

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra péče o lesy



Problematika a lesnický potenciál horských buků ve střední
Evropě se zaměřením na taxon *Betula carpatica* v Jizerských
horách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:

Bc. Josef Stacho

Vedoucí práce:

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Josef Stacho

Lesní inženýrství

Název práce

Problematika a lesnický potenciál horských bříz ve střední Evropě se zaměřením na taxon *Betula carpatica* v Jizerských horách

Název anglicky

Mountain birches in Central Europe with the focus on *Betula carpatica* in the Jizera Mts.

Cíle práce

Posoudit prosperitu výsadeb břízy karpatské na extrémních stanovištích v Jizerských horách v závislosti na výživě.

Provést morfometrické zhodnocení listů břízy karpatské.

Metodika

Navažte na šetření provedená v rámci bakalářské práce.

Vyhodnoťte další nové údaje z měření výsadeb a posuzování chemismu asimilačního aparátu bříz.

Proveďte měření a vyhodnoťte morfometrické parametry listů břízy karpatské.

Doporučený rozsah práce

min. 45 stran

Klíčová slova

morfometrika; výživa bříz; prosperita bříz; obnova lesa

Doporučené zdroje informací

- ATKINSON M.D., 1992. *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh. *Journal of Ecology* 80:837-870.
- EŠNEROVÁ J., KARLÍK P., ZAHRADNÍK D., KOŇASOVÁ T., STEJSKAL J., BALÁŠ M., VÍTÁMVÁS J., RAŠÁKOVÁ N., STACHO J., KUTHAN J., LUKÁŠOVÁ M., KUNEŠ I., 2011. Morfologická variabilita rodu bříza (*Betula* L.) v Krkonoších se zaměřením na tetraploidní zástupce. *Zprávy lesnického výzkumu* v tisku.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., EŠNEROVÁ J., KOŇASOVÁ T., VÍTÁMVÁS J., ZAHRADNÍK D., STACHO J., POSPÍŠILOVÁ K., RAŠÁKOVÁ N., GALLO J., KARLÍK P., POHLOVÁ J., 2010. Bříza byla a zůstává tématem pro lesnický provoz i výzkum. In: Prknová H. (ed.): *Bříza strom roku 2010*, Kostelec nad Černými lesy, 23. září 2010. Praha, česká zemědělská univerzita: 32-36
- KUNEŠ I., BALCAR V., ZAHRADNÍK D., 2007. Influence of 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
- THÓRSSON A.T., SALMELA E., ANAMTHAWATNJÓNSSON K., 2001. Morphological, cytogenetic, and molecular evidence for introgressive hybridization in birch. *J Heredity* 92:404-408

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2013

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 5. 2013

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci, na téma Problematika a lesnický potenciál horských bříz ve střední Evropě se zaměřením na taxon *Betula carpatica* v Jizerských horách, vypracoval samostatně pod vedením ing. Ivana Kuneše a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze, dne

.....

Bc. Josef Stacho

Poděkování

„Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na zpracování této diplomové práce. Především mé díky patří Ing. Ivanu Kunešovi za jeho neskonalou trpělivost a shovívavost.

Nesmím opomenout poděkovat svým rodičům, kteří mě po celý čas studia podporovali v nemalé míře morálně a finančně. Mé díky samozřejmě patří i mé manželce Hance, za její podporu při zpracování této diplomové práce.“

V Praze dne

Abstrakt

Tato práce navazuje na autorovu bakalářskou práci a rozpracovává tak tematiku využitelnosti a přínosu břízy karpatské (*Betula carpatica* Waldst. Koch). Praktickým cílem je v pořadí již druhé vyhodnocení a posouzení stavu odrůstání břízy karpatské v Jizerských horách v uměle založeném prosadbovém centru, na kterém byl dále zkoumán vliv různého typu sadebního materiálu s různým způsobem přihnojení v komparaci se získanými meteorologickými, pedologickými daty včetně výsledků chemických analýz asimilačních orgánů. Nebyly však zaznamenány výraznější rozdíly v rychlosti a úspěšnosti odrůstání založené kultury v rámci jednotlivých variant přihnojení.

Klíčová slova: *Betula carpatica*, vliv přihnojení, výživa bříz, morfometrika

This thesis follows the author bachelor's study and elaborates on the usability and benefits of the Carpathian birch (*Betula carpatica* Waldst. Koch). The objective of the study was to evaluate and review growth performance of Carpathian birch in the Jizerské hory Mts. at artificially established species enrichment centre, where the different type of plantingstock and different fertilization were studied in comparison with acquired meteorological, pedological data, including the results of chemical analyzes of assimilation organs. There was however no significant differences in the success of rate and growth performance based cultures within the individual variants of different fertilization.

Keywords: *Betula carpatica*, reforestation, effect of fertilization, nutrition birch, morphometrics

OBSAH

1. Úvod	11
2. Cíl práce	13
I. REŠERŠNÍ ČÁST	
<hr/>	
3. Bříza karpatská (<i>Betula carpatica</i> WALDST. KOCH) $2n = 56, 58$	14
4. Problematika určování druhů rodu <i>Betula</i> L.	16
4.1 Klasická morfometrika	17
4.2 Geometrická morfometrika	17
4.3 Průtoková cytometrie	18
4.4 Analýza mikrosatelitních oblastí jaderné DNA	19
5. Pěstová PND s důrazem na břízu	20
6. Vápnění na území ČR	22
7. Systém prosadbových a podsadbových center	23
II. PRAKTICKÁ ČÁST	
<hr/>	
8. Materiál a metodika	25
8.1 Úvod do metodiky	25
8.2 Výzkumná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“	25
8.2.1 Použitý sadební materiál	26
8.2.1.1 Standardní sadební materiál	26
8.2.1.2 Poloodrostky	26
8.2.1.3 Odrostky	26
8.2.2 Provedení vlastní výsadby na zkusné ploše	27
8.2.3 Použití hnojiva	27
8.3 Získávání dat v terénu	29
8.3.1 Opakovaná měření přírůstu kultury	29
8.3.2 Zjišťování teplotních poměrů na stanovišti	29

8.3.3 Zjišťování půdních poměrů na stanovišti	29
8.3.4 Morfometrická měření	30
8.3.5 Chemické analýzy asimilačních orgánů	32
9. Výsledky a diskuze	33
9.1 Stav půdy	33
9.2 Vývoj teplot	34
9.3 Míra mortality	35
9.4 Vývoj tloušťového přírůstu	36
9.5 Vývoj výškového přírůstu	37
9.6 Obsah živin v asimilačních orgánech	38
9.7 Morfometrická měření	41
10. Závěr	42
11. Seznam literatury	43
12. Seznam příloh	48
13. Přílohy	

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obr. č. 1: Bříza karpatská Jizerské hory (foto Stacho2010)

Obr. č. 2: Příklad porostu náhradních dřevin s nevhodnou proveniencí břízy
(foto Stacho 2010 – Krušné hory LS Blatná)

Obr. č. 3: Grafické znázornění vybraných morfologických znaků (a–n)
[Ešnerová et al. 2012]

Tab. č. 1: Přehled variant v sadebního materiálu a způsobu přihnojení břízy na TZP

Tab. č. 2: Popis sledovaných morfologických znaků na listech [Ešnerová et al. 2012]

Tab. č. 3: Výsledky z laboratorní analýzy půdy na stanovišti „oplocenka U Panelové cesty II“

Tab. č. 4: Optimální hodnoty obsahu živin v asimilačních orgánech břízy

Graf č. 1: Vývoj celkové mortality

Graf č. 2: Vývoj mortality v rámci jednotlivých variant

Graf č. 3: Vývoj průměrné tloušťky v závislosti na variantě sadebního materiálu a způsobu přihnojení

Graf č. 4: Vývoj průměrné výšky v závislosti na variantě sadebního materiálu a způsobu přihnojení

Graf č. 5: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech –
Varianta poloodrostků přihnojených hnojivem Silvamix Forte a Fosmag MK (S + F)

Graf č. 6: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech –
Varianta poloodrostků přihnojených hnojivem Silvamix Forte (S)

Graf č. 7: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech –
Varianta odrostků bez přihnojení (K)

Graf č. 8: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech –
Varianta poloodrostků bez přihnojení (KM, KV)

Graf č. 9: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech –
Varianta poloodrostků přihnojených hnojivem Fosmag MK (F)

Seznam použitých zkratek a symbolů

apod. – a podobně

atd. – a tak dále

cca – přibližně

ČR – Česká republika

DPH – daň z přidané hodnoty

FCM – průtoková cytometrie

ha – hektar

HS – hospodářský soubor

CHKO – chráněná krajinná oblast

LVS – lesní vegetační stupeň

PCC – prosadbové a podsadbové centrum

pH – vodíkový exponent (potential of hydrogen)

PLO – přírodní lesní oblast

PND – porosty náhradních dřevin

cm – centimetr

ks – kusů

m – metr

mm – milimetr

m n. m. – metrů nad mořem

např. – například

resp. – respektive

tj. – to je

TZP – trvalá zkusná plocha

VÚLHM – výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti

σ – směrodatná odchylka

1. Úvod

Horské lesy střední Evropy byly v minulosti ovlivňovány lidskou činností již od středověku [Vacek et al. 2003]. K výraznějším zásahům v Jizerských horách však začalo docházet od 15. století, a poté především v posledních dvou staletích s rozvojem průmyslu, kdy odtěžením převážné části původních porostů a jejich náhradou umělou obnovou (především smrkem ztepilým) byla významně změněna druhová a prostorová skladba lesa [Vacek et al. 2003]. Výrazný zásah do stavu horských lesů znamenal nástup imisní kalamity v 70. a 80. letech 20. století, která byla způsobena vysokými koncentracemi průmyslových exhalací. Jejím důsledkem došlo k rozvratu lesních porostů na rozsáhlých územích o celkové výměře 12 000 ha v Jizerských horách [Balcar 1995]. Tato území byla díky velkému úsilí opětovně zalesněna, ovšem v současné době je nutné u mladých jehličnatých porostů zabezpečit diverzifikaci strukturní, věkovou, ale také druhovou [Kuneš et al. 2010], tudíž uplatnit jemnější pěstební a obnovní postupy směřující k ekologické stabilizaci porostů.

Bříza byla v minulosti považována za plevelnou dřevinu, avšak její vlastnosti dřeviny pionýrské poukazují na její nenahraditelné místo v lesním hospodářství především při zalesňování kalamitních holin a zalesňování nelesních pozemků. O bříze lze uvažovat ve zjednodušené formě jako o lesnické Popelce, a to díky její nenáročnosti na prostředí a k rychlému zajištění základních ekologických funkcí, ale také v souvislosti s postoji, které lesníci vůči této dřevině v minulosti zastávali [Stacho 2012]. Bříza není v lesním hospodářství ČR vnímána jako dřevina cílová. Při cíleném pěstování je však nutné rozlišovat mezi břízou bělokorou (*Betula pendula* Roth.), břízou pýřitou (*Betula pubescens* Ehrh.) a břízou karpatskou (*Betula carpatica* Waldst. Koch). Stejně tak je však nutné rozlišovat různé ekotypy, jež jsou různě citlivé k podmínkám prostředí [Zahradník et. al 2014].

Předkládaná diplomová práce navazuje na autorovu předchozí bakalářskou práci a její poznatky se snaží prohlubovat. Práce je dělena do dvou částí. První část je rešeršní zabývající se především problematikou určování jednotlivých taxonů bříz s důrazem na využití moderních morfometických a makromolekulárních metod, a dále problematikou spojenou s využitím horských bříz v lesním hospodářství, především problematiky porostů náhradních dřevin (PND) a zakládání prosadbových a podsadbových center (PCC). V této části je kapitola věnovaná vápnění v ČR, přičemž

vápění by mohlo mít negativní vliv na odrůstání břízy karpatské, jakožto dřeviny acidofilní [Baláš, Kuneš 2009].

Druhou částí je pak část praktická, která se zabývá posouzením a vyhodnocením současného stavu odrůstání uměle založeného prosadbového centra břízy karpatské (*Betula carpatica* Waldst. Koch) na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“ v Jizerských horách. Na této zkusné ploše byl testován různý typ sadebního materiálu s různým způsobem přihnojení.

2. Cíle práce

- Představit problematiku systematického zařazení taxonu *Betula carpatica* Waldst. Koch s důrazem na morfometrická vyhodnocení asimilačních orgánů.
- Přiblížit aktuální problematiku spojenou s využitím horských bříz v lesním hospodářství.
- Posoudit prosperitu výsadeb břízy karpatské na extrémních stanovištích v Jizerských horách v závislosti na výživě a velikosti sadebního materiálu. Přesněji se jedná o výsadby na trvalé zkusné ploše, kde probíhá výzkum vlivu přihnojení a velikosti sadebního materiálu na úspěšnost a rychlost jejich odrůstání.

I. REŠERŠNÍ ČÁST

3. Bříza karpatská (*Betula carpatica* WALDST. KOCH) 2n = 56, 58

Systematicky je bříza karpatská řazena do říše rostlin (*Plantae*), podříše cévnaté rostliny (*Trachobionta*), oddělení krytosemenné (*Magnoliophyta*), třídy vyšší dvouděložné (*Rosopsida*), řádu bukotvaré (*Fagales*), čeledi břízovité (*Betulaceae*) a do rodu bříza (*Betula*) [Kubát et al. 2002].

Jedná se o keř až strom dorůstající výšky maximálně 12 m [Kula 2011]. Má často křivolaký, šikmý kmen o průměru do 20 cm a nepravidelnou korunu [Karlík 2010]. Barva borky břízy karpatské je různá od bílé přes žlutavou, červenavě hnědou až po šedou či černou. Větvení v koruně je řídké. Letorosty jsou zpočátku plstnaté, později olysávají a tenké větve jsou pak tmavé. Na brachyblastech jsou obvykle 3 listy. Bříza se vyznačuje dobrou kmenovou výmladností [Úradníček et al. 2001]. Čepel listu je vejčitá až kosníkovitá, 2,5–6,0 cm dlouhá [Kubát et al. 2002], na rubu nejdříve chlupatá, postupně olysávající, chlupy zůstávají alespoň na žilkách. Samičí jehnědy mají délku do 35 mm, s podpůrnými šupinami s postranními laloky obvykle vpřed nebo mírně do stran směřujícími, plody (nažky) jsou s křídlatým lemem stejné šířky jako vlastní semeno, lem nedosahuje ke konci blizen. Podpůrné šupiny i semena jsou řídkce pýřitá [Úradníček et al. 2001; Buriánek 2014].

Bříza karpatská je silně světlo milný druh, vyžadující volnou plochu. Roste na stanovištích s dostatkem půdní vláhy a s vysokými srážkami. Vyskytuje se na kyselých horninách krystalinika. Nejčastěji roste na humózních, silně skeletových půdách nebo na sutích příkrých svahů či na rašelinách v horských oblastech. Snáší velmi krátkou vegetační dobu [Úradníček 2001]. Bříza karpatská vystupuje na českém oreofitiku do nadmořské výšky až nad 1000 m.n.m. [Slodičák et al. 2009], na Slovensku ve Vysokých Tatrách na karbonátovém i grantitovém podloží až do výšky 2000 m n.m. [Benčať et al. 2006 in Kula 2011].

Výskyt břízy karpatské je charakteristický na zrašelinělých mrazových pánvích hřebenu s extrémně drsným klimatem v Jizerských horách. V Krkonoších a Hrubém Jeseníku se vyskytuje zejména na lavinových drahách, ale také na rašelinistích [Karlík 2010]. Dále se udává výskyt ve Slavkovském lese a na Šumavě

[Úradníček 2001; Karlík 2010]. Charakteristická je pro tento druh schopnost množení hříženci a vznik kolonií.

Břízy se všeobecně řadí mezi významné pionýrské druhy, ekologicky velmi plastické dřeviny, které snášejí široké spektrum půdních a klimatických podmínek [Zahradník et al. 2014], přičemž se předpokládá pozitivní stabilizační a meliorační vliv na nově zakládané porosty [Slodičák et al. 2009]. Toto tvrzení bezesbytku platí i pro břízu karpatskou, která má značný potenciál při stabilizaci lesních porostů v horských polohách [Karlík 2010; Kuneš et al. 2007; Balcar 2001].

Předností břízy karpatské je pak fyziologická a mechanická odolnost vůči těžkému sněhu, velká mrazuvzdornost a schopnost růst na vodou ovlivněném ekotopu oproti bříze pýřité (*Betula pubescens* Ehrh.) a bříze bělokoré (*Betula pendula* Roth.), [Sýkora 1983 in Karlík 2010; Úradníček 2001; Slodičák et al. 2009; Zahradník et al. 2014].



Obr. č. 1: Břída karpatská Jizerské hory (foto Stacho2010)

4. Problematika určování druhů rodu *Betula*

Druhy rodu *Betula* patří mezi obtížně určitelné taxony s velkou variabilitou určovacích morfologických znaků, což je dáno alopolyploidním původem drobnějších taxonů [Karlík et al. 2010]. Bříza karpatská je stále málo taxonomicky prozkoumaným druhem [Úradníček et al. 2001; Buriánek et al. 2014], což je patrné ze systematického zařazení rozdílnými autory, kdy je bříza karpatská uváděna i jako poddruh břízy pýřité [Rothmaler 2005; Benčať 2006].

Pro potřebu podrobnějšího studia bříz v závislosti na biotopu hovoří také skutečnost, že bříza karpatská patří do skupiny tetraploidních bříz, která zahrnuje více drobných, obtížně rozlišitelných taxonů [Karlík 2010]. Proto není v konkrétních případech jisté, zda rozdíly mezi populacemi jsou důsledkem přirozené variability, nebo se jedná o ekotypy jednoho druhu nebo o samostatné odlišné druhy [Ešnerová 2012]. Předpokládá se, že ve vyšších polohách docházelo v minulosti k hybridizaci mezi břízou pýřitou a severskými břízami, přičemž míra hybridizace na jednotlivých lokalitách je vyjádřena morfologickou proměnlivostí současných populací, zvýrazněnou introgresivní hybridizací většiny populací [Hejný, Slavík 1990 in Kula 2011]

V současné době je již několik let řešena tato problematika na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze ve spolupráci s dalšími pracovišti (zejména Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze a Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze). Projekt je zaměřen na mezioborové studium taxonomie, ekologie a problematiky pěstování tohoto horského reliktního druhu i dalších příbuzných taxonů, zejména břízy pýřité (*Betula pubescens* Ehrh.) a břízy skalní (*Betula „petraea“* sensu Sýkora) [Karlík et al. 2010].

Problematika systematického řazení jednotlivých taxonů rodu *Betula* se v rámci tohoto společného projektu řeší jednak pomocí klasické morfometriky [první výsledky zveřejnila Ešnerová 2012], ale i pomocí morfometriky geometrické [první výsledky uvedl Kuthan 2011, Ešnerová 2013]. Současně s těmito morfometrickými metodami jsou jednotlivé odebrané vzorky podrobovány genetickým analýzám, konkrétně průtokové cytometrii a analýze mikrosatelitních oblastí jaderné DNA s využitím již vyvinutých primerů pro rod bříza, které výrazným

způsobem přispějí k řešení řady sporných otázek [Karlík et al. 2010].

4.1 Klasická morfometrika

Klasická morfometrika se stala standardem vědecké práce pro rozlišení příbuzných druhů rostlin, kdy se využívají kvalitativní morfologické metody, jako je měření délky a šířky listu nebo zjišťování počtu zoubků na listech. Z takto získaných dat se pak vyhodnocují rozdíly pro jednotlivé druhy. [Neustupa 2006]

Pro určení ploidie u rodu *Betula* v Krkonoších navrhla Ešnerová [2012] vzorec: $y = (31*i) - (10*j) + (12*1) - 166$ (kde „i“ je vzdálenost mezi zuby třetí a čtvrté žilky; „j“ šířka listové čepele v horní ¼; „l“ se rovná vzdálenosti prvního zoubku od báze čepele). Kladné hodnoty y znamenají příslušnost k diploidní bříze bělokoré a záporné hodnoty pak příslušnost k tetraploidním zástupcům. Je třeba ale uvést, že funkce byla odvozena pouze na základě analýz z krkonošské populace, a pro další oblasti použití této navržené diskriminační funkce není zcela spolehlivé. To potvrzuje i zjištění [Trpák 2014] v oblasti Jeseníků, kde tato funkce není platná a jako vhodnější se jeví dříve vytvořená funkce, $y = (12*\text{počet zoubků mezi 3. a 4. žilkou}) + (2*j) - (2*1) - 23$, pro určení ploidie Atkinsonem a Codlingem [Atkinson a Codling 1986].

4.2 Geometrická morfometrika

Geometrická morfometrika (obrysová analýza) je založena na vysvětlení rozmanitých tvarů v přírodě pomocí matematických zákonitostí. Proměnlivost velice složitých tvarů lze v rámci jednotlivých skupin a vývojových větví matematicky vyjádřit pomocí transformace souřadnicových mřížek, přičemž jsme schopni mřížky matematicky popsat a vyhodnotit tak charakter morfologické dynamiky zkoumané skupiny. Oproti klasické morfometrice využívá geometrická morfometrika tvar jako celek, přičemž dochází k menším ztrátám informací o tvaru. Zároveň dochází k oddělení informace o velikosti objektu od informace o tvaru, čímž analýza není zatížena rozměrovou chybou. Nespornou výhodou je taktéž nízká časová nenáročnost této metody [Neustupa 2006; Kuthan 2011; Ešnerová 2013].

Existuje předpoklad, že pomocí morfometrických měření bude v budoucnu ve většině případů možné rozlišit diploidní a tetraploidní zástupce rodu bříza, avšak podle současných publikovaných výsledků studií nejsou jednoznačně stanovené determinační znaky, vhodné pro vylišení zejména drobných taxonů břízy v rámci určité ploidie. Proto se další výzkum neobejde bez zahrnutí výsledků genetických analýz.

[Ešnerová 2013].

4.3 Průtoková cytometrie

Průtoková cytometrie (anglicky flow cytometry, FCM) patří mezi moderní molekulárně biologické metody používané v základním i aplikovaném výzkumu v mnoha biologických oborech. Celkový rozsah její aplikace je značně široký a pokrývá např. stanovení obsahu jaderné DNA, určení ploidie, analýzu buněčného cyklu, studium genové exprese, počítání a určení typu krevních buněk atd. [Suda 2005].

Původně byla průtoková cytometrie vyvinuta pro rychlé počítání a analýzu krevních buněk. Od 70. let 20. století zaujala průtoková cytometrie pevné místo v lékařských oborech. Rutinního zapojení FCM v biologii rostlin došlo až o něco později v roce 1983, kdy byla poprvé představena rychlá metoda mechanické izolace jader jednoduchým rozsekáním pletiv v hypotonickém roztoku [Suda 2005].

Název průtoková cytometrie dobře odráží dvě základní charakteristiky metody, a to že veškerá měření se uskutečňují v pohybu a zaznamenávají se vybrané optické vlastnosti jednotlivých částic (např. buněk), z nichž nejčastější bývá intenzita fluorescence [Suda 2005].

Při cytometrické analýze se před zahájením vlastního měření nejprve naváže fluorescenční barvivo (fluorochrom) na dvoušroubovici DNA a po jejím ozáření světlem dané vlnové délky je možné změřit intenzitu fluorescence v průtokovém cytometru. [Suda 2005; Karlík et al. 2010]

Důležité je ovšem používat tzv. interní standardy, což znamená znát u zkoumaného materiálu počet chromozómů a velikost genomu, a to z důvodu správného stanovení stupně ploidie. Na základě poměru intenzity fluorescence objektu a interního standardu tak můžeme usuzovat na vlastnosti neznámého objektu. [Suda & Pyšek 2010 in Karlík et al. 2010]

Velikost genomu může být u blízce si příbuzných taxonů shodná, proto Karlík et al. [2010] doporučuje využít i jinou molekulární metodu.

4.4 Analýza mikrosatelitních oblastí jaderné DNA

Analýza mikrosatelitních oblastí jaderné DNA pro rod bříza se zaměřením na oblast ČR s využitím již vyvinutých primerů zatím nebyla nikde publikována,

ale je jí věnována velká pozornost v rámci probíhajícího společného mezioborového projektu. V současné době je již zahájeno zpracování dat z extrahovaných vzorků DNA na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze [ústní sdělení Kuneš 2014].

5. Pěstování PND s důrazem na břízu

Bříza je dřevinou, která byla v minulosti hojně využita k zakládání porostů náhradních dřevin již od počátku imisní kalamity, především v oblasti Krušných hor. V současné době se na našem území nachází na redukované porostní ploše cca 12,5 tis. ha. Ve srovnání s jehličnany má nízkou hospodářskou hodnotu, avšak byl potvrzen příznivý vliv břízy jako meliorační a porostotvorné dřeviny [Podrázský 1996; Podrázský, Remeš, Ulbrichová 2003 in Podrázský, Ulbrichová 2005]. Podrázský a Ulbrichová [2005] doporučují co nejvíce využít melioračního působení břízy na půdu i prostředí a využít její přípravné porosty k podsadbám cílovou dřevinou.

Pěstební zásady v porostech náhradních dřevin byly navrženy a zpracovány v přehledné a srozumitelné metodice Slodičákem a Novákem [2008]. Jsou zaměřeny především na zachování a zlepšení mimoprodukčních funkcí a na zvýšení stability stávajících porostů. Pěstební zásahy ve všech typech PND doporučují provádět takovým způsobem, aby nedocházelo k celoplošnému prořezávání porostů a tím i ke snižování jejich funkčnosti. Důležité je taktéž podtrhnout, že pěstební zásahy jsou diferencovány dle podílu zastoupení břízy v jednotlivých porostech, přičemž je důležitý i současný zdravotní stav a míra depozice škodlivin.

Po rozčlenění rozsáhlejších porostů na pracovní pole se doporučuje provádět včasné úrovňové zásahy s pozitivním výběrem, při nichž je péče zaměřena na určitý počet nejvitálnějších, případně nejkvalitnějších jedinců. Úrovňové a podúrovňové stromy, které neomezují růst vybraných jedinců, se ponechávají a vytvářejí potřebné porostní klima. Současně dochází k podpoře všech přimíšených cenných dřevin, popřípadě se přistupuje k podsadbám buku lesního a jedle bělokoré. [Slodičák 2008]

Stávající porosty náhradních dřevin, především ty, které jsou tvořeny břízou, lze využít při zakládání nových porostů, kde kromě smrku bude rovněž zastoupen buk, jedle a další dřeviny. Tyto dřeviny jsou více či méně citlivé vůči ohrožení pozdními mrazy, proto na méně příznivých stanovištích a vyžadují určitou míru stínění (resp. ekologického krytu). Výsadby buku a jedle se provádějí do prořezaných porostů břízy. Clona se ponechává nejméně do doby zajištění kultur. Po zajištění kultur se krycí porost břízy odtěží. Smrkové porosty se zakládají pod clonu břízy ponechané na ploše nebo se využívá stromů rostoucích na valech. V rozsáhlých komplexech břízy

na území Krušných hor se využívá násečného způsobu hospodaření, čímž je zajištěno stínění nového porostu z boku stojícím porostem a vzniklé holiny jsou zalesněny převážně smrkem ztepilým. [Plíva 1989;Slodičák 2008; Poleno 2009]



Obr. č. 2: Příklad porostu náhradních dřevin s nevhodnou proveniencí břízy (foto Stacho 2010 – Krušné hory LS Blatná)

6. Vápnění na území ČR

Jako prostředek chemické meliorace lesních půd bylo využíváno v hojné míře vápnění lesních porostů. Původně bylo využíváno pro zvýšení produkce, zejména na chudých a kyselých stanovištích borového hospodářství. V největším rozsahu bylo vápnění v České republice prováděno v sedmdesátých a osmdesátých letech dvacátého století v horských imisních oblastech. V období 1978–1991 bylo povápněno 62 tis. ha lesa v oblasti Krušných hor, v Jizerských horách 8 tis. ha, v Krkonoších 7,5 tis. ha, v Orlických horách 2,8 tis. ha. V těchto letech bylo vápnění zaměřeno na zabránění degradace půdního prostředí imisní zátěží, přičemž cílem bylo zvýšení pH humusu a minerální půdy spojené s doplněním vyplavovaných bazických prvků, zvýšení přístupnosti živin a snížení mobility těžkých kovů v půdním profilu. [Šrámek et al. 2003]

Praktické zastavení projektů vápnění bylo vyvoláno situací snížení produkce oxidu siřičitého a dusíku od 90. let 20. století. V roce 1999 se začalo projevovat v oblasti západního Krušnohoří rozsáhlé žloutnutí smrkových porostů, kde byl jako hlavní příčina prokázán závažný nedostatek hořčíku na chudých půdách ovlivněných dlouhodobým působením kyselých antropogenních depozic. Problémy byly zjištěny rovněž u výživy vápníkem a zinkem, v některých případech i deficitu fosforu. Tento stav deficitu živin v dřevinách se odrážel ze stavu půd, které jsou v této oblasti velmi silně kyselé s velmi nízkými obsahy hořčíku a vápníku. V některých porostech docházelo k silnému poškození až odumírání části stromů vedoucí k snížení stability porostů [Šrámek et al. 2003; Hruška et al. 2009].

Na zhoršující se zdravotní stav reagovala v květnu 2000 vláda ČR, která uložila zajištění vápnění a hnojení v lesích Krušných a Orlických hor pro roky 2000 – 2004. Primárním cílem vápnění bylo dodání deficitního hořčíku do lesních ekosystémů. Z tohoto důvodu byl využit vápnitý dolomit s vysokým obsahem hořčíku (MgCO_3 36,5 %), aplikovaný především letecky v dávkách 3 t/ha. Bylo využito i hnojiva Silvamix Mg v oblastech s potřebou dalších živin, kromě vápníku a hořčíku. [Šrámek et al. 2003]. Vápnění proběhlo i v oblasti Jizerských hor na ploše cca 1600 ha v roce 2003 a 2004 kvůli nárůstu žloutnutí smrkových porostů [VÚLHM 2014[online]].

7. Systém prosadbových a podsadbových center

V roce 2011 byla vydána certifikovaná metodika, na které spolupracovala Česká zemědělská univerzita v Praze spolu s Výzkumnou stanicí Opočno při VÚLHM, popisující postup obohacování jehličnatých monokulturních porostů o listnatou příměs, případně jedlí. Metodika byla od roku 2005 experimentálně testována, přičemž se následně od roku 2007 přešlo na poloprovozní ověřování v oblasti vyšších poloh Jizerských hor. Cílem metodiky bylo navrhnout technologický postup pro věkovou a strukturní diverzifikaci smrkových porostů spojený s využitím poloodrostků a odrostků nové generace [Kuneš et al. 2011].

Při zakládání v 8. a 9. lesním vegetačním stupni se počítá mimo jiné i s pionýrskými dřevinami jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) a břízou karpatskou (*Betula carpatica* Waldst Koch.).

Způsob vnášení listnáčů do porostů je založen na podobných principech, jaké doporučoval například Pelc [1999] in [Kuneš et al. 2011] při obnově lesních porostů na imisních holinách. Příměs se nevnáší do porostů plošně, ale je zájem vytvořit navzájem propojenou síť center. Důvodem tvorby této sítě a center je zvýšit celkovou efektivnost péče o listnaté dřeviny a zajištění jejich ochrany proti zvěři.

Základním prvkem zakládané sítě, jsou prosadbová a podsadbová centra (dále jen PCC), která jsou východisky prostorové a druhové diverzifikace jehličnatých lesních porostů listnatou příměsí, popř. jedlí. Sestávají z výsadeb umístěných do oplocenky, která dále bývá obklopena vnějším lemlem prosadeb nebo podsadeb s individuální ochranou proti zvěři, převážně typu plastových tubusů. Lemy a rovněž propojovací koridory jsou zakládány především v pozdější fázi diverzifikace a umožňují propojení jednotlivých PPC kolem komunikací, případně průseků [Kuneš et al. 2011].

Při zakládání PPC je nezbytné určit k založení vhodné stanoviště, při jehož výběru se sleduje především ekologická potřeba spolu s technologií výsadby. Tzv. ekologická potřeba vyplývá ze současného stavu a složení okolních porostů. Zakládání PPC je žádoucí převážně u velkých ploch druhově a strukturně homogenních jehličnatých porostů (popř. porostů nepůvodních dřevin), zvláště jednají-li se o porosty ve špatném zdravotním stavu. Nedoporučuje se však zakládat PPC za každou cenu na extrémních stanovištích [Kuneš et al. 2011].

Všechny doposud založené a sledované výsadby (v různých částech Jizerských hor – Střední Jizerský hřeben, údolí Jizerky) vykazují relativně nízkou celkovou mortalitu ve srovnání se zalesňovacími ztrátami, které v zájmovém území dosahovaly až 59 % (období 1983–1992).

Cena odrostků se pohybuje v současné době v relaci 25–45 Kč (včetně DPH) [lesní školka Pavel Burda 2015[online]]. Náklady na ochranu stromku individuální ochranou cca 100 Kč. Výkon jedné osoby odpovídá přibližně 9 vysazeným stromkům se stabilizací za hodinu práce (Za den 45 stromků/5 hod.). Tomuto výkonu odpovídá výše mzdových nákladů 27 Kč na výsadbu jednoho stromku (při 150 Kč/hod. včetně odvodů a daní) [Kuneš et al. 2011]. Celkové náklady na výsadbu 1 stromku tak vychází v rozmezí 150–170 Kč s DPH.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8. Materiál a metodika

8.1 Úvod do metodiky

Předkládaná diplomová práce navazuje na autorovu předešlou bakalářskou práci a klade si za cíl vyhodnotit odrůstání výsadby břízy karpatské (*Betula carpatica* Waldst. Koch) v Jizerských horách na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“. Tato diplomová práce je dále rozšířena o komparaci vývoje odrůstání kultury s meteorologickými daty získanými opakovaným měřením na zkoumané ploše. Část je věnována chemickému stavu půdy na stanovišti. Stav výsadeb břízy karpatské je posuzován i z pohledu použití chemických analýz asimilačních orgánů. Materiál na analýzy byl pravidelně odebírán a vyhodnocován v rámci jednotlivých variant sadebního materiálu a způsobu přihnojení. Na závěr je uvedeno vyhodnocení morfometrického měření asimilačních orgánů odebraných ze zájmové zkusné plochy.

8.2 Výzkumná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“

Výzkumná plocha se nalézá u severovýchodního okraje obce Jizerka (viz příloha obr. č. 10) v Jizerských horách, přesněji v údolí mezi Středním Jizerským hřebenem a kopcem Bukovec v nadmořské výšce přibližně 855 m n.m.. Toto území spadá do PLO 21 – Jizerské hory a Ještěd, pásma ohrožení imisemi B, LVS 8, typologické řady K a částečně G. Tudiž zkusná plocha spadá do HS 73 (hospodářství kyselých stanovišť horských poloh) a HS 79 (hospodářství podmáčených stanovišť horských poloh). Dle Quitta (1971) se jedná o chladnou oblast (CH 7).

Kultura břízy, která je objektem zkoumání, je umístěna v samostatné oplocence přibližně o rozměrech 60 x 80 m (viz příloha obr. č. 4 – 5, obr. č. 10). Výsadba zde probíhala ve dvou etapách, kdy první část výsadeb byla realizována na podzim roku 2008 s použitím standardního typu sadebního materiálu a poloodrostků. Druhá etapa byla provedena o rok později, tj. na podzim roku 2009, kdy bylo použito k výsadbě typu sadebního materiálu odrostků. Obě výsadby proběhly jamkovou výsadbou (jamka o rozměru 30 x 30 x 30 cm), přičemž kůly pro stabilizaci se vkládaly do jamky dříve než stromek, aby se předešlo poškození kořenového systému.

8.2.1 Použitý sadební materiál

Všechny sadební materiál byl vypěstován z osiva jizerskohorské proveniencí sbíraného v roce 2006. Jednalo se přesněji o osivo s označením CZ-1-1-BRC-2059-21-8-L. Tento sadební materiál byl dodán dvěma lesními školkami, a to lesní školkou Suchopýr, o. p. s., a Lesními školkami Pavel Burda.

8.2.1.1 Standardní sadební materiál

Standardní sadební materiál dodaný lesní školkou Suchopýr o.p.s. byl typu krytokořenných dvouletých sazenic, pěstovaných v sadbovačích BBC typu Plantec podle pěstební vzorce 1+k1. Výška sazenic se pohybovala v rozmezí 25–40 cm s minimální tloušťkou kořenového krčku 4 mm. Sadební materiál měl zhoršenou kvalitu a jevil známky poškození houbovým patogenem.

Celkem bylo vysázeno pouze 756 ks vyselektovaných vitálnějších sazenic. Veškerý tento sadební materiál vykázal téměř 100 % mortalitu již během prvního roku po výsadbě, nejspíše vlivem houbového patogenu, a dále již nebude zahrnut do výsledků.

8.2.1.2 Poloodrostky

Tento sadební materiál, dodaný Lesními školkami Pavel Burda, byl prostokořenný, vypěstovaný dle pěstební vzorce 1+0,5-0,5. Technicky je v této práci označován jako poloodrostky, avšak svými parametry tvořil směs poloodrostků a menších odrostků.

Poloodrostky byly rozděleny do dvou výškových tříd, a to s výškou 80–120 cm a s minimální tloušťkou kořenového krčku 8 mm v první výškové třídě. Dále pak do druhé výškové třídy byly zahrnuty poloodrostky s výškou 120–150 cm a s minimální tloušťkou kořenového krčku 10 mm.

Výsadba tohoto vyspělého sadebního materiálu proběhla dříve než bylo plánováno z důvodu nedodání projektovaného množství sazenic školkou Suchopýr o.p.s. Celkem bylo vysázeno 840 ks prostokořenných poloodrostků. Z toho 440 ks připadlo na první (nižší) a 400 ks na druhou (vyšší) výškovou třídu.

8.2.1.3 Odrostky

Jednalo se opět o prostokořenný sadební materiál dodaný Lesními školkami Pavel Burda s výškou v rozmezí 120–180 cm s minimální tloušťkou kořenového krčku 12 mm. Odrostky byly vypěstovány dle pěstební vzorce 1+0,5-0,5+1.

Celkem bylo vysázeno 315 odrostků.

Tab. č. 1: Přehled variant sadebního materiálu a způsobu přihnojení břízy na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“.

ID	Typ sadebního materiálu	Přihnojení	Zkratka varianty	Rok výsadby	Poznámka
0	Standardní sadební materiál	-	-	2008	Téměř 100 % mortalita
1	Poloodrostky	Kontrola	KM	2009	Výška 80–120 cm
2	Poloodrostky	kontrola	KM	2009	Výška 120–150 cm
3	Poloodrostky	Silvarmix Forte	S	2009	
4	Poloodrostky	Silvamix Forte + Fosmag MK	S + F	2009	
5	Odrostky	Kontrola	K	2010	Výška 120–180 cm
6	Odrostky	Fosmag MK	F	2010	

8.2.2 Provedení vlastní výsadba na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“

Jak již bylo zmíněno výše, byla výsadba provedena ve dvou etapách, přičemž byly obě provedeny na podzim. První etapa výsadby proběhla na zkusné ploše v roce 2008, v termínu od 23. 10. do 5. 11. Při výsadbě se dodržovalo plánované uspořádání (viz příloha obr. č. 3), při němž se měly jednotlivé varianty sadebního materiálu střídat v řadách. Poloodrostky byly stabilizovány pomocí smrkových kůlů o rozměru 3x 3x 100 cm.

Druhá etapa výsadby byla provedena v roce 2009, přesněji v termínu 17. – 20. 11. Vzhledem k vysoké mortalitě standardního sadebního materiálu, vysazeného předešlý rok, byla výsadba provedena doprostřed pásu tvořeného v původně plánovaném rozvržení sousedními řadami „standardní sadební materiál“ a řadou „místo pro výsadbu odrostků“. Odrostky byly stabilizovány pomocí smrkových kůlů

4 x 4 x 180 cm

8.2.3 Použití hnojiva

Pro účely výzkumu, především vlivu přihnojení dusíkem, hořčíkem a fosforem na odrůstání břízy, potažmo jednotlivých variant sadebního materiálu, bylo vždy na jaře (přibližně v půli května) následného roku po výsadbě provedeno přihnojení. Vliv přihnojení byl zkoumán u břízy, jakožto acidofilní rostliny, především z důvodu zjištění vhodnosti leteckého vápnění, které bylo v hojné míře po imisní kalamitě prováděno jak na území Jizerských hor, tak i hor Krušných. Pro přihnojení byly zvoleny dva typy hnojiva, a to Fosmag MK a Silvamix Forte.

Fosmag MK je šedé granulované hnojivo s obsahem 24 % fosforu a 2 % hořčíku. V hnojivu je vedle sebe přítomná v roztoku kyseliny citrónové rozpustná složka tvořící přibližně 40 % celkového obsahu fosforu a okamžitě přijatelná vodorozpustná forma fosforu tvořící cca 20 % celkového fosforu pocházejícího ze superfosfátu a dále pak zásobní fosfor, jehož zdrojem je mikromletý apatit.

Silvamix Forte, tj. hnojivo NPK (MgO) s obsahem dusíku 17,5 %, fosforu 17,5 % a draslíku 10,5 % a s 9 % obsahem MgO. Podíl pomalu rozpustného dusíku v celkovém dusíku obsaženém v hnojivu je 60 %. Hnojivo bylo aplikováno ve formě 10g tablet.

Přihnojení lze rozdělit do čtyř skupin (Tab. č. 1):

1. Kontrola (dále jako varianta k)
 - tj. bez přihnojení, použito u všech variant sadebního materiálu.
2. Silvamix Forte (dále jako varianta S)
 - byl aplikován do vrcholů rovnostranného trojúhelníku ve vzdálenosti 20–30 cm od kmínku a do hloubky 5–10 cm v množství 3 ks 10g tablet Silvamix Forte. Hnojivo bylo použito pouze pro poloodrostky.
3. Silvamix Forte spolu s hnojivem Fosmag MK (dále jako varianta S+F)
 - aplikace u Silvamix Forte proběhla obdobně jako u předešlé varianty, ovšem hnojivo Fosmag MK bylo aplikováno v kruzích o průměru přibližně 50 cm kolem jednotlivých stromků v dávce 30 g na stromek bez zapracování do půdy. Tato varianta byla užitá pouze u poloodrostků.

4. Fosmag MK (dále jako varianta F)

- bylo opět aplikováno v kruzích o průměru přibližně 50 cm v množství 50 g granulovaného hnojiva bez zapracování do půdy. Celkem bylo užito u 144 odrostků.

8.3 Získávání dat v terénu

8.3.1 Opakovaná měření přírůstu kultury

Každý jedinec břízy karpatské byl na zkusné ploše označen jedinečným kódem, který sestával z římské číslice udávající řadu a dále arabské číslice označující pořadové číslo stromku v řadě (viz příloha obr. č. 7). Jednotlivé řady zde tvořily varianty představující typ sadebního materiálu a způsob přihnojení. Jestliže došlo k odumření nebo nenalezení jedince, byl jedinec dále veden pod stejným kódem, ovšem jako „suchý“, „nenalezený“.

Výška jedinců (viz příloha obr. č. 8) byla zjišťována s přesností na centimetry a to od kořenového krčku až po nejvyšší vrchol. První měření výšky proběhlo na jaře roku následujícího po výsadbě, ostatní měření pak vždy na podzim na konci vegetační sezóny po ukončení výškového přírůstu.

Spolu s měřením výšky probíhalo měření tloušťky, a to s přesností na milimetry, ve výšce kořenového krčku. Dále se zaznamenal případný typ poškození, popř. další shledané skutečnosti (např. okus, mortalita, napadení hmyzími škůdci apod.).

8.3.2 Zjišťování teplotních poměrů na stanovišti

Teplotní poměry na zkusné ploše byly zkoumány pomocí datalogeru (Comet S0141) – instalovaného na lokalitu 21. 8. 2009 - který zaznamenával hodnoty teploty v intervalu každé hodiny. Čidla datalogeru byla umístěna ve čtyřech výškách k rovině terénu, a to v –10 cm, 30 cm, 200 cm na volné ploše a 200 m v koruně smrku. Získané údaje z měření byly vyhodnoceny a programu Microsoft Office Excel 2013.

8.3.3 Zjišťování půdních poměrů

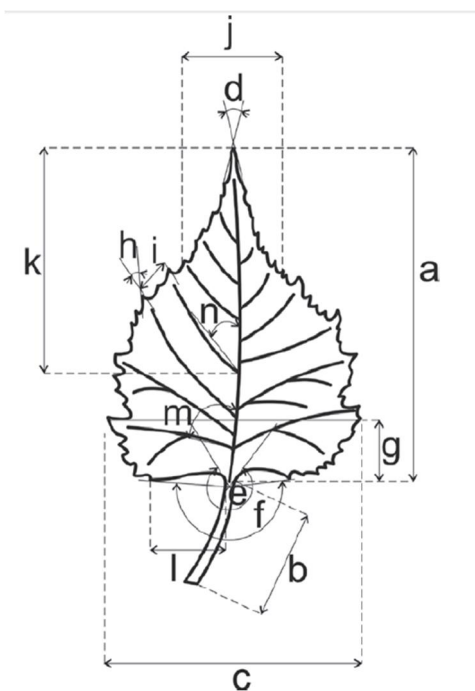
Na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“ byl sondýrkou ze tří míst odebrán vzorek půdy do hloubky 20 cm, přičemž byl zjišťován sled půdních horizontů a zároveň odebírán směsný vzorek pro chemickou analýzu humusové a minerální vrstvy půdy.

Směsný vzorek byl zaslán do Laboratoře Tomáš, se sídlem ve VÚLHM VS Opočno.

8.3.4 Morfometrická měření

Na zkusné ploše proběhl v létě 2012 sběr materiálu k zjištění a vyhodnocení parametrů listů pomocí tradiční morfometrie. Vzorky byly odebrány z jedinců s označením XVI-8, XXI-12, XXI-15, XL-36. Z každého zkoumaného jedince byly odebrány 2 větvičky, přičemž se měřily vždy 2 listy na každé větvičce (tj. celkem 4 listy na jednoho jedince).

Bylo sledováno 22 znaků primárních a 8 poměrových. Veličiny vzdáleností byly měřeny pomocí pravítka s přesností 1 mm. Úhly byly měřeny pomocí úhloměru s přesností na 1° (viz obr. č. 3, tab. č. 2).



Obr. č.3 : Grafické znázornění vybraných morfologických znaků (a–n) [Ešnerová et al. 2012]

Výstupní hodnotou pro statistické vyhodnocování byl pak aritmetický průměr 4 měření z každého z jedinců. Chlupatost byla zjišťována pod lupou.

Metodika měření byla převzata z článku Ing. Ešnerové [Ešnerová et al. 2012], která vycházela z výstupů publikovaných ostatními autory, jež se zabývali problematikou rodu bříza.

Tab. č. 2: Popis sledovaných morfologických znaků na listech [Ešnerová et al. 2012]

Znak	Popis znaku	Kód znaku v obr. č. 2
délka listové čepele	vzdálenost báze od špičky, měřeno po hlavní žilce	a
délka řapíku		b
šířka listové čepele	šířka čepele v nejširším místě (kolmo na hlavní žilku)	c
úhel špičky listové čepele	vnitřní úhel špičky	d
úhel nasazení listové čepele	vnější úhel, kterým nasedá báze listové čepele k řapíku	e
úhel báze listu	vnější úhel tvořený spojnicí bodů mezi bodem nasedání čepele k řapíku a 1. zoubkem listové čepele	f
vzdálenost nejširšího místa čepele od báze		g
úhel vroubení listu	úhel vroubení listu u 3. žilky od báze čepele	h
vzdálenost mezi žilkami	vzdálenost mezi zuby třetí a čtvrté žilky od báze čepele	i
šířka listové čepele v horní 1/4		j
vzdálenost 4 žilky od špičky čepele		k
vzdálenost prvního zoubku od báze čepele	vzdálenost určena počátkem řapíku a vrcholem 1. zoubku čepele	l
úhel 1. žilky	úhel, který svírá spojnice mezi počátkem a koncem 1. žilky (od báze) s hlavní středovou žilkou	m
úhel 4. žilky	úhel, který svírá spojnice mezi počátkem a koncem 4. žilky (od báze) s hlavní středovou žilkou	n
počet zubů mezi 3. a 4. žilkou		
počet postranních žilek		

poměr mezi délkou čepele a řapíku	poměr znaků a/b	
poměr mezi délkou čepele a šířkou čepele	poměr znaků a/c	
poměr délky čepele a vzdálenosti k prvnímu zoubku	poměr znaků a/f	
vzdálenost z úžlabí 4. žilky ke špičce čepele k délce čepele	poměr znaků k/a	
vzdálenost nejširší části čepele k délce čepele	poměr znaků g/a	
poměr úhlu 4. žilky k úhlu 1. žilky	poměr znaků n/m	
poměr úhlu nasazení báze čepele k úhlu báze	poměr znaků e/f	
Atkinson – hodnota diskriminační funkce dle Atkinson, Codling (1986)	$y = (12 * \text{„počet zubů mezi 3. a 4. žilkou“}) + (2 * k) - (2 * j) - 23$	
Atkinson – vzorec upraven pro Krkonoše Ešnerovou a kol. (2012)	$y = (31 * i) - (10 * j) + (12 * k) - 166$	

8.3.5 Materiál pro chemické analýzy

Od založení pokusu byl každoročně odebírán směsný vzorek asimilačních orgánů pro chemické analýzy. Jeden směsný vzorek tvořila vždy směs listů odebraných z jednotlivých stromků v příslušné řadě označené římskou číslicí.

V laboratoři Tomáš v Opočně se stanovil obsah minerálních živin v biomase listů metodou mineralizace sušiny koncentrovanou kyselinou sírovou (H₂SO₄). Ze zmineralizované sušiny se určí množství dusíku dle Kjeldahla, fosforu spektrofotometrickou metodou a draslík, hořčík, vápník se analyzuje na atomovém absorpčním spektrofotometru.

9. Výsledky a diskuze

9.1 Stav půdy

Pomocí půdní sondýrky bylo zjištěno, že na lokalitě se vyskytuje půdní typ glej, jenž na části zkusné plochy přechází v rašelinný glej až organozem. Část s mokrým rašelinovým horizontem nebyla brána v případě odebrání směšného vzorku pro laboratorní zhodnocení na zřetel, neboť na této části zkusné plochy došlo k odumření jedinců břízy karpatské (postižené řady XXX–XXXVII).

Obsah živin je uveden v tabulce č. 3. Za povšimnutí stojí aktivní půdní kyselost (pH), řadící půdu do kategorie středně–silně kyselá [vyhl. 275/1998 Sb.; Klimo 1992, doplněno]. V rámci ČR je však kyselý charakter lesní půdy převládající, s výskytem na 89,7 % lokalit dle průzkumu národní inventarizace lesů [2004]. Zvýšená kyselost půdy zde může být z části způsobena mateční horninou (biotická žula) chudou na Ca a Mg.

Půda vykazuje celkově nízký obsah vápníku, draslíku, hořčíku a přístupného fosforu v porovnání s kritérii pro hodnocení výsledků chemických rozborů zemědělských půd uvedených v příloze č. 5 vyhlášky č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Vyšší (více než dvojnásobný) obsah vápníku, draslíku a hořčíku v humusovém horizontu (0–10 cm) poukazuje na přihnojení, a má vliv na drobný rozdíl (0,1) pH půdy v případě zjišťování s pomocí CaCl_2 .

Nízké koncentrace bazických kationtů ($\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K}$) a hliníku v půdním roztoku minerálního horizontu (10–20 cm) v současnosti vykazují molární poměr pouze 0,32. U takto vysokých koncentrací hliníku, resp. nízkého obsahu bazických kationtů, může docházet k fytotoxickému působení na kořenový systém, kdy ionty hliníku mohou vytlačit bazické kationty v buněčné membráně kořenů. Naruší tím iontovou rovnováhu vedoucí k odumírání jemných kořenů, projevující se dále omezením růstu kořenů v tomto prostoru. V důsledku tohoto negativního působení Al na kořenový systém se zhorší celkový příjem vody, živin a sníží se celková stabilita a odolnost jedinců, resp. celých porostů vůči klimatickým poměrům (vítr, sucho, mráz a další vlivy).

Poměr C/N (15–16) je v oblasti nízké hodnoty tohoto parametru, což indikuje příznivé poměry pro rozklad humusové formy. Výměnná acidita půdy je střední.

Tab. č. 3: Výsledky z laboratorní analýzy půdy na stanovišti „oplocenka U panelové cesty II“.

Horizont		Vým. Acid.	pH - H ₂ O	pH - CaCl ₂	C tot	N tot	S tot	P příst.	Al	Ca	K	Mg
CM		Mmol /100g	(-)	(-)	Mg/ 100 Mg			Mg/ Kg				
0-10	Průměr	5,15	4,6	3,74	6,22	0,385	463	5,68	367	152	77	97
	σ	1,1	0,08	0,09	2,32	0,138	188	1,19	86	76	29	52
11-20	Průměr	5,29	4,59	3,85	4,18	0,265	300	6,09	406	62	32	36
	σ	0,67	0,02	0,07	0,9	0,073	101	1,31	67	17	17	10

9.2 Vývoj teploty

Průběh průměrných denních teplot v rámci doby sledování v letech 2009–2012 je znázorněn v grafech 10–13 (viz příloha) pro jednotlivá čidla Datalogeru. Měření průměrných denních teplot v rámci roku pro výšku čidla 200 cm (v koruně stromu) není kontinuální z důvodu technických potíží s čidlem. Čidlo bylo instalováno 12.5.2010, avšak od 16.4.2011 do 29.5.2012 vykazovalo chybu v měření odhadem o více než 3 °C; toto období není zahrnuto v grafech č. 10–13.

Ve výšce 200 cm na volné ploše se průměrná roční teplota pohybuje v rozmezí 4–5 °C, s maximem 30,7 °C (11. 7. 2010 – 15:00) a minimem -34,2 °C (3. 2. 2012 – 7:00). Naměřená data neodpovídají měření uváděná Slodičákem et al. [2009], který prokázal výraznou teplotní inverzi mezi údolím Jizerky (3,1 °C) a Středním Jizerským hřebenem (4,9 °C).

Ve výšce 30 cm se průměrná roční teplota pohybuje v rozmezí 5–6 °C, s maximem 35,6 °C (12. 7. 2010 – 13:00) a minimem -29,2 °C (27. 1. 2010 – 8:00).

V půdě, -10 cm pod povrchem, se průměrná roční teplota pohybuje v rozmezí 6,5–6,9 °C, s maximem 17,5 °C (17. 7. 2010 – 17:00) a minimem neklesajícím pod bod mrazu. Nejnižší teplota byla naměřena 0,1 °C (27. 3. 2010 – 18:00).

V rámci sledovaného období byly zaznamenány dvě mrazové epizody, kdy teploty klesly pod bod mrazu v délce trvání více než 3 hodin ve vegetačním období. První mrazová epizoda byla zaznamenána ze 7. na 8. července roku 2010. Teplota klesla pod 0°C s délkou trvání 6 hodin (minimum -2 °C). Druhá mrazová epizoda byla zaznamenána z 3. na 4. května 2011, kdy teplota klesla na -12,5 °C

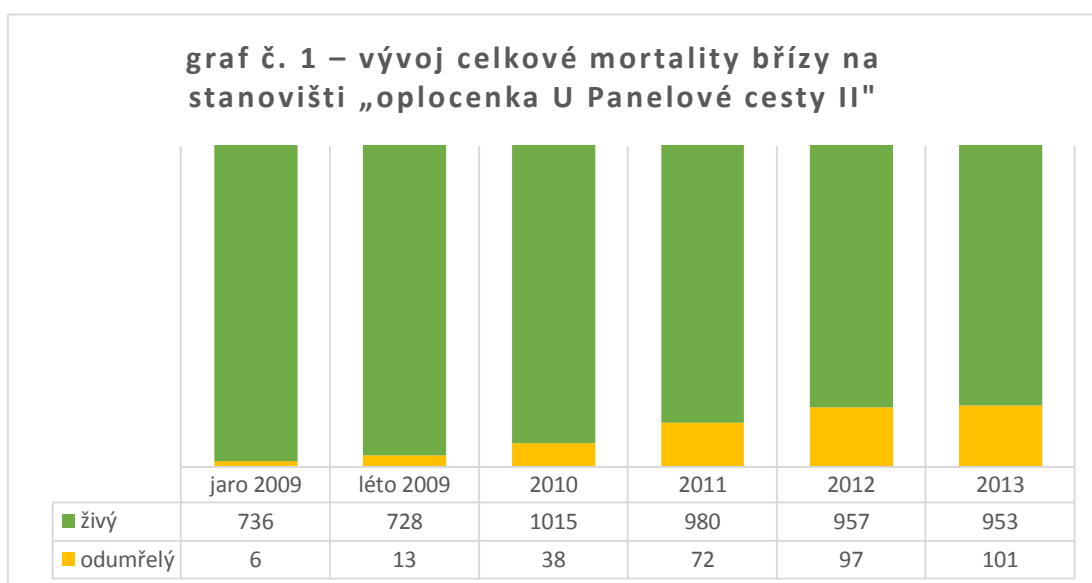
ve výšce 200 cm na volné ploše (měřeno v 6:00) a na -13,1 °C ve výšce 30 cm nad zemí. Celková délka trvání mrazové epizody byla 14 hodin. Tato druhá mrazová epizoda je dobře patrná z grafu č. 12 (viz příloha).

Tyto mrazové epizody byly popsány již v článku od autorů Gallo et al. [2014], přičemž nejnižších teplot bylo dosaženo právě na zkusné ploše „oplocenka U panelové cesty II“ v rámci sledování teploty v Jizerských horách.

Poškození pozdními mrazy na zkusné ploše „oplocenka U Panelové cesty II“ nebylo autorem hodnoceno.

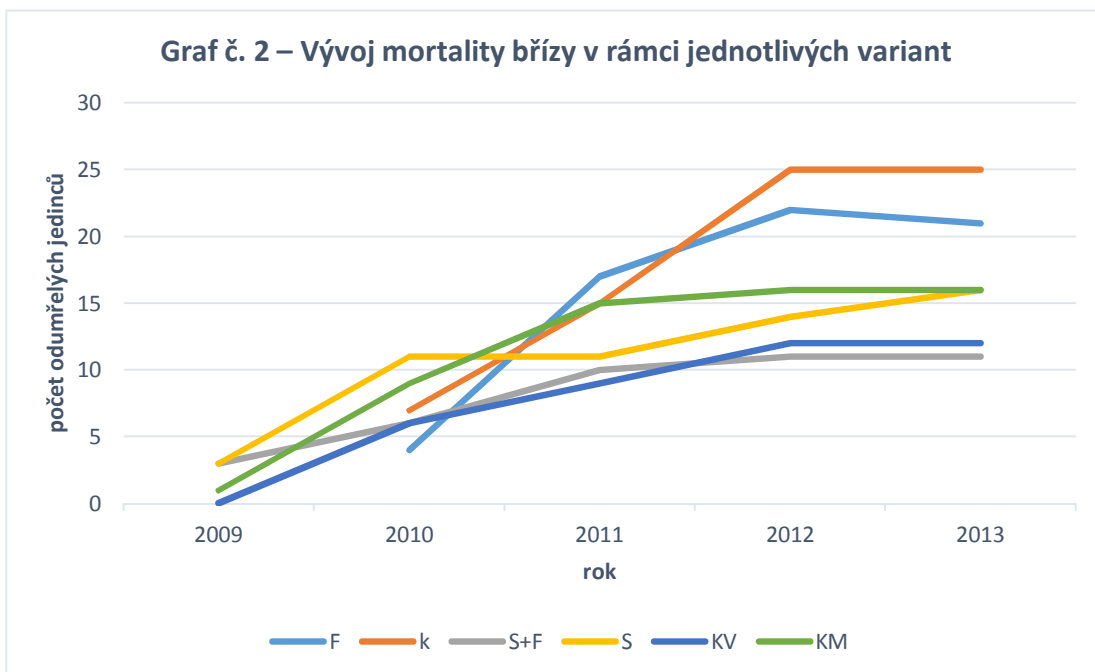
9.3 Míra mortality

Vývoj mortality výsadby z pohledu jednotlivých variant, ale i jako celku, poukazuje na vysokou odolnost a ujímavost břízy karpatské i v této klimaticky extrémní lokalitě. Za sledované období 2009–2013 byla celková výše mortality pouze 9,6 % (tj. odumřelo 101 jedinců). Nejvyšší nárůst mortality byl v 2., resp. 3. roce po výsadbě, kdy se nárůst odumřelých jedinců břízy zdvojnásobil (viz graf č. 1–2).



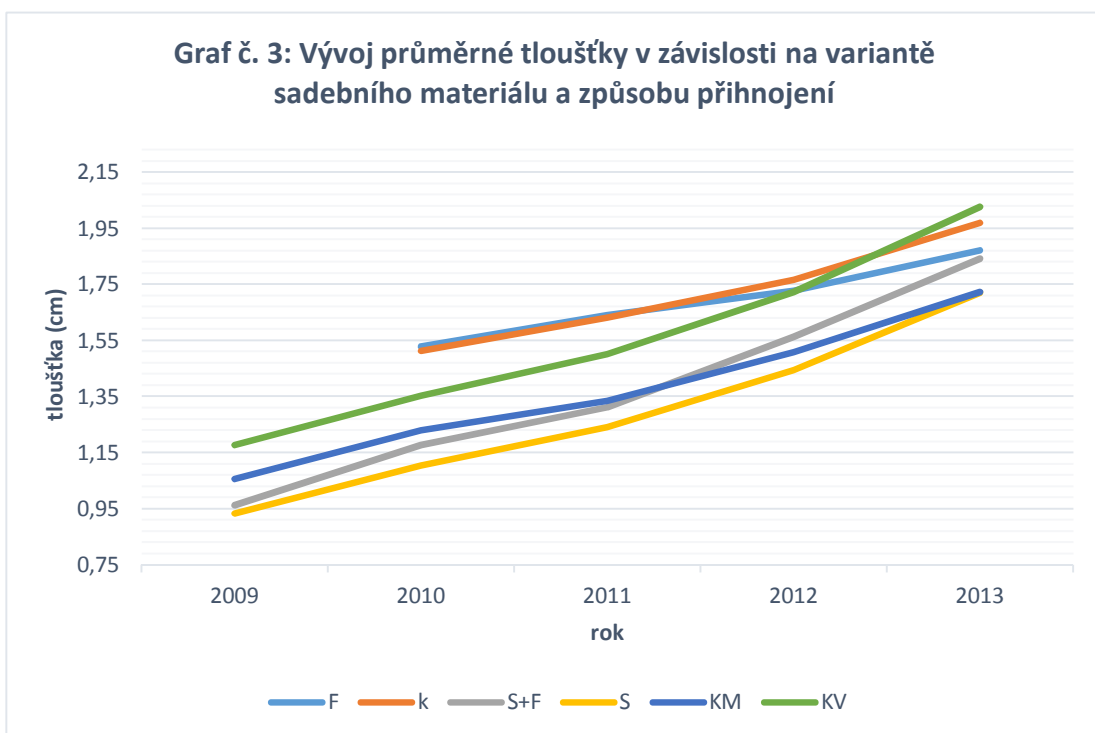
Na mortalitě se v určité míře podílely i různé typy poškození, popř. jí předcházejí známky oslabení jednotlivých jedinců (především projevy schnutí, výskyt biotických škůdců). Na celkové mortalitě se nepatrně podílelo i nedohledání stromků (3 ks). Zásadní vliv na mortalitu (30 %) měly mikrostanovištní podmínky, kdy došlo k odumření jedinců v zamokřené části zkusné plochy (postižené řady XXX–XXXVII).

Oproti poloodrostkům je vyšší odumírání jedinců zaznamenáno u odrostků (až o 40% vyšší) v prvním roce od výsadby (viz graf č. 2). Přihnojení břízy nemělo zásadní vliv na výši mortality.



9.4 Vývoj tloušťkového přírůstu

Porovnání průměrných ročních přírůstů, zvláště pro jednotlivé varianty, je v případě tloušťky znázorněno grafem č. 3. Za sledované období 2009–2013 lze pozorovat setrvalý stav zvyšování průměrné tloušťky v rámci jednotlivých variant, avšak významný rozdíl mezi variantami není patrný.



Celkový průměrný tloušťkový přírůst poloodrostků se za sledované období zvýšil v rozmezí o 0,7–0,9 cm, u odrostků pak o 0,5–0,6 mm.

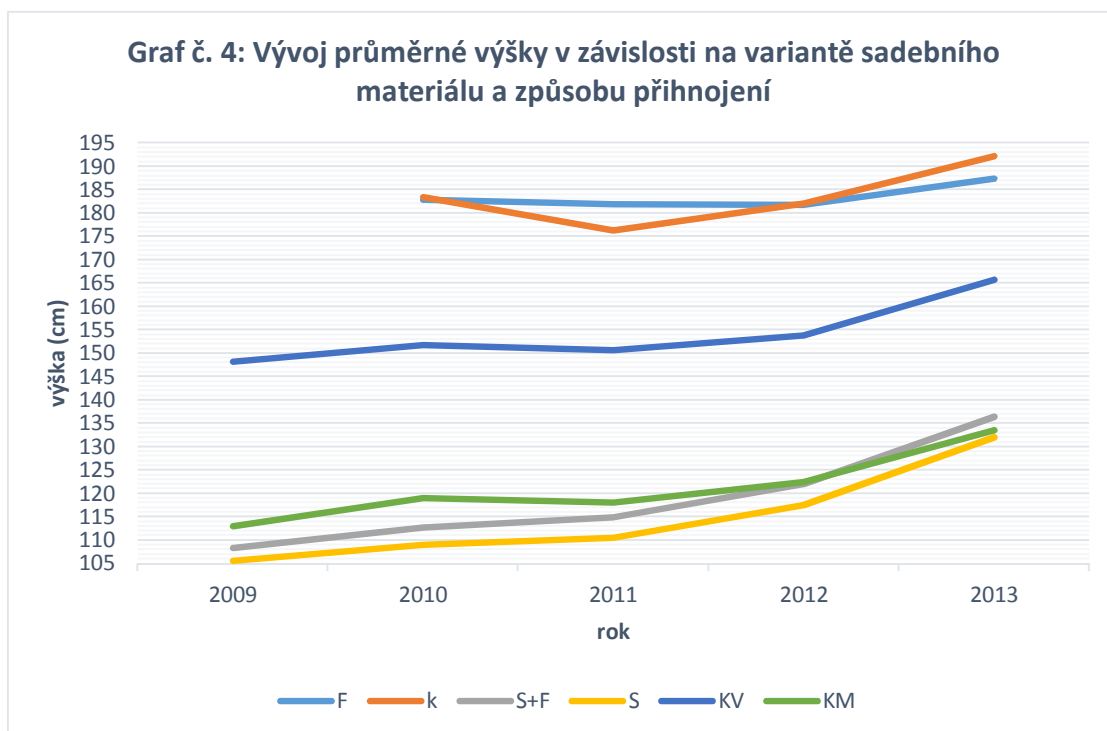
Ve druhém roce po výsadbě materiálu poloodrostků došlo k mírnému snížení intenzity růstu tloušťky, to mohlo být nejspíše způsobeno šokem z přesazení, kdy v prvním roce po výsadbě měly sazenice dostatek zásobních látek z lesní školky, popř. z části mohla být způsobena výskytem mrazové epizody. V případě odrostků snížení intenzity přírůstu pozorováno nebylo.

9.5 Vývoj výškového přírůstu

Za sledované období 2009–2013 bylo sledováno snížení průměrné výšky v rámci jednotlivých variant v druhém roce po výsadbě v případě poloodrostků, v případě odrostků je tomu již rok po výsadbě (viz graf č. 4). Po tomto snížení však již nastává setrvalý výškový přírůst, který naznačuje zrychlující se trend.

Snížení celkového průměrného přírůstu mohlo být způsobeno šokem z přesazení, popř. z části výskytem mrazové epizody, která byla zaznamenána 3. .4. 2011. Průměrně výška se u poloodrostků za sledované období v rozmezí 27–38 cm, u odrostků pak o 10–12 cm.

Významný rozdíl mezi jednotlivými variantami v rámci přírůstu nebyl taktéž pozorován. Menší přírůst zde však mají vyšší jedinci. Na celkovou průměrnou výšku měl taktéž vliv i výskyt poranění, především vrcholových zlomů.



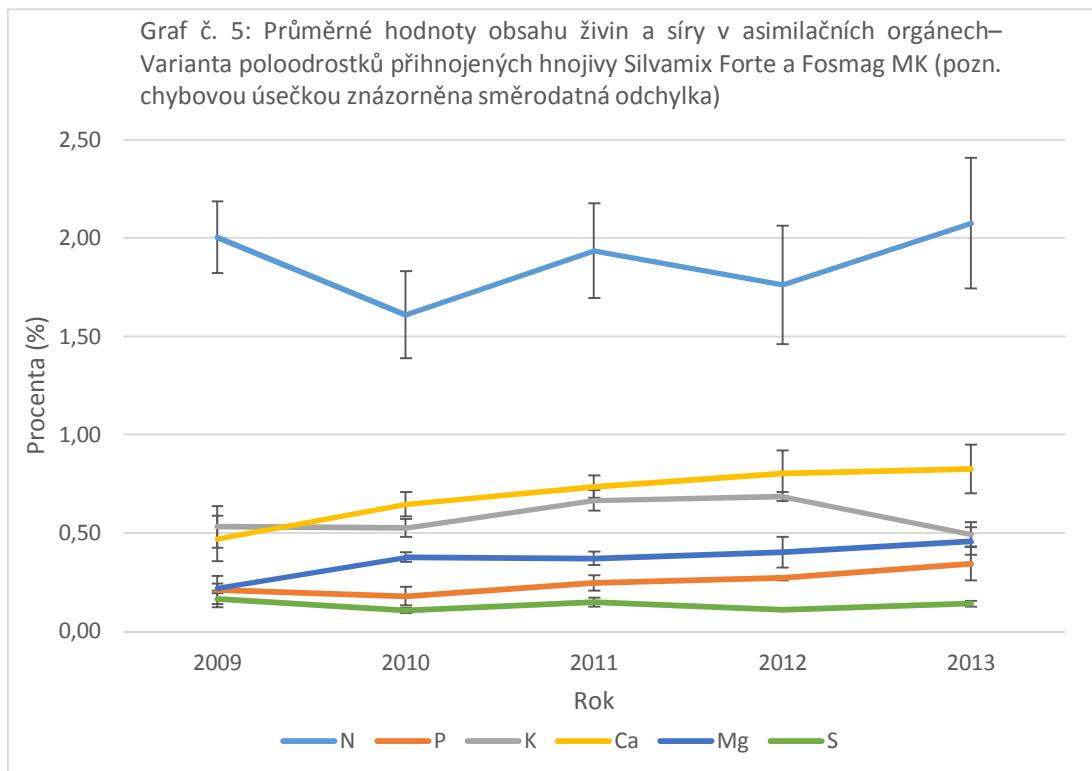
9.6 Obsah živin v asimilačních orgánech

Celkový obsah živin se výrazně neliší v rámci jednotlivých variant sadebního materiálu a způsobu přihnojení (viz příloha grafu č. 5–9). V případě výživy došlo za sledované období k mírnému nárůstu obsahu vápníku (přibližně o 1/3) a hořčíku (přibližně o 1/4). Obsah ostatních prvků (N, S, P) mírně kolísá kolem původní úrovně. Obsah draslíku v asimilačních orgánech vykazuje od roku 2012 mírný úbytek, ale může se jednat pouze o přechodný stav.

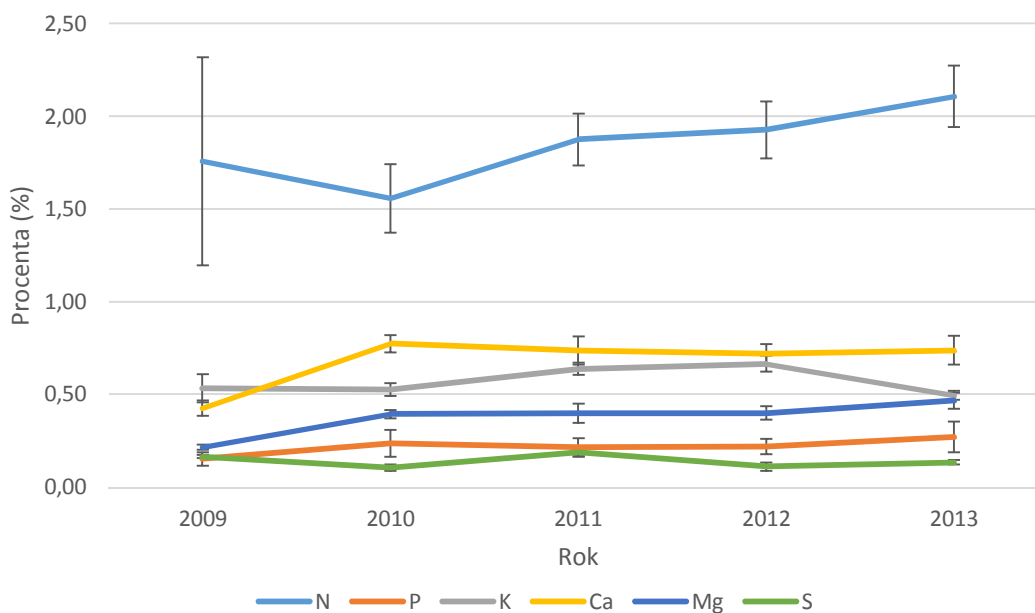
V porovnání s optimálními hodnotami (viz příloha tab. č. 4) stanovenými pro břízu je patrný nedostatek dusíku a draslíku. V případě dusíku je za optimální hodnotu považován obsah 2,5–4 % a v případě draslíku 1–1,5 % v mineralizované sušině. Ostatní živiny se pohybují v optimálních hodnotách.

Tab. č. 4: Optimální hodnoty obsahu živin v asimilačních orgánech břízy

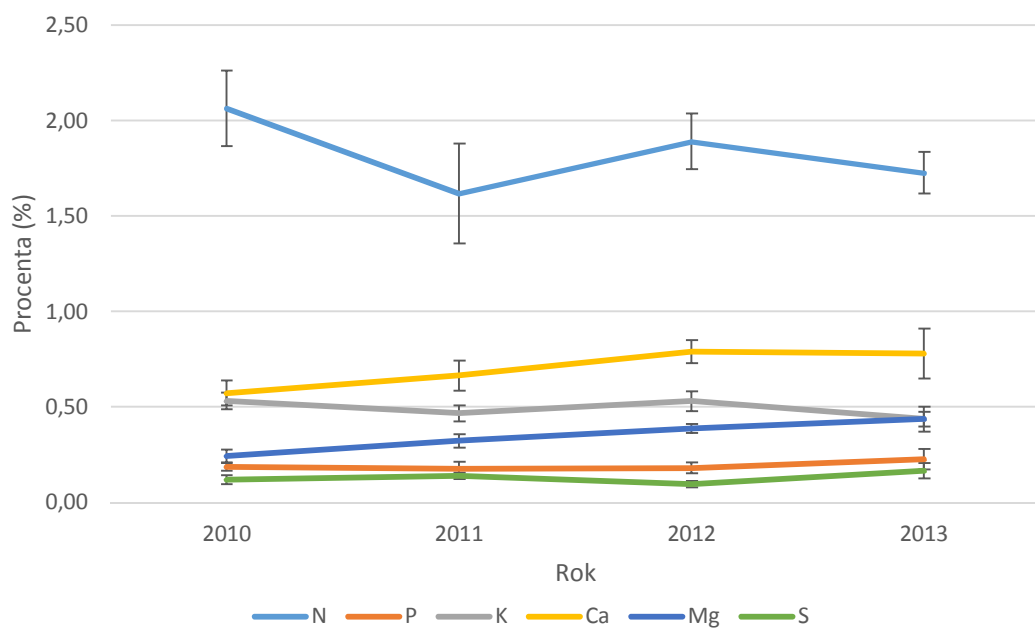
	N	P	K	Ca	Mg	Mn
			%			mg/kg
BR	2,5–4	0,15–0,30	1,0–1,5	0,3–1,5	0,15–0,3	30–100



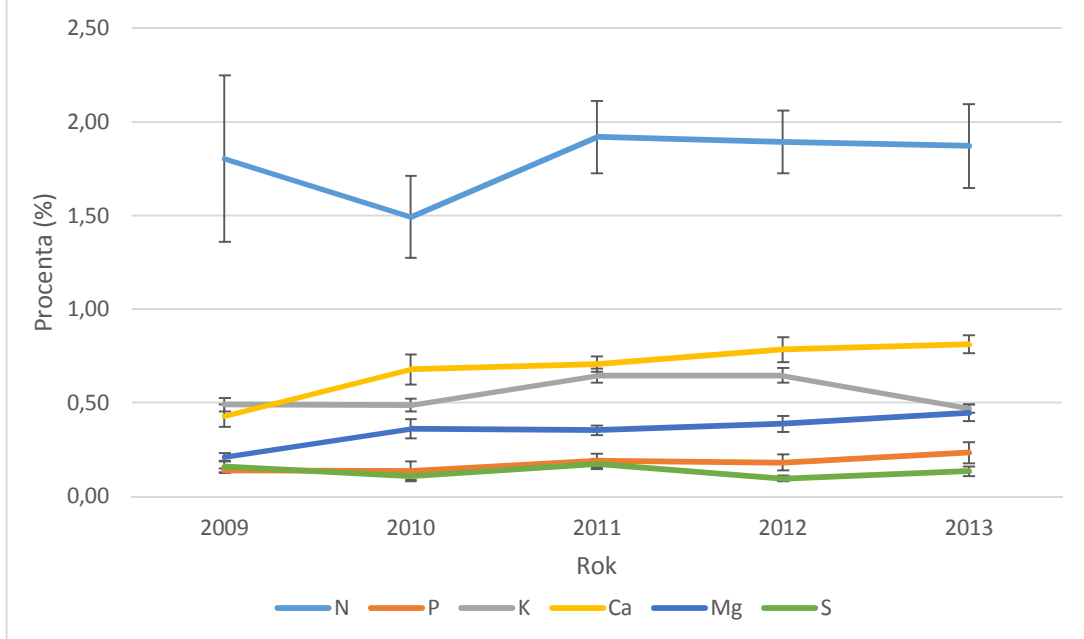
Graf č. 6: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech – Varianta polodrostků přihnojených hnojivem Silvamix Forte (pozn. chybovou úsečkou znázorněna směrodatná odchylka)



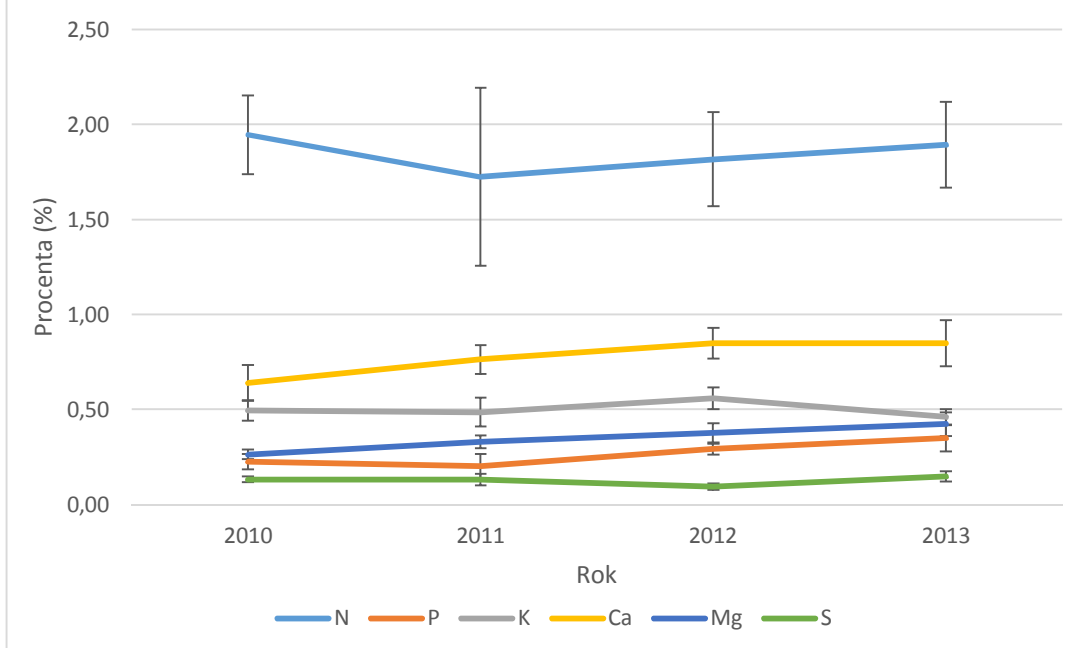
Graf č. 7: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech – Varianta odrostků bez přihnojení (pozn. chybovou úsečkou znázorněna směrodatná odchylka)



Graf č. 8: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech – Varianta poloodrostků bez přihnojení (pozn. chybovou úsečkou znázorněna směrodatná odchylka)



Graf č.9: Průměrné hodnoty obsahu živin a síry v asimilačních orgánech – Varianta poloodrostků přihnojených hnojivem Fosmag MK (pozn. chybovou úsečkou znázorněna směrodatná odchylka)



9.7 Morfometrická měření

V tabulkách č. 5–7 (viz příloha) jsou uvedeny výsledky měření. Podle diskriminační funkce navržené Atkinsonem a Codlingem (1986), vycházejí u všech jedinců čísla záporná, což svědčí o tom, že jedinci břízy na této zkusné ploše náleží mezi tetraploidní druhy. Stejný výsledek je patrný taktéž pro upravenou diskriminační funkci navrženou Ešnerovu (2012) pro měření v Krkonoších.

Délka řapíku se pohybuje v rozmezí 4–11 mm, délka čepele 22–40 mm, šířka čepele 20–35 mm. Na žádném z měřených listů nebyla pozorována chlupatost ani z jedné strany listu, to mohlo být způsobeno olysáním listu před jeho sběrem v létě 2012.

V případě porovnání poměrového znaku vzdálenosti nejširšího místa čepele k celkové délce čepele listu měřené po hlavní žilce vychází, že nejširší místo se nachází přibližně v 1/3 délky čepele. Z poměru délky čepele k největší šířce listu vychází, že šířka listu je přibližně o 1/3 menší než délka čepele.

Převládá kulovitý tvar báze listu, přičemž nedochází k souměrnému nasazení listu na řapík, to odpovídá taktéž nepárovému uspořádání žilek. V průměru je zřetelně viditelných 5–6 postranních žilek.

Znak úhel nasazení listové čepele není dle mého názoru příliš objektivním znakem a to z důvodu asymetrického nasazení listu na řapík. V případě herbářových položek dochází v mnoha případech k pokrčení listu v měřeném místě a tudíž tento znak nelze zcela přesně měřit, případně měření zopakovat. Trpák [2014] navrhuje znak nový, úhel svírající 1. žilky, který podává statisticky významné informace pro rozlišení tetraploidních zástupců v rámci Jeseníků, avšak tento znak již nebylo možné zpětně doměřit k vyhotovení této práce.

10. Závěr

Bříza karpatská (*Betula carpatica* Waldst. Koch) prokazuje vysokou míru odolnosti a tolerance vůči klimatickým (výskyt mrazových epizod ve vegetačním období) a pedologickým stresům (nízký obsah bazických kationtů (Ca, Mg, K) s toxickým obsahem Al, dále pak nízké pH) panujícím v této extrémní části České republiky. Projevem této tolerance je relativně nízká míra mortality břízy na zkusné ploše (9,6 %).

Na mortalitu měly významnější vliv především mikrostanovištní podmínky, kdy došlo k odumření jedinců na části zkusné plochy s výskytem mokrého rašelinného horizontu (cca 30 % celkové mortality). Vyšší mortalita se projevila u odrostků v prvním roce po výsadbě (cca o 40 % vyšší než u poloodrostků). Bříza se projevila relativně tolerantně vůči mechanickému poškození vrcholu, který dokázala ve většině případů nahradit.

Zjištěné trendy přírůstu poukazují v současnosti na zvyšující se přírůst výškový, ale i tloušťkový. V prvním, resp. druhém roce od výsadby bylo pozorováno snížení výškového přírůstu kultury, které mohlo být způsobeno šokem z přesazení, avšak mohlo také být částečně způsobeno výskytem mrazových epizod ve vegetačním období. Po překonání šoku z přesazení pak následuje trend setrvalého výškového přírůstu a mortalita se již výrazně nezvyšuje.

Mírný nedostatek draslíku a dusíku v asimilačních orgánech se může odrážet od celkově nízkého obsahu těchto prvků v půdě. Vysoký obsah hliníku v půdě s celkově nízkým obsahem vápníku a hořčíku může mít negativní důsledky pro růst kořenového systému. To se může projevit v dalších letech zhoršeným příjmem vody, živin a celkově nižší stabilitou a odolností jednotlivých jedinců, ale i celého porostu.

Obecně lze konstatovat vhodnost použití poloodrostků a odrostků břízy karpatské k PND, resp. PCC ve vyšších polohách Jizerských hor, přičemž přihnojení hnojivem Silvamix Forte, popř. Fosmagem MK, nemělo výraznější vliv na úspěšnost a rychlost odrůstání kultury na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“.

Vyhodnocení stavu odrůstání břízy karpatské na TZP navazovalo na bakalářskou práci a bylo provedeno po necelých 5 letech od první výsadby poloodrostků a necelé 4 roky od výsadby odrostků. I nadále by měla být věnována pozornost této lokalitě.

11. Seznam literatury

ATKINSON, M.D., CODLING A. N. (1986): Areliable method for distinguishing between *Betula pendula* and *B. pubescens*. *Watsonia*, 16, pp 75–76

BALÁŠ, M., KUNEŠ I. (2009): Kvantifikace obsahu živin v mladých porostech břízy karpatské a distribuce biomasy v jednotlivých stromových částech. [online] 15. 1. 2015, dostupné na www: <<http://www.listnace.cz/publikace/Balas%20Kunes%20-%20Kvantifikace%20obsahu%20zivin%BR.pdf>>

BALCAR, V., PODRÁZSKÝ V. (1995): Zvýšení vitality kultur lesních dřevin aplikací horninových mouček při obnově lesa na kalamitních holinách Jizerských hor. *Zpravy lesnického výzkum*, 40:1: 44-49

BALCAR, V., KACÁLEK D. (2001): Prosadby porostů náhradních dřevin bukem lesním v horách, In: SLODIČÁK M., NOVÁK J. (eds.): *Současné otázky pěstování horských lesů*. Sborník z 3. česko-slovenského vědeckého sympozia ... Opočno, 13.–14. 9. 2001 Jíloviště–Strnady, VÚLHM: 193–202, ISBN 80-86461-13-0

BARTOŠ, Z., HENŽLÍK V., JANSÁ V., KRAUS M., KRCHOV V., KŘÍSTEK Š., MACKŮ J., MANSFELD V., PAŘÍZEK M., ŘEZAČ J., SLOUP M., SOTORNÍK M., ŠTĚRBA P., VANČURÁK K., VAŠÍČEK J., ZEMAN M. (2007): *Národní inventarizace lesů v České republice 2001–2004 Úvod, metody, výsledky*. ÚHÚL Brandýs nad Labem, 224 p., ISBN 978-80-7084-587-5

BURIÁNEK, V., NOVOTNÝ P., FRÝDL J. (2014): Metodická příručka k určování domácích druhů bříz. VÚLHM Strnady, *Lesnický průvodce* 3/2014, ISBN 978-80-7417-081-2

BALÁŠ, M., KUNEŠ I., ZAHRADNÍK D. (2010): Reakce břízy karpatské na vápnění a přihnojení dusíkem. *Zprávy lesnického výzkumu* svazek 55, č. 2/2010

EŠNEROVÁ, J., KARLÍK P., ZAHRADNÍK D., KOŇASOVÁ T., STEJSKAL J., BALÁŠ M., VÍTÁMVÁS J., RAŠÁKOVÁ N., STACHO J., KUTHAN J., LUKÁŠOVÁ M., KUNEŠ I. (2012): Morfologická varabilita rodu břízy (*Betula* L.) v Krkonoších se zaměřením na tetraploidní zástupce. *Zprávy lesnického výzkumu* svazek 57, č.2/2012

EŠNEROVÁ, J., VÍTÁMVÁS J., KOŇASOVÁ T., KOLÁŘ F., BALÁŠ M., KARLÍK P., ZAHRADNÍK D., KRÍŽOVÁ M., STACHO J., RAŠÁKOVÁ N. (2013): Využití

obrysové analýzy při sledování morfologické variability listů rodu břízy (*Betula* L.). Zprávy lesnického výzkumu svazek 58, č. 2/2013, pp. 107–114.

GALLO, J., KUNEŠ I., BALÁŠ M., NOVÁKOVÁ O., DRURY M. L. (2014): Occurrence of frost episodes and their dynamics in height gradient above the ground in the Jizerské hory Mts.. *Journal of Forest Science* 60, pp 35–41

HRUŠKA, J., OULEHLE F., KRÁM P., SKOŘEPOVÁ I. (2009): Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin. *Živa* č. 3/2009, pp 141–144

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. 9. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2098-7, 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. 9. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2098-7, pp. 5–6.

KOŇASOVÁ, T., EŠNEROVÁ J., VÍTÁMVÁS J., KARLÍK P., KUNEŠ I., BALÁŠ M., RAŠÁKOVÁ N., STACHO J., STEJSKAL J. (2010): Předběžné zhodnocení využitelnosti vybraných morfologických znaků pro určování zástupců rodu *Betula* L. rostoucích na území ČR - In PRKNOVÁ H. (ed.): Bříza – strom roku 2010. Sborník příspěvků z konference. Kostelec nad Černými lesy 23. 9. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2098-7, pp. 57–60.

KUBÁT, K. et al. (ed.) (2002): Klíč ke Květeně České republiky – Praha, Academia, 928 p.

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. *Journal of Forest Science* 53(11), pp 505–515

KUNEŠ, I.: Prosadbová centra Jizerských hor [online], [5.1.2015], dostupné na [www:http://www.listnace.cz/index.php?akce=1](http://www.listnace.cz/index.php?akce=1)>

KUNEŠ I., BALÁŠ M., EŠNEROVÁ J., KOŇASOVÁ T., VÍTÁMVÁS J., ZAHRADNÍK D., STACHO J., POSPÍŠILOVÁ K., RAŠÁKOVÁ N., GALLO J., KARLÍK P., POHLOVÁ J. (2010): Bříza byla a zůstává tématem pro lesnický provoz i výzkum In: PRKNOVÁ H. (ed.): Bříza – strom roku 2010. Sborník příspěvků z konference. Kostelec nad Černými lesy 23. 9. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2098-7, pp. 32–36.

KUNEŠ I., BALÁŠ M., BURDA P. (2010): Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 24–26p.

KUNEŠ, I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. (2011): Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor, certifikovaná metodika, VÚLHM Strnady 9/2011, ISBN 978-80-7417-048-5

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

KUTHAN, J. (2011): Bakalářská práce – Geometrická morfometrika na příkladu bříz z okruhu *Betula pubescens* agg., Praha 28.4.2010

KŘÍŽ, Z. (1990): *Betula L.* – In SLAVÍK B. (ed) Květena České republiky, part II, Praha, Academia, 36-46

lesní školka Pavel Burda (2015): [online] ze dne 5. 3. 2015, dostupné na [www: <http://www.pavelburda.cz/cenik1415.pdf>](http://www.pavelburda.cz/cenik1415.pdf)

LOKVENC, T., CHROUST L. (1987): Vliv břízy na odrůstání smrkové kultury. Lesnictv, 33/11: 993-1010

NEUSTUPA, J. (2006): Co je to geometrická morfometrika aneb morfologie znovu na scéně. Živa 54/2:54

PLÍVA, K., ŽLÁBEK I. (1989): Provozní systémy v lesním plánování, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČSR, ISBN 80-209-0041-1

POLENO, Z., VACEK S., PODRAZSKÝ V., REMEŠ J., ŠTEFANČÍK I., MIKESKA M., KOBLIHA J., KUPKA I., MALÍK V., TURČÁNI M., DVOŘÁK J.,

- ZATLOUKAL V., BÍLEK L., BALÁŠ M., SIMON J. (2009): Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování, Lesnická práce, ISBN 978-80-87154-34-2
- PODRÁZSKÝ, V. (1993): Meliorace lesních půd vápněním, studie, Opočno, VÚLHM VS 1993, 74 p.
- PODRÁZSKÝ, V. (1996): Vliv odlesnění na půdní chemismus a pedobiologické charakteristiky na lokalitách ohrožených introskeletovou erozí. In: VACEK S. (ed.) – Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sbor příspěvků z mezinárodní konference, Opočno, 15. –17. 4. 1996. VÚLHM, VS Opočno: pp. 101–107
- PODRÁZSKÝ V., ULBRICHOVÁ I. (2005): Obnova povrchového humusu při zalesňování zemědělských ploch a stanovišť po buldozerové přípravě v Krušných horách. In: NEUHÖFEROVÁ P. (ed.), Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Kostelec nad Černými lesy, Česká zemědělská univerzita, pp. 77–82
- PRŮŠA, E. (2001): Pěstování lesů na typologických základech, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, pp. 419–567
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Českoslavenska, Brno, Academia, 73 p.
- ROTHMALER W. (2005): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4, Gefäßpflanzen, Kritischer Band. – 10th ed., Spektrum Akademischer Verlag, München.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. (2008): Výchova porostů náhradních dřevin. Certifikovaná metodika, Lesnický průvodce, 3/2008, VÚLHM Strnady, 28 p., ISBN 978-80-86461-99-1
- SLODIČÁK M. (2009): Lesnické hospodaření v Jizerských horách, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 232 p.
- STACHO J. (2012): Bakalářská práce – Problematika a lesnický potenciál horských bříz ve střední Evropě se zaměřením na taxon *Betula carpatica* v Jizerských horách, Praha 17.4.2012
- SUDA, J. (2005): Co se skrývá za rostlinnou průtokovou cytometrií. Živa 53/1: pp 46–48

ŠRÁMEK, V., LOMSKÝ B., NOVOTNÝ R. (2009): Hodnocení obsahu a zásoby živin v lesních porostech – literární přehled. Zprávy lesnického výzkumu svazek 54, č. 4/2009

ŠRÁMEK, V. FADRHOŇSOVÁ V., LOMSKÝ B. (2003): Vápnění a hnojení lesních porostů v ČR v letech 2000–2004. Lesnická práce, 82: 4: 16–17.

TRPÁK, P. (2014): Bakalářská práce – Morfologická variabilita bříz Jeseníků, Praha 30.3.2014

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA P., KOLIBÁČOVÁ S., KOBLÍŽEK J., ŠEFL J. (2001): Dřeviny České republiky, Písek, Matice lesnická, 333 p., ISBN 80-86271-09-9

VACEK, S., VANČURA K., ZINGARI P. C., JENÍK J., SIMON J., SMEJKAL J. (2003): Mountain Forests of the Czech Republic. Prague, Ministry of Agriculture of the Czech Republic, 320 p., ISBN 80-7084-240-7

VÚLHM 2014 [online], [17.11.2014], dostupné na [www: <http://www.vulhm.cz/vapneni_a_hnojeni_lesnich_porostu>](http://www.vulhm.cz/vapneni_a_hnojeni_lesnich_porostu)

Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů.

ZAHRADNÍK, P., ed. (2014): Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty, Lesnická práce, ISBN 978-80-7458-057-4, pp. 204–208

12. Seznam příloh

Obr. č. 4: Konečné schéma výsadby břízy karpatské (*Betula carpatica* Waldst. Koch) na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“ z jara 2010

Obr. č. 5: Foto kultura zkusná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“ (foto Stacho 2012)

Obr. č. 6: Foto pohled na zkusnou plochu „ oplocenka U Panelové cesty II“ ve směru na obec Jizerka, při okraji oplocenky výsadba jeřábu ptačího chráněný individuální ochranou (foto Stacho 2010)

Obr. č. 7: Foto pohled na zkusnou plochu „ U Panelové cesty II“ pohled z cesty (foto Stacho 2010)

Obr. č. 8: Označení jedinců na zkusné ploše (foto Stacho 2012)

Obr. č. 9: Měření výšky břízy, figurantka Ing. Pospíšilová (foto Stacho 2012)

Obr. č. 10: Zkusná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“

Graf č. 10: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2009

Graf č. 11: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2010

Graf č. 12: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2011

Graf č. 13: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2012

Tab č. 3: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část 1)

Tab č. 4: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část 2)

Tab č. 5: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část 3)

13. Přílohy

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
XXXVII	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
		Rady

↑ N

Panelová cesta

Orobočka ke Keřnerovi

Obr. č. 4: Konečné schéma výsadby břízy karpatské (*Betula carpatica* Waldst. Koch) na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“ z jara 2010



Obr. č. 5: Foto kultura zkušná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“ (foto Stacho 2012)



Obr. č. 6: Foto pohled na zkusnou plochu „oplocenka U Panelové cesty II“ ve směru na obec Jizerka, při okraji oplocenky výsadba jeřábu ptačího chráněný individuální ochranou (foto Stacho 2010)



Obr. č. 7: Foto pohled na zkusnou plochu „oplocenka U Panelové cesty II“ pohled z cesty (foto Stacho 2010)



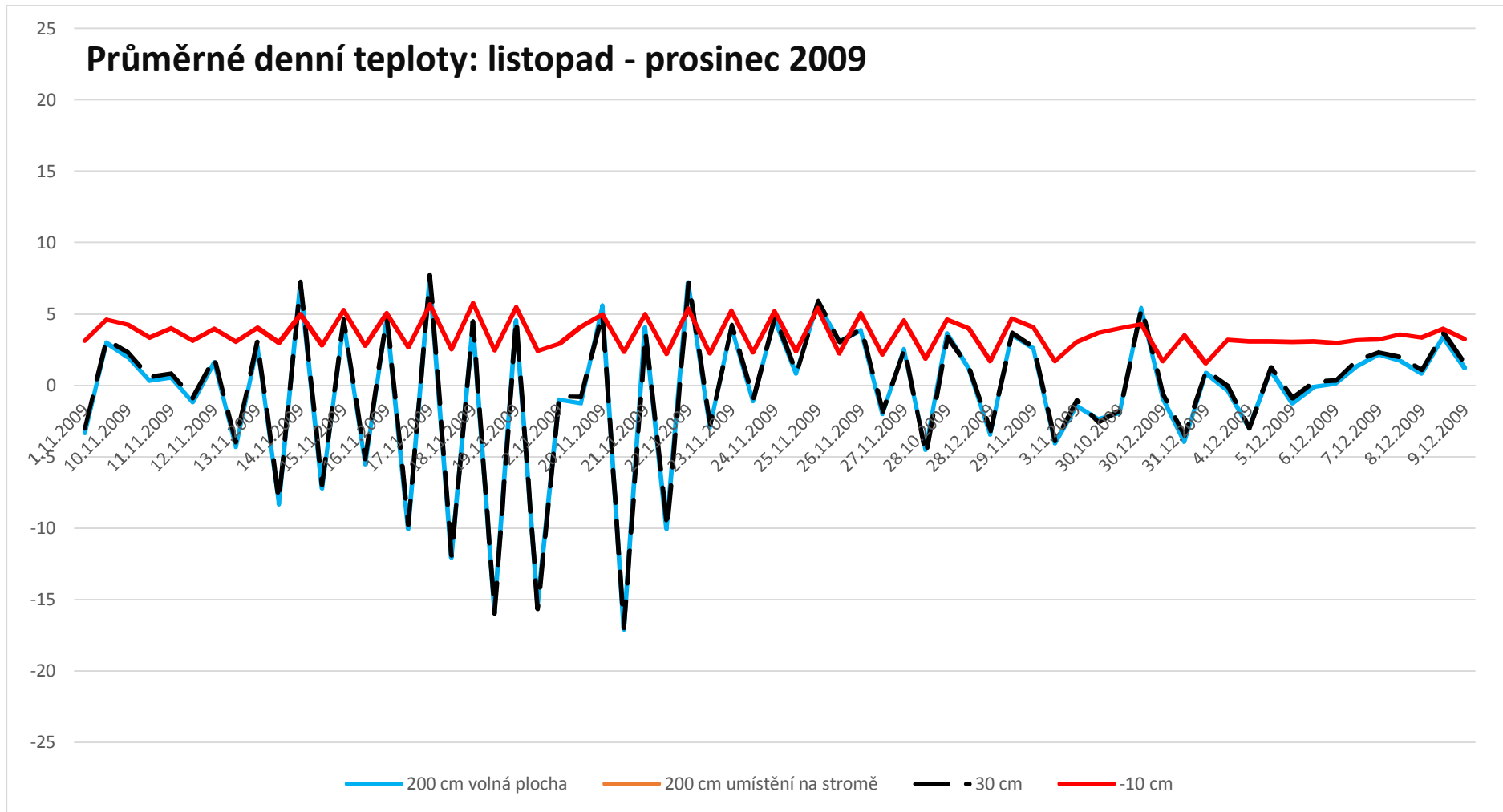
Obr. č. 8: Označení jedinců na zkušné ploše (foto Stacho 2012)



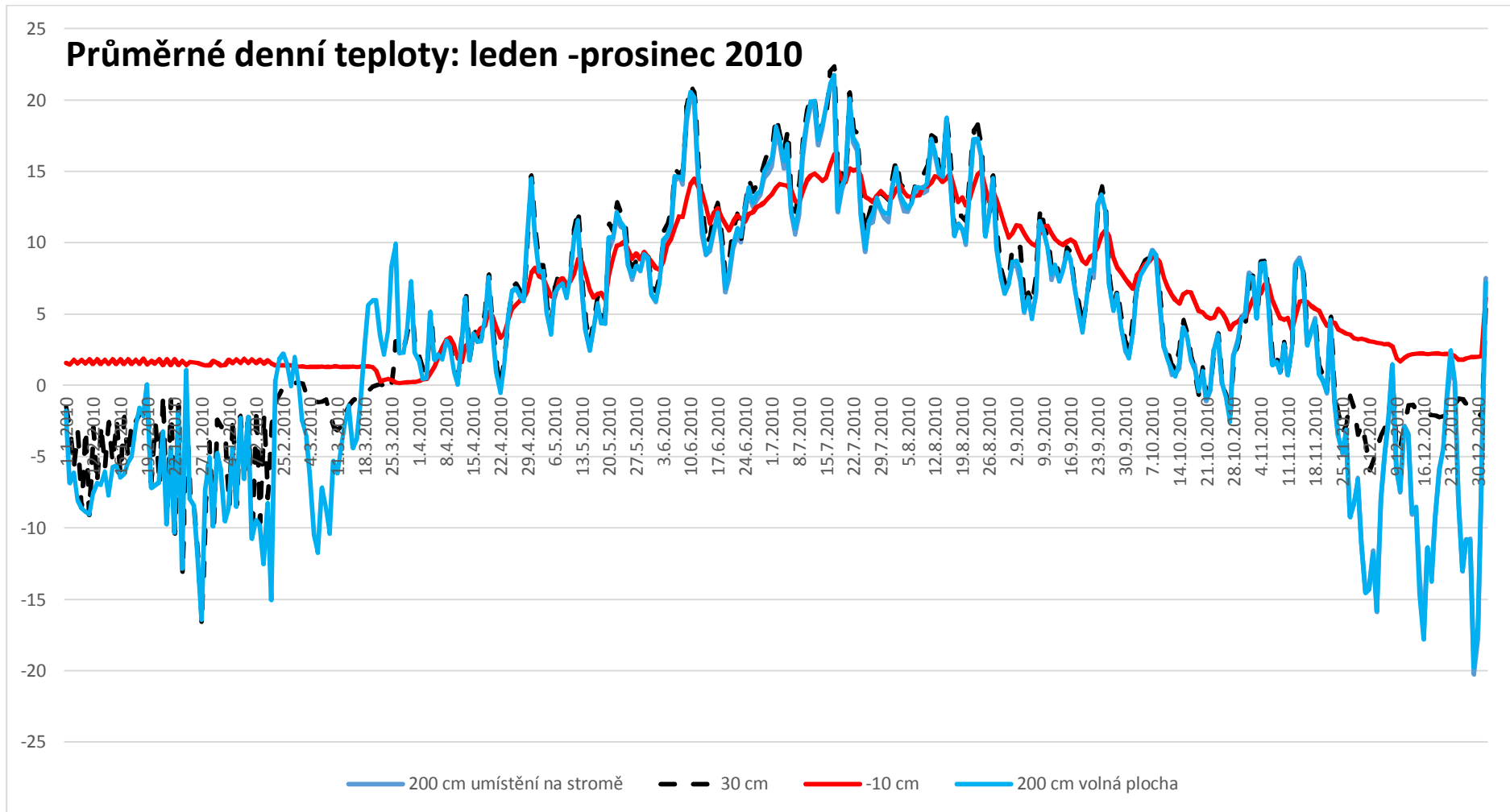
Obr. č. 9: Měření výšky břízy, figurantka Ing. Pospíšilová (foto Stacho 2012)



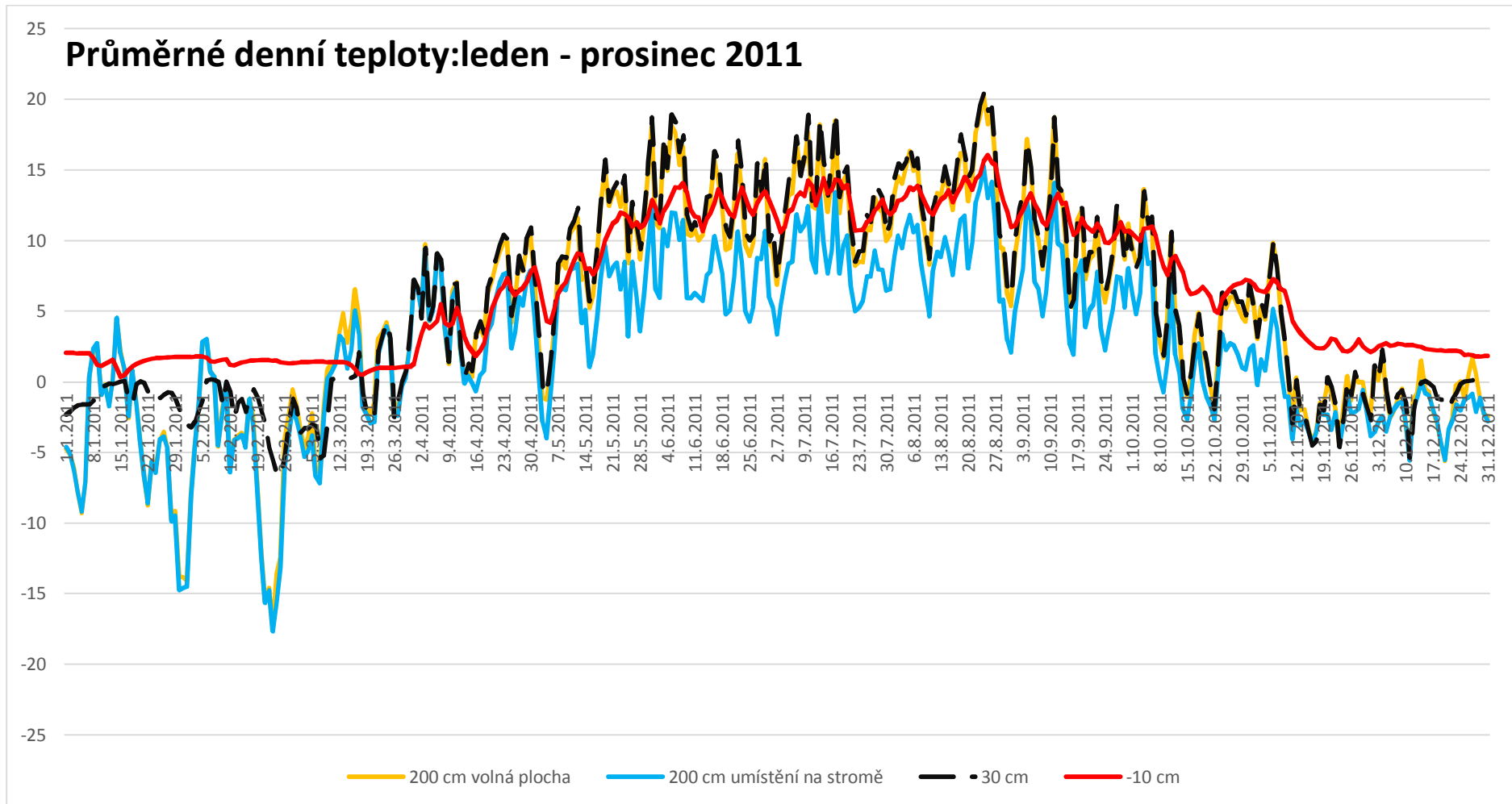
Obr. č. 10: Zkusná plocha „oplocenka U Panelové cesty II“ (Červený bod – umístění datalogeru)
(Mapový podklad © ČÚZK, SMO 5 000; © ČÚZK, ORTO)



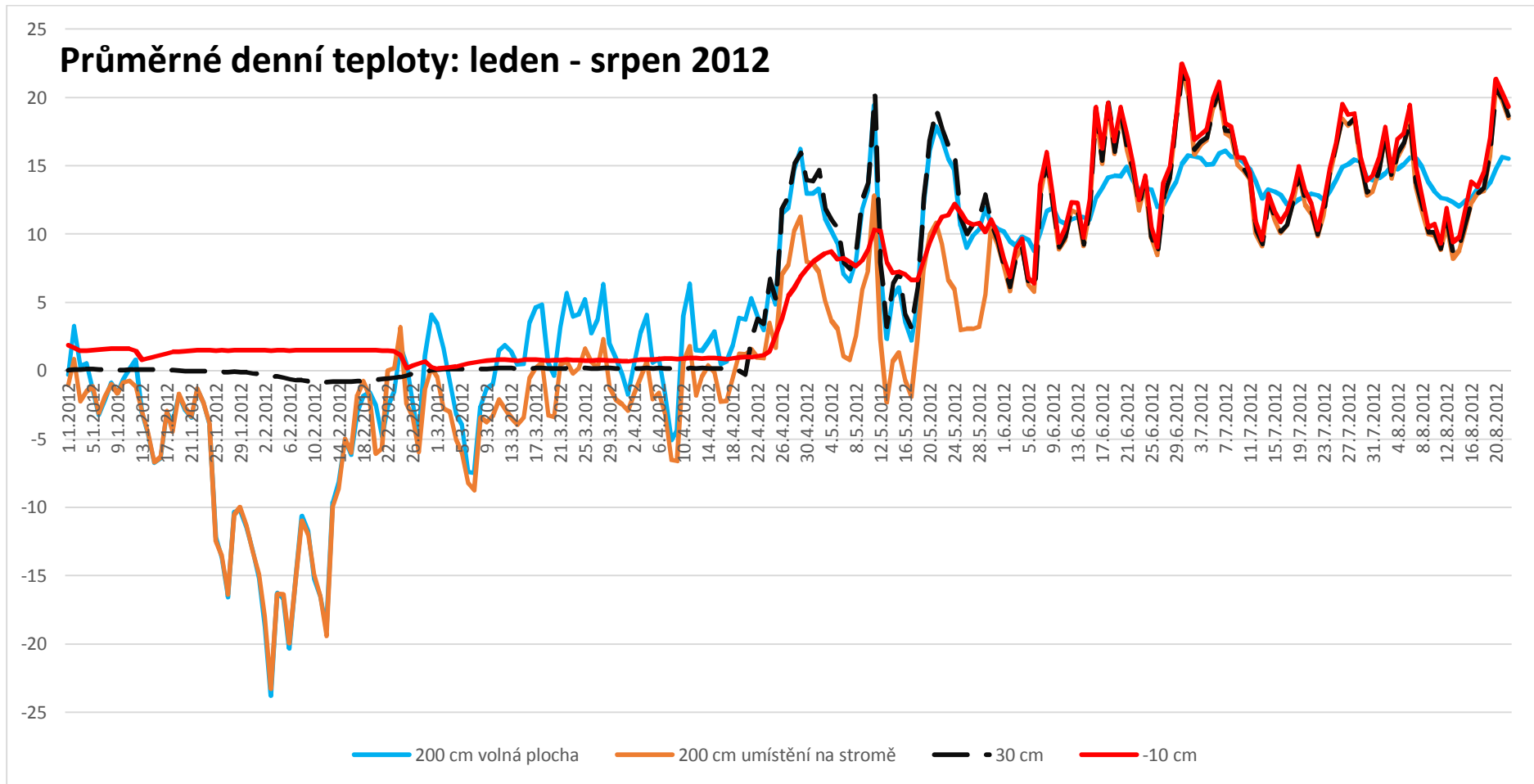
Graf č. 10: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2019 (měsíce XI. – XII.)



Graf č. 11: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2010 (měsíce I. – XII.)



Graf č. 12: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U panelové cesty II“, rok měření 2011 (měsíce I. – XII.)



Graf č. 13: Průměrné denní teploty na lokalitě „oplocenka U Panelové cesty II“, rok měření 2012 (měsíce I. – XIII.)

Tab. č. 5: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část1)

kód jedince	Větvička / list	délka čepele (mm)	šířka čepele (mm)	úhel báze x nasazení listu	úhel špičky listu	úhel vroubení listu 3. žilky	délka řapíku (mm)	vzd. nejšir.místa od báze (mm)	počet postraních žilek	vzd. mezi zuby u 3. a 4. žilky (mm)	Počet zubů mezi 3 a 4 žilkou	Šířka čepele v horní ¼ listu (mm)
XVI – 8	1A	30	20	228	72	87	11	11	5	3	1	9
	2A	29	28	180	94	43	7	10	5	4	1	15
	1B	33	29	120	67	64	6	9	5	4	1	13
	2B	31	30	135	70	54	4	9	6	4	1	10
PRŮMĚR		30,8	26,8	165,8	75,8	62,0	7,0	9,8	5,3	3,8	1,0	11,8
σ		1,71	4,57	48,71	12,34	18,74	2,94	0,96	0,50	0,50	0,00	2,75
XXI-12	1A	29	29	180	72	54	6	10	4	4	1	9
	2A	26	20	206	63	84	6	8	5	4	1	6
	1B	30	22	237	64	60	8	9	5	3	0	10
	2B	35	28	245	70	63	9	11	6	4	1	10
PRŮMĚR		30,0	24,8	217,0	67,3	65,3	7,3	9,5	5,0	3,8	0,8	8,8
σ		3,74	4,43	29,86	4,43	13,05	1,50	1,29	0,82	0,50	0,50	1,89
XXI-15	1A	25	20	298	62	47	6	11	5	4	1	10
	2A	28	20	279	63	58	6	11	6	3	1	10
	1B	22	18	288	54	55	4	8	5	4	1	10
	2B	28	20	298	68	60	4	12	6	3	1	9
PRŮMĚR		25,8	19,5	290,8	61,8	55,0	5,0	10,5	5,5	3,5	1,0	9,8
σ		2,87	1,00	9,14	5,80	5,72	1,15	1,73	0,58	0,58	0,00	0,50
XL-36	1A	40	35	299	71	67	8	14	6	5	1	15
	2A	35	29	267	63	62	7	13	5	4	1	12
	1B	40	28	295	58	43	10	13	5	4	1	12
	2B	39	30	287	62	71	11	13	6	4	1	11
PRŮMĚR		38,5	30,5	287,0	63,5	60,8	9,0	13,3	5,5	4,3	1,0	12,5
σ		2,38	3,11	14,24	5,45	12,39	1,83	0,50	0,58	0,50	0,00	1,73

Tab. č. 6: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část2)

kód jedince	Větvička / list	DFT (mm) vzd. 1. zubu od báze čepele	úhel báze čepele – přímký báze 1. zoubek	chlupatost líc	chlupatost rub	Úhel 1. žilky	Úhel 4. žilky	uspořádání žilek párovéX nepárové	symetrie báze symetrickáX asymetrická	tvar báze	typ pilování	Vzd. 4. žilky od špičky čepele
XVI – 8	1A	4	207	0	0	42	27	1	1	3	2	11
	2A	6	165	0	0	40	28	1	1	2	2	12
	1B	6	113	0	0	64	43	1	0	2	2	16
	2B	4	118	0	0	57	35	1	0	2	2	14
PRŮMĚR		5,0	150,8	0,0	0,0	50,8	33,3	1,0	0,5	2,3	2,0	13,3
σ		1,15	44,21	0,00	0,00	11,64	7,41	0,00	0,58	0,50	0,00	2,22
XXI-12	1A	6	180	0	0	49	42	1	1	3	2	10
	2A	7	236	0	0	52	35	1	0	3	2	12
	1B	12	132	0	0	50	36	1	0	3	2	12
	2B	8	180	0	0	57	34	1	1	3	2	16
PRŮMĚR		8,3	182,0	0,0	0,0	52,0	36,8	1,0	0,5	3,0	2,0	12,5
σ		2,63	42,52	0,00	0,00	3,56	3,59	0,00	0,58	0,00	0,00	2,52
XXI-15	1A	8	220	0	0	33	25	1		3	2	11
	2A	9	232	0	0	44	38	1	1	5	2	14
	1B	7	229	0	0	42	28	1	1	3	2	10
	2B	9	232	0	0	47	35	1	1	5	2	14
PRŮMĚR		8,3	228,3	0,0	0,0	41,5	31,5	1,0	1,0	4,0	2,0	12,3
σ		0,96	5,68	0,00	0,00	6,03	6,03	0,00	0,00	1,15	0,00	2,06
XL-36	1A	11	180	0	0	47	32	1	0	4	2	16
	2A	10	205	0	0	46	28	1	0	4	2	13
	1B	8	209	0	0	38	24	1	0	4	2	13
	2B	11	221	0	0	46	27	1	0	4	2	15
PRŮMĚR		10,0	203,8	0,0	0,0	44,3	27,8	1,0	0,0	4,0	2,0	14,3
σ		1,41	17,23	0,00	0,00	4,19	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50

Tab. č. 7: Kompletní zjištěná data morfologických znaků (část3)

kód jedince	Větvička / list	EŠNEROVÁ (2012)	ATKINSON (1986)	POMĚR DÉLKA/ŠÍŘKA ČEPEPLE	POMĚR DÉLKA Č./ŘAPÍKU	DÉLKA ČEPEPLE A VZD. 1 ZUB	4. ŽILKA DÉLKA /DÉLKA ČEPELE	VZD. NEJŠ.Č/DELKA	POMĚR ÚHLU 1. A 4. ŽILKY	ÚHEL NASAZENÍ / ÚHLE BÁZE
XVI – 8	1A	-115	-21	1,5	2,7	7,5	0,37	0,37	0,64	1,10
	2A	-120	-29	1,0	4,1	4,8	0,41	0,34	0,70	1,09
	1B	-100	-25	1,1	5,5	5,5	0,48	0,27	0,67	1,06
	2B	-94	-23	1,0	7,8	7,8	0,45	0,29	0,61	1,14
PRŮMĚR		-107,25	-24,5	1,1	4,4	6,2	0,43	0,32	0,66	1,10
σ		12,26	3,42	0,22	2,14	1,45	0,05	0,04	0,04	0,03
XXI-12	1A	-60	-17	1,0	4,8	4,8	0,34	0,34	0,86	1,00
	2A	-18	-9	1,3	4,3	3,7	0,46	0,31	0,67	0,87
	1B	-29	-19	1,4	3,8	2,5	0,40	0,30	0,72	1,80
	2B	-46	-15	1,3	3,9	4,4	0,46	0,31	0,60	1,36
PRŮMĚR		-38,25	-15	1,2	4,1	3,6	0,42	0,32	0,71	1,19
σ		18,52	4,32	0,16	0,49	1,01	0,06	0,02	0,11	0,41
XXI-15	1A	-46	-15	1,3	4,2	3,1	0,44	0,44	0,76	1,35
	2A	-65	-13	1,4	4,7	3,1	0,50	0,39	0,86	1,20
	1B	-58	-17	1,2	5,5	3,1	0,45	0,36	0,67	1,26
	2B	-55	-11	1,4	7,0	3,1	0,50	0,43	0,74	1,28
PRŮMĚR		-56	-14	1,3	5,2	3,1	0,48	0,41	0,76	1,27
σ		7,87	2,58	0,10	1,24	0,02	0,03	0,03	0,08	0,06
XL-36	1A	-29	-19	1,1	5,0	3,6	0,40	0,35	0,68	1,66
	2A	-42	-15	1,2	5,0	3,5	0,37	0,37	0,61	1,30
	1B	-66	-19	1,4	4,0	5,0	0,33	0,33	0,63	1,41
	2B	-20	-11	1,3	3,5	3,5	0,38	0,33	0,59	1,30
PRŮMĚR		-39,25	-16	1,3	4,3	3,9	0,37	0,34	0,63	1,41
σ		19,99	3,83	0,12	0,73	0,72	0,03	0,02	0,04	0,17