vroubkovaně pilovité, krátce špičaté, na bázi klínovité, mírně srdčité, alespoň na žilkách mírně ochlupené, řapík též ochlupený, délkou odpovídá třetině až polovině délky listové čepele. Samčí květy uloženy v převislých jehnědách, samičí zprvu přímé, následně po opylení převislé, 2,5–3 cm dlouhé. Podpůrné šupiny trojlaločné, ochmýřené. Nažky mají široký lem (stejně široký nebo širší než semenné pouzdro). Plodnost nastává již od 10 let, dožívá se až 120 let. Kvete od dubna do května (Kula 2011).

Je to druh vlhkých stanovišť, acidofilních doubrav či bažinných olšin (Kula 2011). Areál výskytu je dosti podobný areálu *Betula pendula*, tudíž se vyskytuje na téměř celém území Evropy, vyjma území horských poloh Skandinávie a nejjižnějších částí Evropy, kromě Bulharska, Řecka, Albánie či Rumunska (Benčať et al. 2006).

3.1.2 *Betula carpatica*

Keř nebo strom vysoký až 12 metrů s nepravidelnou korunou, borka bílá, našedivělá až černá. Letorosty lysé, zpočátku lehce plstnaté. Pupeny obvejcovité, mohou být lepkavé. Listy vejčité až kosníkovité, 2,5–6 cm dlouhé a 2–4 cm široké, často dvakrát pilovité, zprvu mohou být na rubu mírně chlupaté, poté olysávají. Samčí jehnědy umístěny na konci loňských větví po 1–3. Samičí jehnědy zprvu vzpřímené, po opylení převislé, 15–35 cm dlouhé. Nažka s lemlem spíše užším nebo stejně širokým jako semenné pouzdro, nedosahujícím až k vrcholu blizen (Kula 2011). Jedná se o silně světlomilný

druh s významnou půdoochrannou funkcí vyskytující se zvláště na extrémně vlhkých stanovištích (Buriánek et al. 2014). Břízu karpatskou lze najít například v Krkonoších či Hrubém Jeseníku, dále pak na Šumavě; dle Kříže (1990) se vyskytuje také ve Slavkovském lese. Místem, pro které je výskyt tohoto druhu charakteristický, jsou Jizerské hory, v nichž se nachází především ve zrašeliněných mrazových pánvích hřebenů s drsným klimatem (Karlík 2010).

3.1.3 *Betula petraea*

Taxon, provizorně popsáný Sýkorou (1983), by se dle názoru tohoto autora mohl ztotožnit s taxonem *B. celtiberica*, který byl popsán na základě jeho pozorování v horách severního Španělska. Je též nutno podotknout, že toto je pouhá spekulace, pro jejíž potvrzení by bylo nutné zahájit podrobnější studii, k čemuž prozatím nedošlo. Taxony analogické k *B. petraea* by bylo nutné hledat o něco blíže, např. v Alpách.

Vyskytuje se zejména jako reliktní na skalních hranách, kamenných mořích či rašeliništích středních poloh Českého masivu. Těžištěm výskytu jsou dle Sýkory pískovcová skalní města České křídové tabule. Výčet konkrétních lokalit výskytu prezentují ve floristicko–fytogeografických příspěvcích Sýkora a Hadač (1984). Sýkora dále zmiňuje výskyt v Českém středohoří a v Brdech. V těchto lokalitách dokládají výskyt i další botanici, na Kokořínsku Kučera, Špryňar (1996), Petříček, Hadinec in Hrouda et al. (1996) a Sádlo (1996); výskyt *B. petraea* v Brdech doložili herbářovým materiálem Hlaváček, Sofron a Karlík (Karlík 2010).

3.2 Problematika určování

Bříza patří v Evropě i ve světě k taxonomicky obtížným rodům. O složitosti problematiky svědčí například rozdíly v počtu druhů uváděných různými autory (Buriánek et al. 2014). Kříž (1990) zmiňuje až 120 druhů, Kula (2011) udává široké rozpětí mezi 35 až 120 druhy. Příčinou této situace může být především vysoká variabilita morfologických znaků a značná hybridizace jak v současnosti, tak v minulosti (Buriánek et al. 2014). Jednou z možností

určování bříz může být průtoková cytometrická analýza, díky níž je možné jednoznačně rozlišit diploidní jedince od tetraploidních. Avšak u tetraploidních rostlin již není možné určit přesný taxon (Karlík et al. 2010). Nejasnosti stále panují zejména okolo břízy karpatské, kterou někteří autoři nepovažují za samostatný druh. Například Rothmaler (2005) ji považuje za poddruh břízy pýřité (*Betula pubescens*) označený jako subsp. *glutinosa*. Dle Kříže (1990) by měla být jedním z rodičů *Betula pubescens* a druhým rodičem *Betula turtuosa*. Zajímavostí je nesterilní počet chromozomů mezi populacemi, jenž by mohl vypovídat o nekonzistentním taxonu, který vznikl opakovaně v různých regionech. Situace je tedy značně nepřehledná a vyžaduje další studium s využitím molekulárních metod (Karlík 2010).

Prakticky rozlišit břízu bělokorou (*Betula pendula*) od agregátu břízy pýřité (*Betula pubescens* agg.) lze především díky letorostům, které má *Betula pubescens* agg. zejména v mládí pýřité nebo chlupaté. Dále pak podle listu či nažky: *Betula pendula* má listy spíše trojúhelníkovité až kosočtverečné a nejširší v dolní části a nažku s velkými křídly, která jsou až 3krát širší než semenné pouzdro; naproti tomu *Betula pubescens* agg. má listy vejčité, nejširší ve střední části a nažku s menšími křídly, která jsou 1,5krát větší než semenné pouzdro (Buriánek et al. 2014). Odlišnost v listech mezi diploidními a tetraploidními zástupci potvrzují svojí studií také Linda et al. (2017) a Ešnerová et al. (2012). Naopak spolehlivě rozlišit jednotlivé taxony tetraploidních bříz se pomocí morfologických znaků na listech nepodařilo (Ešnerová et al. 2012).

3.3 Využití tetraploidních bříz

Pro lesnictví je bříza důležitým listnatým stromem zejména v severní a východní Evropě. V severských zemích se zastoupení břízy pohybuje mezi 11–16 %, v Pobaltí pak dokonce mezi 17–28 %. Ve střední a jižní Evropě, kde má bříza spíše nižší zastoupení (konkrétněji v ČR 2,8 %, stav 2017), hraje pouze méně významnou roli (Hynynen et al. 2009). Její význam však může výrazně vzrůst v kontextu probíhající imisní kalamity a po jejím skončení.

Tetraploidní břízy se dají využít především jako přípravné dřeviny, které mají příznivý vliv na stav půdy. Efektivně recyklují deficitní živiny a jejich opad má příznivý vliv na vytváření humusových forem (Podrázský et al. 2005). Z experimentu vápnění a dusíkového hnojení (Baláš et al. 2010) je prokazatelné, že dusík urychluje růst, nicméně dochází k vysoké mortalitě a intenzita vápnění nemá průkazný vliv na rychlost růstu daného jedince. Proto se tetraploidní břízy využívají zejména na kyselých horských lokalitách s náročnými klimatickými podmínkami (Baláš et al. 2010, Kuneš et al. 2007). Pro další zpracování se využívá dřeva bříz zejména z diploidních druhů (Kula 2011).

3.4 Zájmové území – Jizerské hory

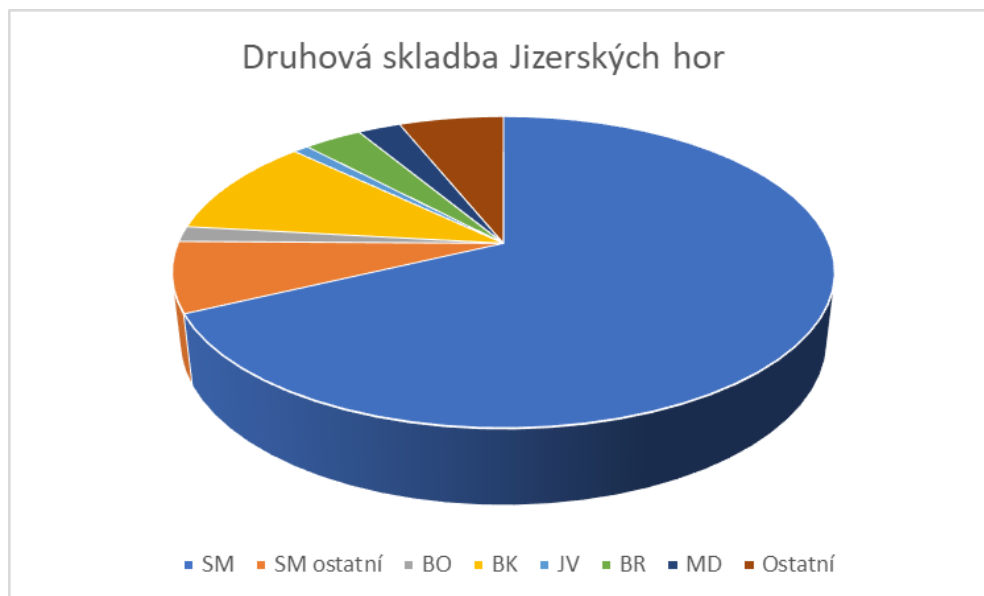
Výsadby, které jsou předmětem této práce, se nacházejí v přírodní lesní oblasti (PLO) 21 – Jizerské hory a Ještěd; přesněji v osadě Jizerka, která je jednou z částí obce Kořenov v okrese Jablonec nad Nisou. Území spadá do Chráněné krajinné oblasti (CHKO) Jizerské hory. Nejvyššími vrcholy jsou Smrk (1 124 m n. m.) a Jizera (1 122 m n. m.).

CHKO zaujímá území o výměře 368 km² a její lesnatost činí 73 %, což byl jeden z hlavních důvodů jejího vyhlášení (*Aopk ČR 2018*). Zachovalo se zde velké množství mimořádně cenných přírodních prvků, mezi které patří rašeliniště, mokřady, horské louky či málo dotčené lesní ekosystémy (Vonička a Višňák 2008). Negativním faktorem, který se podepsal na zdravotním stavu lesních porostů, je zejména dlouhodobá imisní zátěž, kterou způsobila především průmyslová oblast Žitavské pánve (*Aopk ČR 2018*). Další příčinou poškození bylo ekologicky nevhodné hospodaření v lesích (Pelc 1999). K největším škodám došlo na hřebenech hor, kde byly oslabené lesní porosty vystaveny extrémním klimatickým stresům a hmyzím kalamitám (Balcar 1998). Z tohoto důvodu se zde začaly v průběhu kalamity vysazovat nepůvodní druhy, především smrk pichlavý (*Picea pungens*), který byl odolný vůči imisím (Kuneš et al. 2011). Situace se mění od začátku 90. let 20. století, kdy postupné odsíření elektráren umožnilo návrat k původním domácím druhům (Balcar 1998). Obnovu lesních porostů však ovlivňovalo několik negativních faktorů, mezi

keré lze zařadit například rané či pozdní mrazy v nižších vzduchových vrstvách, které poškozovaly zejména výsadby buku. Řešením této situace bylo vysazování poloodrostků a odrostků (Kuneš et al. 2011). Dalším problémem byla disproporce mezi půdní a vzdušnou teplotou, kdy při oslunění korun a zvýšením teplot vzduchu v předjaří při nízkých teplotách půdy, často se sněhovou pokrývkou, docházelo k vysychání jehličí u smrku ztepilého (*Picea abies*). Tento fakt se podílel na úhynu březových kultur, zejména břízy bělokoré (Slodičák et al. 2009). Vhodnou dřevinou se – díky své nízké mortalitě – ukázala bříza karpatská (Balcar 1998). V průběhu 90. let se díky úsilí lesnického provozu opět podařilo zalesnit většinu holin, avšak z velké části pouze smrkem ztepilým a smrkem pichlavým (Balcar et al. 2010). Vnášení listnatých dřevin a jedle je možné například díky systému prosadbových a podsadbových center, které tvoří síť listnatých dřevin a jedle v oplocenkách, lemovanými individuálně chráněnými výsadbami (Kuneš et al. 2011).

3.4.1 Druhov skladba

Druhov složení lesů Jizerských hor je pestré, avšak výrazně zde převládá smrk ztepilý (67,9 %) (Slodičák et al. 2009). Důležitou součástí je také buk lesní (10,3 %) a smrky ostatní (7,3 %) – tj. například smrk pichlavý či smrk omorika. Následují břízy (3,4 %) a modřín opadavý (2,5 %). Okolo 1 % se pohybuje borovice lesní a javor klen. V menší míře se následně objevují další druhy dřevin (HL 1999).



Obrázek 1: Dřevinná skladba Jizerských hor dle OPRL, 1999. Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast 21 – Jizerské hory a Ještěd. Zdroj: ÚHÚL, pobočka Jablonec nad Nisou.

3.4.2 Klima

Území Jizerských hor spadá v rámci České republiky k oblastem mírně chladným a srážkově nejbohatším. Průměrná roční teplota vzduchu činí 5,8 °C a celoroční srážkový úhrn je uváděn v hodnotě 1 009 mm. Uvedené teploty a srážky byly sledovány ve stanicích Desná-Souš, Bedřichov a Jizerka. K výraznému oteplení došlo v letech 1991–2003, kdy se teploty v průměru zvýšily o 1,0 °C. Teplotním specifíkem Jizerských hor jsou především výrazné inverze v údolích Jizery a Jizerky v nadmořských výškách okolo 850 m n. m. s velmi drsným mikroklimatem. Právě přízemní mrazy, které se vyskytují v průběhu celého roku, značně limitují obnovu lesních porostů (Slodičák et al. 2009).

3.4.3 Hydrologie

Jizerskými horami prochází rozvodí mezi Severním a Baltským mořem. Celá severní a západní část je odvodňována přes Odru až do Baltského moře, zatímco zbylé části Jizerských hor jsou odvodňovány povodím Labe až do Severního moře. V Jizerských horách pramení několik významných vodních toků, mezi něž patří Jizera a Kamenice, které jsou odváděny povodím Labe; dále pak

Smědá a Lužická Nisa, které jsou odváděny povodím Odry. Hojnost těchto povrchových vod vedla na počátku 20. století k výstavbě přehradních nádrží. Mezi největší z nich se řadí vodní nádrže Souš na Černé Desné, Josefův Důl na Kamenici či Bedřichov na Černé Nise. Vodní nádrže Souš a Josefův Důl se v současnosti využívají jako nádrže pro zdroj pitné vody (Vonička a Višňák 2008).

3.4.4 Stav lesních půd

Jizerské hory jsou dlouhodobě ovlivněny vysokou zátěží vzdušných polutantů, které kulminovaly v 80. letech a byly jednou z hlavních příčin rozpadu lesních porostů na rozsáhlém území. I přes vápnění půd je současné hodnoty emisí síry a dusíku vysoké. Úroveň kyselé depozice je několikanásobně vyšší, než je neutralizační kapacita půd. Vzhledem k faktu, že převážná část imisí pochází ze zahraničí, není zlepšení stavu půd v blízké době příliš reálné. Problémy představují také nedostatek základních živin (vápník, hořčík a fosfor) a vysoké rozdíly mezi obsahem těchto prvků ve svrchní a nižší vrstvě půdy.

Kvůli uvedenému poškození půd se v Jizerských horách nedá předpokládat rychlé zlepšení kvality lesních porostů. Kvalita půdy tak bude nadále působit problémy v pěstování stabilních lesních porostů. Citlivost dřevin je vůči zakyselení půd daleko vyšší než vůči přímému působení vzdušných škodlivin (Slodičák et al. 2009).

4 Metodika

4.1 Stanoviště výsadby

Výsadba břízy karpatské se nachází v samostatné oplocence 60 × 80 m vedle Panelové cesty v osadě Jizerka. Výzkumná plocha nese název „U Panelové cesty II“. Stanoviště výsadby spadá do lesního typu 8K2 (kyselá smrčina třtinová) s podmáčenou enklávou 8G3 (podmáčená smrčina třtinová). Půdním typem je horský humusový podzol s přechody do rašelinného podzolu až rašeliny. Plocha byla ovlivněna soustředěním dříví, což se projevilo na značné proměnlivosti mocnosti nadložního humusu.

Výsadba proběhla ve dvou etapách. První etapa se uskutečnila na podzim roku 2008 (obalované sazenice + prostokořenné poloodrostky), etapa druhá proběhla na podzim roku 2009 (odrostky). Současně s první etapou výsadby břízy karpatské došlo k založení prosadbového lemu tvořeného odrostky jeřábu ptačího, které byly umístěny do individuálních plastových ochranných stabilizovaných dvěma kůly.

Nadmořská výška stanoviště je 864 m n. m. Souřadnice GPS jsou N 50°49.15062', E 15°21.11335'. Stanoviště se nachází v mrazové kotlině a je z části ovlivněno vodou a také porostem borovice kleče (*Pinus mugo*).

4.2 Metoda založení pokusu

4.2.1 Sadební materiál

Osivo břízy karpatské pochází z přírodní lesní oblasti 21 (Jizerské hory a Ještěd) z 8. lesního vegetačního stupně a zajistil ho Ing. Vladimír Vršovský ze Správy CHKO Jizerské hory. Evidenční číslo sadebního materiálu je CZ-1-1-BRC-20059-21-8-L. Toto osivo bylo použito pro obalované sazenice, prostokořenné poloodrostky a odrostky. První etapu tvořily prostokořenné poloodrostky v počtu 880 ks a obalované sazenice v počtu 756 ks. Ve druhé etapě byly použity prostokořenné odrostky v počtu 315 ks. Celkem bylo tedy použito 1 951 ks břízy karpatské.

Tabulka 1: Sadební materiál použitý v experimentální oplocence "U Panelové cesty II"

Dřevina	Betula carpatica		
Typ SM	obalovaná	poloodrostky	odrostky
Evidenční číslo	CZ-1-1-BRC-20059-21-8-L		
Pěstební vzorec	1+1k	1+0,5-0,5	1+0,5-0,5+1
Výška	25-40 cm	80-150 cm	120-180 cm
Tloušťka krčku	4 mm	8-10 mm	12 mm
Počet kusů	756 ks	743 ks	315 ks
Datum výsadby	podzim 2008		podzim 2009
Dodavatel	Suchopýr o.p.s.	Ing. Pavel Burda, lesní školky	

- Poloodrostky břízy karpatské byly rozděleny do dvou výškových tříd. Bylo vysazeno 523 kusů s výškou 80–120 cm a tloušťkou v krčku 8 mm. Dále pak 220 kusů s výškou 120–150 cm a tloušťkou v krčku 10 mm.
- Obalovaná sadba z lesní školky Suchopýr o.p.s. vykazovala zhoršenou kvalitu způsobenou houbovým patogenem, tudíž množství 756 ks představuje již vyselektovanou část vitálnějších jedinců.

4.2.2 První etapa

První etapa výsadby probíhala v termínu od 23. 10. do 5. 11. 2008 a bylo při ní vysázeno 1499 ks břízy karpatské a 300 ks jeřábu ptačího (pouze jako prosadbový lem).

Sadební materiál byl sázen do řad tak, že se výpěstky z obou školek střídaly. Každá třetí řada byla poté ponechána volná. Sadební materiál Suchopýr byl kvůli vysoké mortalitě z následného pokusu vynechán. V pokusu byly srovnávány pouze poloodrostky, tedy pouze sadební materiál, který byl na plochu vysázen na podzim roku 2008 a přihnojen na jaře roku 2009.

4.2.3 Hnojení – První etapa

Přihnojení v první etapě proběhlo na jaře roku 2009, přesněji dne 14. 5. 2009. U poloodrostků tedy byly vylíšeny tři následující varianty:

I. Poloodrostky: Kontrola (bez přihnojení)

II. Poloodrostky: Silvamix Forte

Aplikováno 30 g hnojiva Silvamix s 60% podílem pomalu rozpustného dusíku. Tři kusy tablet po 10 g byly rozmístěny do vrcholů rovnostranného trojúhelníku kolem stromku ve vzdálenosti 20–30 cm od kmínku a do hloubky 5–10 cm.

III. Poloodrostky kombi: Silvamix Forte + P

Aplikováno 30 g hnojiva Silvamix Forte, tři kusy po 10 g byly rozmístěny do vrcholů rovnostranného trojúhelníku kolem stromku ve vzdálenosti 20–30 cm od kmínku přihnojených stromků a do hloubky 5–10 cm. V kruzích kolem jednotlivých stromků o průměru cca 50 cm bylo aplikováno pomalu rozpustné fosforečné hnojivo s vápníkem a hořčíkem Fosmag MK v dávce 30 g na stromek. Hnojivo ve formě granulátů nebylo do půdy nijak zapracováno.

IV. Suchopýr

Tento sadební materiál byl zasažen velmi vysokou mortalitou, proto přihnojován nebyl. Vytvářel tak samostatnou variantu.

4.2.4 Druhá etapa

Na podzim roku 2009 v termínu od 17. 11. do 20. 11. proběhla druhá etapa výsadby. V rámci této etapy bylo vysázeno celkem 315 prostokořenných odrostků, které byly následně stabilizovány smrkovými kůly 4 × 4 × 180 cm.

Od jara 2010 je tedy rozmístění výsadeb následovné:

XLVI	Polodrostky Kontrola	XLVI
XLV	Odrostky Fosmag MK	XLV
XLIII	Polodrostky: Silvamix Forte	XLIII
XLII	Odrostky Kontrola	XLII
XL	Polodrostky Kontrola	XL
XXXIX	Odrostky Fosmag MK	XXXIX
XXXVIII	Polodrostky kombi: Silvamix Forte + P	XXXVII
XXXVI	Odrostky Kontrola	XXXVI
XXXIV	Polodrostky Kontrola	XXXIV
XXXIII	Odrostky Fosmag MK	XXXIII
XXXI	Polodrostky: Silvamix Forte	XXXI
XXX	Odrostky Kontrola	XXX
XXVIII	Polodrostky Kontrola	XXVIII
XXVII	Odrostky Fosmag MK	XXVII
XXV	Polodrostky kombi: Silvamix Forte + P	XXV
XXIV	Odrostky Kontrola	XXIV
XXII	Polodrostky Kontrola	XXII
XXI	Odrostky Fosmag MK	XXI
XIX	Polodrostky: Silvamix Forte	XIX
XVIII	Odrostky Kontrola	XVIII
XVI	Polodrostky Kontrola	XVI
XV	Odrostky Fosmag MK	XV
XIII	Polodrostky kombi: Silvamix Forte + P	XIII
XII	Odrostky Kontrola	XII
X	Polodrostky Kontrola	X
IX	Odrostky Fosmag MK	IX
VII	Polodrostky: Silvamix Forte	VII
VI	Odrostky Kontrola	VI
IV	Polodrostky Kontrola	IV
III	Odrostky Fosmag MK	III
I	Polodrostky kombi: Silvamix Forte + P	I
0	Polodrostky Kontrola	0
Řady		Řady

Obrázek 2: Konečné rozmístění jednotlivých variant v oplocence „U Panelové cesty II“.

4.2.5 Hnojení – Druhá etapa

Přihnojení v rámci druhé etapy proběhlo dne 11. 5. 2010 a vznikly dvě následující varianty:

- I. **Odrostky kontrola** (171 odrostků bez přihnojení)
- II. **Odrostky Fosmag MK** (144 odrostků) – přihnojení proběhlo tak, že ke každému odrostku bylo aplikováno 50 gramů hnojiva Fosmag MK. Hnojivo ve formě granulátů bylo aplikováno na povrch půdy v kruzích o průměru 50 cm.

4.2.6. Parametry použitých hnojiv

Silvamix Forte: NPK (MgO) 17.5-17.5-10.5 (9). Podíl pomalu rozpustného dusíku v celkovém dusíku obsaženém v hnojivu je 60 %.

Tabulka 2: Složení hnojiva Silvamix Forte 60 NPK (MgO) použitého na experimentální ploše „U Panelové cesty II“. Informace převzaty od firmy Ecolab Znojmo (výrobce).

Složení v %		Složení v % (pokračování)	
Celkový dusík (N)	17,50	P ₂ O ₅ rozpustný ve vodě	12,00
Dusík z močovinoformaldehydu (N)	11,00	Vodorozpustný draslík (K ₂ O)	10,50
Rozpustný ve studené vodě (N)	4,40	Celkový hořčík (MgO)	9,00
Rozpustný v horké vodě (N)	4,20	Bór (B)	0,02
Močovinový dusík (N)	3,00	Měď (Cu)	0,01
Amonný dusík (N)	2,00	Železo (Fe)	0,10
Nitrátový dusík (N)	1,50	Mangan (Mn)	0,02
Celkový fosfor (P ₂ O ₅)	17,50	Molybden (Mo)	0,00
P ₂ O ₅ rozpust. v neutr. citronanu amonném	15,50	Zinek (Zn)	0,01

Fosmag MK: Fosforečné hnojivo s obsahem 25 % fosforu a 2 % hořčíku. V hnojivu jsou vedle sebe přítomny: citronově rozpustná složka (tvoří asi 40 % celkového fosforu), okamžitě přijatelná forma fosforu vyjádřená obsahem vodorozpustné složky (tvoří cca 20 % celkového fosforu) pocházející ze superfosfátu a zásobní fosfor, jehož zdrojem je mikromletý apatit. Granule jsou drobnější, šedé barvy (Zdroj informací: Lovochemie a. s.).

Tabulka 3: Složení hnojiva Fosmag MK (Lovochemie a.s.).

Složka	Zastoupení v %
Celkový fosfor (P ₂ O ₅)	25
P ₂ O ₅ rozpust. v neutr. citronanu amonném	10
P ₂ O ₅ rozpustný ve vodě	6
Hořčík (MgO)	2
Vápník nerozpustný ve vodě (CaO)	36
Síra (S)	7

4.3. Měření a zjišťování dat v terénu

První měření proběhlo na jaře roku 2009 po podzimní výsadbě, následně probíhalo měření jednou ročně vždy na konci vegetační sezóny. Každý jedinec má vlastní štítek, na kterém je uvedena řada a pořadové číslo stromku v řadě. U každého jedince se měří tloušťka kořenového krčku (s přesností na mm), výška od kořenového krčku až po nejvyšší výhon (s přesností na cm), zdravotní stav, důvod poškození, případně úhyn. Dále se zjišťuje zamokření daného jedince a jeho ovlivnění jinou dřevinou (v tomto případě se jedná o borovici kleč a *Picea abies*). Výsledky jsou zaznamenávány a porovnávají se s hodnotami z minulých let. Následně se s nimi dále pracuje.

4.4. Zpracování a vyhodnocení dat

Zpracování a vyhodnocení dat proběhlo v programu Microsoft Excel a Statistica. Vyhodnocování proběhlo pouze pro sadební materiál z roku 2008, do kterého tedy spadají varianty:

- I. Poloodrostky: kontrola - (KM, KV)**
- II. Poloodrostky: Silvamix Forte - (SM, SV)**
- III. Poloodrostky: Silvamix Forte + P - ((S+F) M, (S+F) V)**

U všech těchto variant se vylíšily velikosti sadebního materiálu, a to na malé (označení M) do 120 cm a na velké (označení V) nad 120 cm. Proběhlo vyhodnocení přírůstků výškových, přírůstků tloušťkových a mortality.

Následná početnost jednotlivých variant z celkového počtu 743 vysazených jedinců vypadala následovně:

Tabulka 4: Rozdělení poloodrostků v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“.

Varianta	Počet jedinců
KM	186 ks
KV	186 ks
SM	170 ks
SV	13 ks
(S+F)M	167 ks
(S+F)V	21 ks

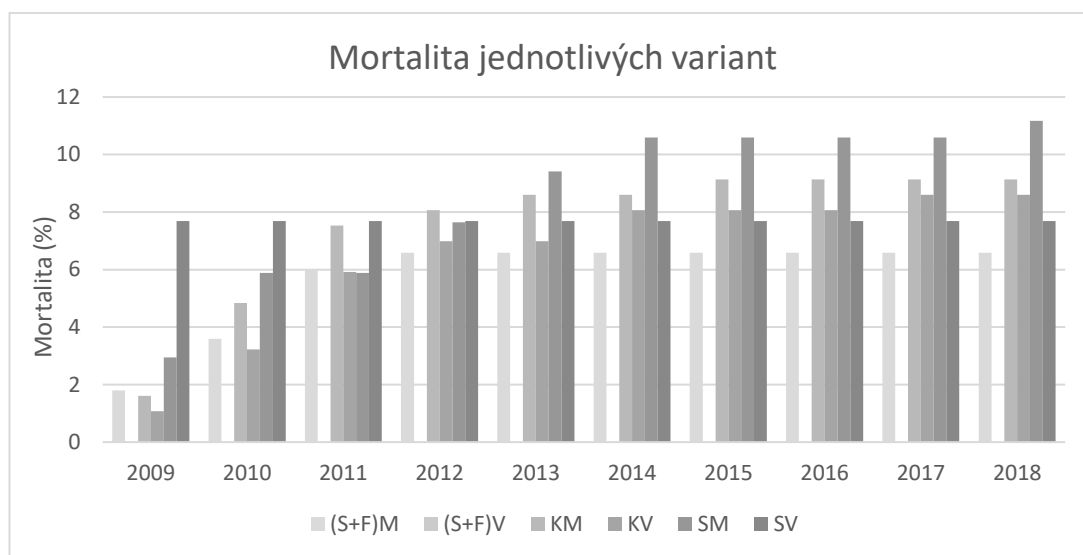
U změřených dat bylo pomocí Shapiro-Wilkova testu zjištěno, zda data splňují podmínku shody s normálním rozdělením či nikoliv. U většiny dat bylo zjištěno, že tuto podmínku nesplňují, tudíž byly rozdíly mezi jednotlivými variantami dále testovány pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu. Shoda s normálním rozdělením byla zjištěna pouze u hodnot „celkový přírůst“, který byl posléze testován pomocí metody ANOVA (analýza rozptylu).

U všech naměřených hodnot byly také spočítány základní statistické údaje (průměr, modus, medián, směrodatná odchylka, rozptyl).

5 Výsledky

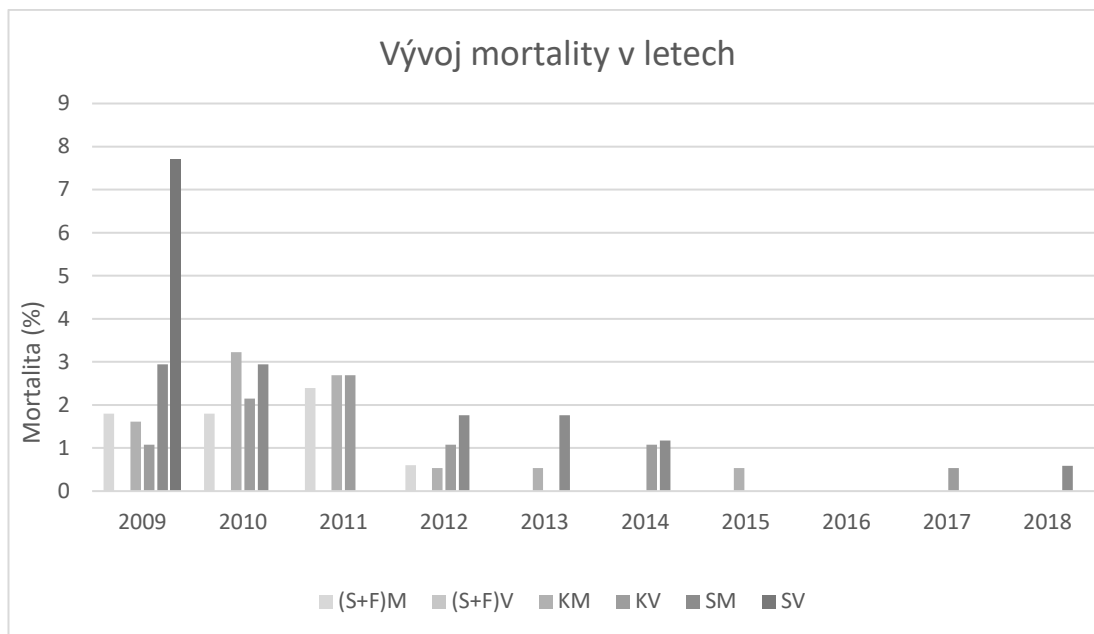
5.1 Mortalita

Mortalita ve výsadbovém experimentu je vzhledem k extrémním klimatickým podmínkám relativně nízká a u žádné z variant nepřekročila hodnotu 12 % (Obr. 3). Vyšší nárůst mortality lze pozorovat pouze v prvních dvou letech po výsadbě, což může mít na svědomí šok z přesazení. Dalším negativním faktorem mezi lety 2010–2011 mohou být povodně, které zasáhly téměř celý Liberecký kraj a mohly mít vliv na zvýšení úmrtnosti v tomto roce. Na mortalitě se mohli také projevit biotičtí činitelé, zejména pak žír hmyzu, který byl nejsilnější v roce 2010. Celková průměrná mortalita všech variant má hodnotu 8,6 %.



Obrázek 3: Mortalita jednotlivých variant v oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

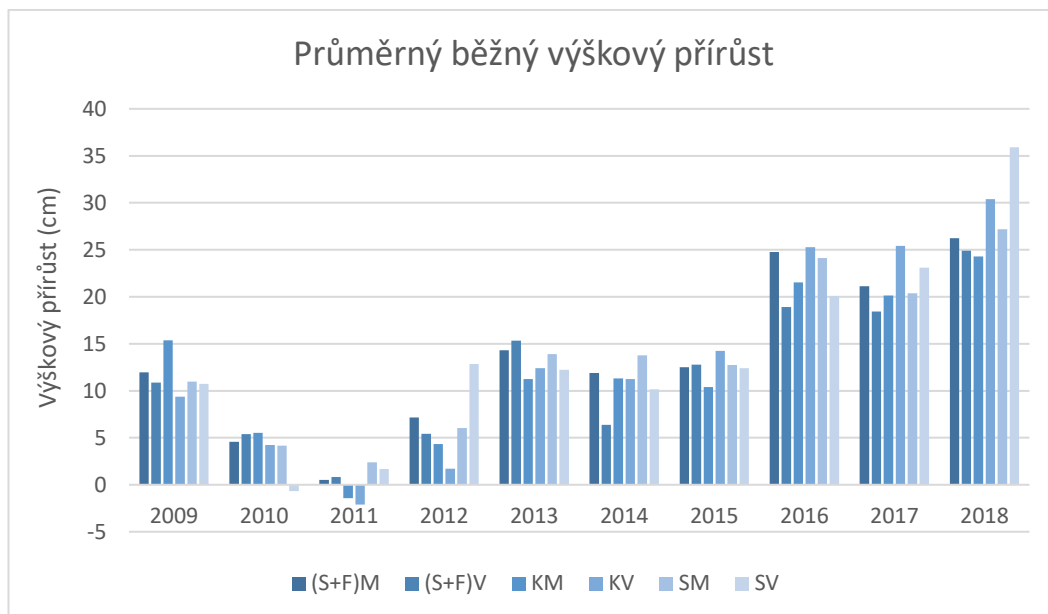
Vysoká mortalita se projevila v prvním roce zejména u varianty s přihnojením dusíkatým hnojivem Silvamix (SV a SM). V následujících letech se ale zcela ustala, tudíž nelze prokázat, že by dusíkaté hnojivo mělo významný vliv na mortalitu jednotlivých sazenic. Od roku 2015 je již úmrtnost u všech variant minimální (Obr. 4)



Obrázek 4: Nárůst mortality variant v jednotlivých letech v oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

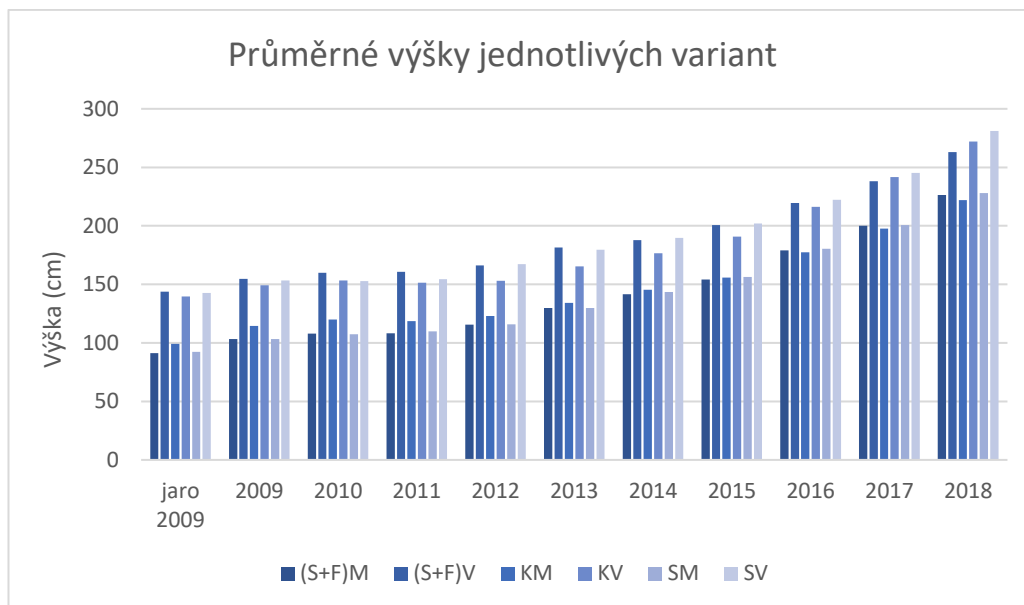
5.2 Výškové přírůsty

Výškové přírůsty byly v prvních letech od výsadby velmi variabilní. Nejmenší přírůst vykazovaly poloodrostky v letech 2010–2012 (Obr. 5), což mohlo být zapříčiněno šokem z přesazení, ale také biotickými a abiotickými vlivy. Nejmenší přírůst byl naměřen v roce 2011. Důvodů může být celá řada; například silné rané mrazy v listopadu 2010, kdy bylo na Jizerce naměřeno $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, povodně v Libereckém kraji v roce 2010, zvýšení výskytu hmyzích žirů (Bourovce březového) nebo vrchol šoku z přesazení. V následujících letech již výsadby vykazovaly pravidelnější výškový přírůst; od roku 2016 byl přírůst oproti předešlým rokům enormní.



Obrázek 5: Průměr běžných výškových přírůstků jednotlivých variant v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

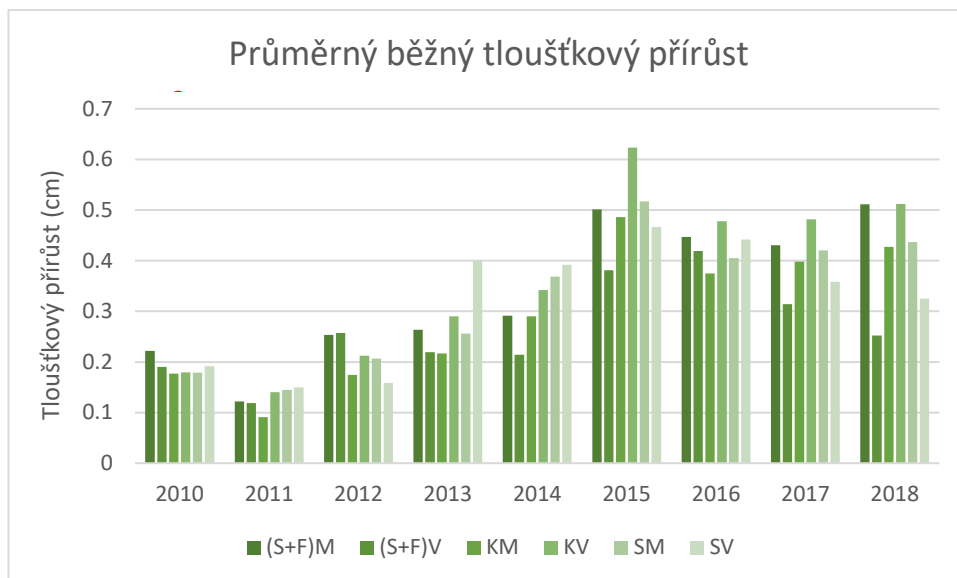
Co se týče průměrných výšek jednotlivých variant, lze vidět, že křivka roste exponenciálně. Poloodrostky s označením „velké“ si svoji větší výšku před poloodrostky s označením „malé“ udržely, což značí podobné přírůsty u všech variant. Statistický význam rozdílu výšek u variant s přihnojením a bez přihnojení byl dále testován.



Obrázek 6: Průměrné výšky jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

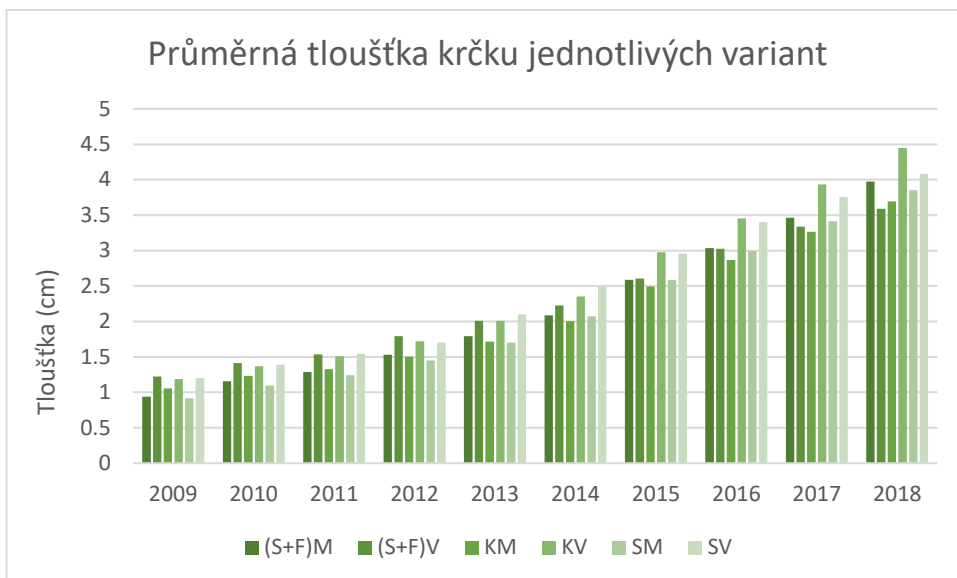
5.3 Tloušťkové přírůsty

Stejně jako u výškových přírůstů (Obr. 5) je i u přírůstů tloušťkových patrný počáteční šok z přesazení. Rok 2011 se ukazuje jako nejhorší (Obr. 7). Naopak nejlepším rokem pro tloušťkové přírůsty byl rok 2015, ve kterém varianty přirůstaly kolem cca 0,5 cm. Z hlediska přírůstu se nejlépe jeví varianta KV (Kontrola velké – bez přihnojení), která od roku 2015 dominuje. Nejmenších hodnot nabývá varianta (S+F)V i přesto, že v prvních třech letech patřila k nejlépe přirůstajícím variantám. Důvodem takto malých přírůstů může být malá početnost této varianty (pouze 21 kusů), kvůli které není možné posoudit, zdali je nízký přírůst důsledkem hnojiva nebo malým počtem jedinců.



Obrázek 7: Průměr běžného tloušťkového přírůstu jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

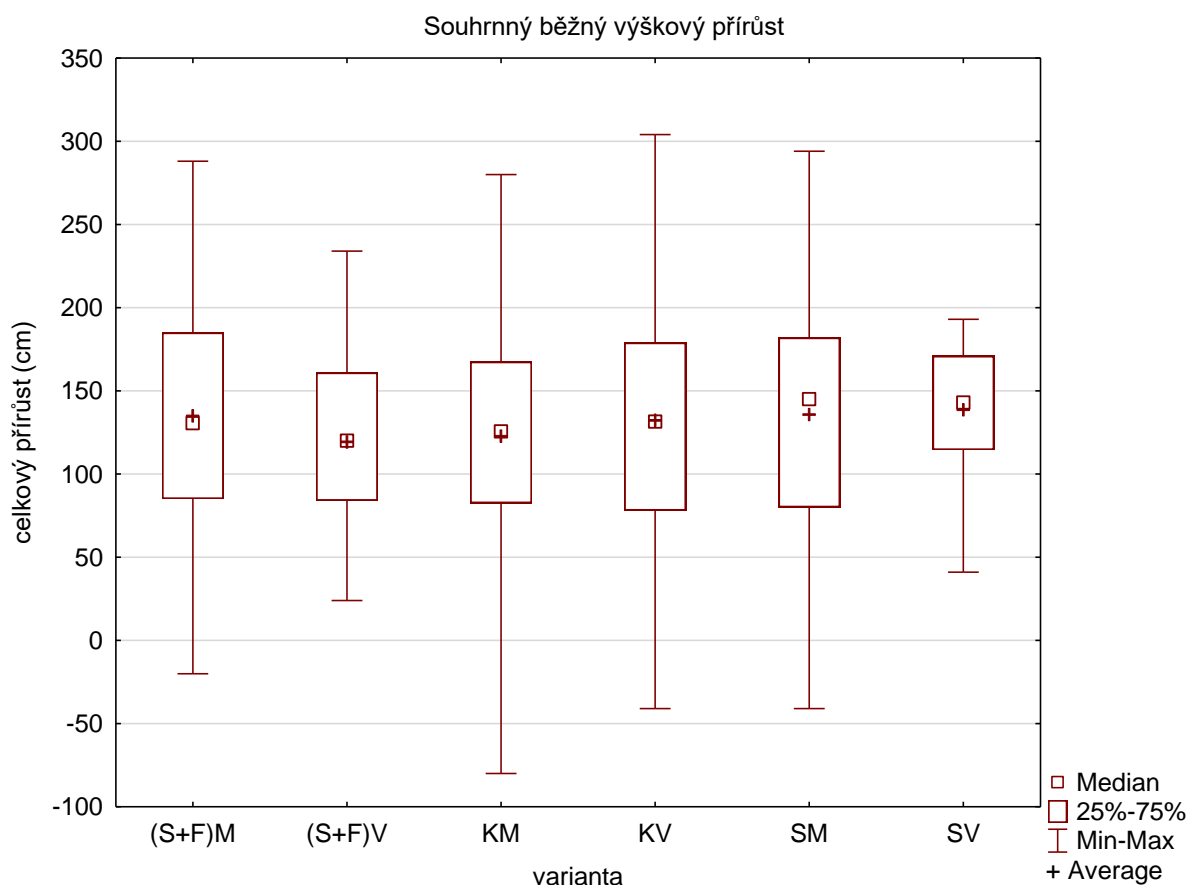
Vývoj průměrné tloušťky je zobrazen na obrázku č. 8. Vývoj průměrů krčku je první roky od výsadby velmi pomalý, což může být stejně jako u výšek (Obr. 6) způsobeno šokem z přesazení, nepříznivými klimatickými podmínkami, ale také dalšími aspekty. Nejlépe se daří variantě KV (kontrola velké – bez přihnojení) a z menších poloodrostků variantě (S+F)M.



Obrázek 8: Vývoj průměrných tloušťek jednotlivých variant od výsadby v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

5.4 Statistické výsledky

5.4.1 Celkové výškové přírůsty



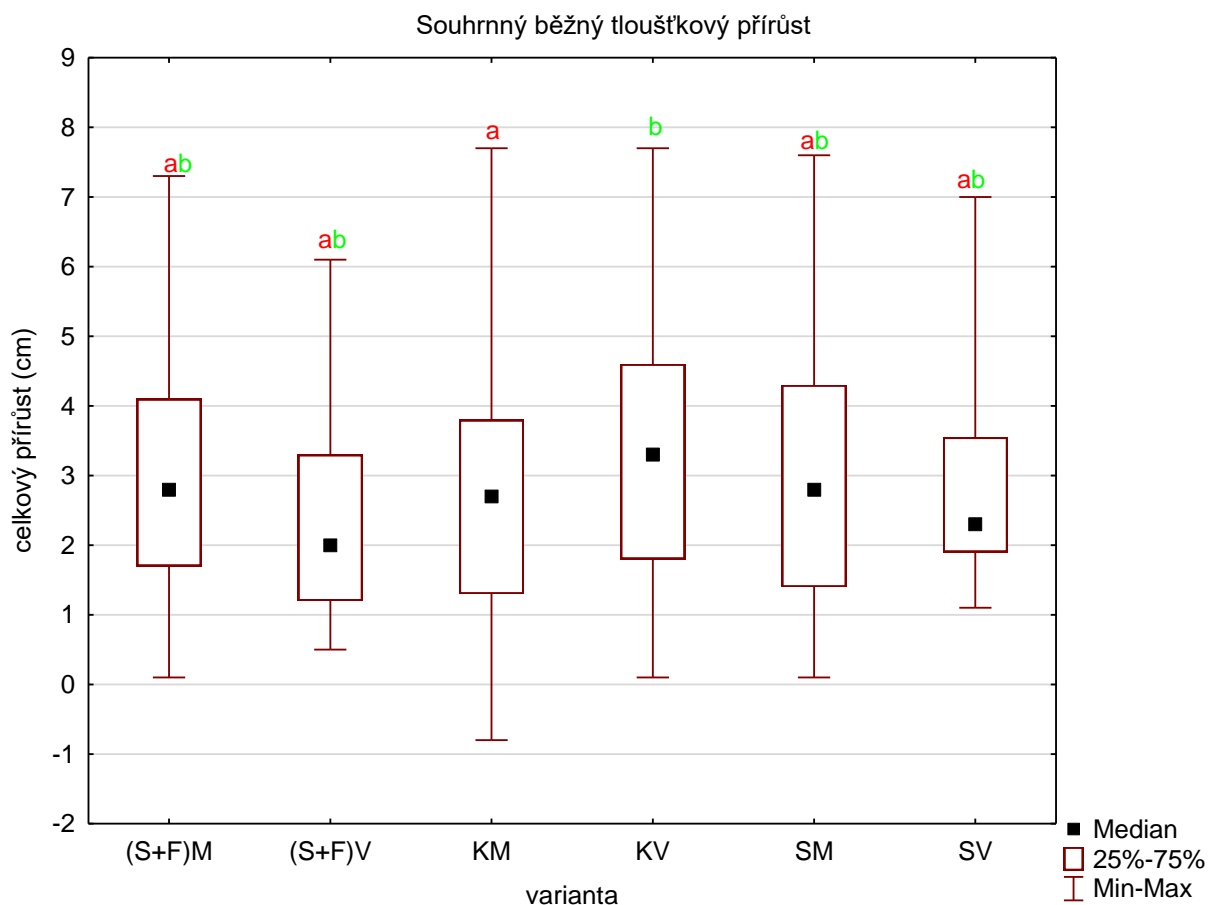
Obrázek 9: Souhrnný běžný výškový přírůst v letech 2009-2018 v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

Celkové výškové přírůsty vykazovaly shodu s normálním rozdělením, tudíž byly testovány pomocí testu ANOVA (analýza rozptylu) na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Z obr. 9 je zřejmé, že nejvyšší celkový přírůst vykazovaly varianty SV a SM, tedy Silvamix malé a velké, a dále (S+F)M, tedy Silvamix + Fosmag malé.

Pokud ANOVA odhalila průkazný rozdíl, následovalo mnohonásobné porovnání Tukeyho HSD testem k identifikaci vzájemně se průkazně lišících variant. Tento test ovšem mezi variantami nepotvrdil žádný statisticky významný rozdíl.

5.4.2 Celkové tloušťkové přírůsty

Testovány byly také celkové běžné tloušťkové přírůsty jednotlivých variant. Vyhodnocování proběhlo pomocí Kruskal-Wallisova testu a výsledky jsou zobrazeny pomocí krabicového grafu (Obr. 10).



Obrázek 10: Souhrnný běžný výškový přírůst v letech 2009-2018 v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“, pozn. ((S+F)M – Silvamix Forte + Fosmag MK malé, (S+F)V – Silvamix Forte + Fosmag MK velké, KM – kontrola malé, KV – kontrola velké, SM – Silvamix Forte malé, SV – Silvamix Forte velké).

Testování proběhlo na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (rozdíly jsou považovány za statisticky průkazné, pokud je hodnota testovací statistiky menší než 0,05). Jediný statistický rozdíl byl prokázán mezi variantami KM (kontrola malé) a KV (kontrola velké) (Obr.10). U ostatních variant nebyly statistické rozdíly významné.

Nejlepších hodnot nabývá nepřihnojená varianta KV. Varianty (S+F)V a SV (Silvamix + Fosmag MK velké a Silvamix velké) nemusí být kvůli svým nízkým výsadbovým počtům přesné.

6 Diskuze

Ze zjištěných výsledků lze usoudit, že se bříza karpatská adaptovala na náročné klimatické i půdní podmínky v experimentální oplocence „U Panelové cesty II“. I přes vyšší mortalitu v prvních letech po výsadbě, která mohla být způsobena šokem z přesazení a také nepříznivými klimatickými podmínkami, se v posledních letech rapidně snížila. To potvrzují také výškové a tloušťkové přírůsty, které se v posledních třech letech drží na vysokých hodnotách. Zda je tento fakt zapříčiněn příznivými klimatickými podmínkami, nelze v tuto chvíli potvrdit ani vyvrátit. Kritickým rokem pro poloodrostky byl rok 2010 a 2011, kdy zejména výškové přírůsty dosahovaly záporných hodnot. Opět se mohlo jednat o vliv několika různých faktorů dohromady (hlodavci, brzké a pozdní mrazy, těžký sníh, šok z výsadby, atd.).

U výškových přírůstů jednotlivých variant nebyl zjištěn žádný významný statistický rozdíl, což znamená, že přihnojení nijak významně neovlivní růst poloodrostků břízy karpatské. Přesto varianty s hnojivem Silvamix (SV a SM) vykazovaly nejvyšší výškové přírůsty ze všech variant. Ani u tloušťkových přírůstů nebyl významný statistický rozdíl mezi přihnojenými a nepřihnojenými variantami, pouze mezi nepřihnojenou variantou KV a KM, kdy KV vykazovala vyšší tloušťkové přírůsty. Důvodem mohou být přízemní mrazy, kterými větší poloodrostky díky své výšce netrpí tolik jako poloodrostky nižší.

Přihnojené varianty dusíkatým hnojivem nevykazovaly vyšší mortalitu, jako tomu bylo například při výzkumu Baláše et al. (2010). Baláš et al. (2010) také zmiňují, že přidání dusíkatého hnojiva významně podpořilo růst jedinců, což se v tomto případě nepotvrdilo. Zároveň ale nemá žádný negativní dopad na výsadbu. Kvůli nízkým výsadbovým počtům variant (S+F)V a SV však nelze s jistotou říci, že jejich výsledky jsou adekvátní vzhledem k ostatním variantám.

Bříza karpatská je spolu s borovicí klečí tolerantní ke klimatickým stresům na nepříznivých lokalitách. V tomto ohledu se hodí na extrémní lokality více než často využívaný jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) (Balcar et al. 2010). Naopak jeřáb ptačí lépe prosperuje pod dospělými porosty (například smrku ztepilého) a snáší zastínění daleko lépe než bříza. Vhodné podmínky pro nalétnutí a následný růst

břízy jsou v lesích s narušeným půdním krytem a dostatkem světla (Zerbe 2001). Dle Kupky a Dimitrovského (2011) je růst jeřábu ptačího rychlejší než u zkoumaných bříz.

Vzhledem k dosaženým výsledkům pozorování lze říci, že je bříza karpatská vhodnou přípravnou dřevinou v horských polohách, zejména pak v imisně zatížených oblastech s extrémními klimatickými podmínkami. To potvrzuje ve svém výzkumu také Balcar et al. (2010) a Balcar (2001). Důležité bude nadále sledovat prosperitu výsadby a vývoj výškových a tloušťkových přírůstů na dané lokalitě. Dále by bylo vhodné posoudit prosperitu odrostků v experimentální oplocence a porovnat je s dosavadními výsledky poloodrostků, což může být například zahrnuto v rámci navazující diplomové práce.

7 Závěr

Cílem této práce bylo posoudit její využití při obnově a stabilizaci lesa, což bylo testováno na výsadbovém experimentu v oplocence „U Panelové cesty II“. Výsledky prokázaly, že díky relativně nízké mortalitě a postupně zvyšujícím se výškovým a tloušťkovým přírůstkům je bříza karpatská vhodnou přípravnou dřevinou na stanovištích s extrémními klimatickými a půdními podmínkami. Může tedy pomoci při stabilizaci a druhové pestrosti nepůvodních smrkových porostů.

Dále bylo zjištěno, že přihnojení nemá významný vliv na prosperitu výsadby břízy karpatské. Důležitým faktorem je použití vhodného sadebního materiálu, v tomto případě se osvědčil materiál v podobě odrostků a poloodrostků původem z Jizerských hor. Veškeré tyto poznatky mohou pomoci při následné obnově imisně zatížených porostů v Jizerských horách.

8 Seznam použité literatury

AOPK ČR (2018): Plán péče o Chráněnou krajinnou oblast Jizerské hory na období 2011-2020. AOPK ČR. [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://www.jizerskehory.ochranaprirody.cz>.

BALÁŠ M. – KUNEŠ I. – ZAHRADNÍK D. (2010): Reakce břízy karpatské na vápnění a přihnojení dusíkem. Zprávy lesnického výzkumu, 2010, roč. 55, č. 2, s. 106-114.

BALCAR V. (1998): Obnova lesů v Jizerských horách. Lesnická práce, 77: 338–340.

BALCAR V. (2001): Some experience with European birch (*Betula pendula*) and Carpathian birch (*Betula carpatica*) planted on the ridge part of Jizerské hory Mts. Journal of Forest Science, 47 (Special Issue): 150–155.

BALCAR V., KACÁLEK D., ŠPULÁK O., KUNEŠ I., DUŠEK D., BALÁŠ M., NOVÁK J. (2010): Prosperita pionýrských listnatých dřevin a smrku v horských podmínkách. Zprávy lesnického výzkumu, 55: 3: 149–157.

BENČAŤ F., BENČAŤ T., GOLIAŠOVÁ K., KOBLÍŽEK J., MAGIC D., MAGLOCKÝ Š., MERCEL F., MICHALKOVÁ E., OLŠAVSKÁ K. (2006): Flóra Slovenska V/3. Veda, Bratislava, 344 s.

BURIÁNEK V., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. (2014): Metodická příručka k určování domácích druhů bříz: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2014. Lesnický průvodce.

ECOLAB ZNOJMO S.R.O. (2019): Pomalu rozpustná hnojiva [online]. [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: <http://www.cz.silvamix.com>.

EŠNEROVÁ J., VÍTÁMVÁS J., KOŇASOVÁ T., KOLÁŘ F., BALÁŠ M., KARLÍK P., ZAHRADNÍK D., KŘÍŽOVÁ (LUKÁŠOVÁ) M., STACHO J., RAŠÁKOVÁ N., STEJSKAL J., KUNEŠ I. (2013): Využití obrysové analýzy při sledování morfologické variability listů rodu bříza (*Betula* L.). Zprávy lesnického výzkumu, 2013, 58(2), 107–114.

HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHERRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S., VELLING P., Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 83, Issue 1, January 2010, Pages 103–119.

JARVINEN P., PALME A., MORALES L. O., LANNENPAA M., KEINANEN M., SOPANEN T., LASCOUX M., (2004): Phylogenetic relationships of *Betula* species (*Betulaceae*) based on nuclear ADH and chloroplast sequences. *American Journal of Botany* 91: 1834-1845.

KARLÍK P. (2010): Taxonomická problematika bříz *Betula* L. v České republice se zvláštním zřetelem na drobné taxony z okruhu břízy pýřité *Betula pubescens* agg. – In: Prknová H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010. Sborník příspěvků z konference. Kostelec nad Černými lesy 23. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*, pp. 61–65.

KARLÍK P., EŠNEROVÁ J., BALÁŠ M., VÍTÁMVÁS J., KOŇASOVÁ T., KUBEŠOVÁ M., FÉR T., URFUS T., KUNEŠ I., VÍT P. (2010): Problematika určování druhů břízy *Betula* L. ve světle průtokové cytometrie. In: Prknová H. (ed.): *Bříza – strom roku 2010. Sborník příspěvků z konference. Kostelec nad Černými lesy 23. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2098-7*, pp. 51–56.

KŘÍŽ Z. (1990): *Betula* L. - bříza. - In: Hejný S., Slavík B., Hroudka L. & Skalický V. (eds), *Květena České republiky 2*, s. 36–46, Academia, Praha.

KULA E. (2011): *Bříza a její význam pro trvalý rozvoj lesa v imisních oblastech. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. 278 s.*

KUNEŠ I., BALCAR V., ZAHRADNÍK D., (2007): Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science* 53.

KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. (2011): Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor. *Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, 9/2011, VÚLHM, Strnady, 36 s.*

KUPKA I., DIMITROVSKÝ K. (2011): Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na Sokolovsku: review. Zprávy lesnického výzkumu, 2011, roč. 56, č. special, s. 52-56.

LAMBERT J. B., DONNELLY E. W., HECKENBACH E. A., JOHNSON C. L., KOZMINSKI M. A., WU Y., SANTIAGO-BLAY J. A., (2013): Molecular classification of the natural exudates of the rosids. *Phytochemistry* 94: 171-183.

LINDA R., KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J. (2017): Morphological variability between diploid and tetraploid taxa of the genus *Betula* L. in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*. 2017, 531-537.

LOVOCHEMIE, A.S. (2019): NPK/NP hnojiva [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.lovochemie.cz>.

PELC F., (1999): Program revitalizace imisně zatížených lesních ekosystémů Jizerských hor. In: Slodičák M., (ed.): *Obnova a stabilizace horských lesů. Sborník z celostátní konference. Bedřichov, 1999.*

PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I., MOSER W. K., (2005): Využití Břízy a Smrku pichlavého při obnově porostů na plochách s nenarušenou vrstvou nadložního humusu. *Zprávy lesnického výzkumu* 50: 75-77.

ROTHMALER W. (2005): *Exkursionsflora von Deutschland, Band 4, Gefäßpflanzen, Kritischer Band. – 10th ed., Spektrum Akademischer Verlag, München.*

SLODIČÁK M. et al. (2009): *Lesnické hospodaření v Jizerských horách [Forestry management in the Jizerské hory Mts.] Lesnická práce, s. r. o. Kostelec nad Černými lesy.*

SÝKORA T. (1983): Taxonomie a rozšíření bříz okruhu *Betula alba* v Českém masívu. – *Zpr. Čs. Bot. Společ., Praha*, 18: 1-14.

ÚHUL (1999): OPRL. Přírodní lesní oblast č. 21 – Jizerské hory a Ještěd.

VONIČKA P., VIŠŇÁK R. (2008): Základní charakteristika zkoumaného území Jizerských hor a Frýdlantska. (General characteristics of the study area in the

Jizerské hory Mts and Frýdlant region). Sborn. Severočes. Muz., Přír. Vědy, Liberec, 26: 13–33.

ZERBE S. (2001): On the ecology of *Sorbus aucuparia* (Rosaceae) with special regard to germination, establishment and growth. Polish Botanical Journal. 46. 229-239.

9 Přílohy



Obr. 1: Fotodokumentace lokality „U Panelové cesty II“ z roku 2018. Foto: M. Baláš.



Obr. 2: Experimentální oplocenka „U Panelové cesty II“ 2018. Foto: M. Baláš.



Obr. 3: Experimentální plocha po výsadbě v roce 2009. Foto: M. Baláš.



Obr. 4: Experimentální plocha ve vegetační době v roce 2018. Foto: M. Baláš