

# POROVNÁNÍ RŮZNÝCH METOD HODNOCENÍ PROSPERITY VÝSADEB ODROSTKŮ V HORSKÝCH PODMÍNKÁCH

COMPARISON OF DIFFERENT EVALUATION METHODS OF PROSPERITY OF LARGE-SIZED  
PLANTING STOCK UNDER MOUNTAIN CONDITIONS

Autor: Josef Gallo

Školitel: Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Konzultant: Ing. Martin Baláš



**Bakalářská práce**

2012

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů  
Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Gallo Josef

Lesnictví

Název práce

**Porovnání různých metod hodnocení prosperity výsadeb odrostků v horských podmínkách**

Anglický název

**Comparison of different evaluation methods of prosperity of large-sized planting stock under mountain conditions**

### Cíle práce

Posouzení prosperity výsadby odrostků jeřábu ptačího pomocí čtyř metod hodnocení.

### Metodika

Vypracujte rešeršní rozbor problematiky týkající se hodnocení prosperity lesních dřevin se zaměřením na mladé výsadby.

Uveďte přehled různých metod, na jejichž základě je možné zhodnotit prosperitu dřevin. Porovnejte možnost uplatnění jednotlivých metod v extrémních horských podmínkách.

Charakterizujte použitý sadební materiál (odrostky) a stručně uveďte účel jeho použití.

Stručně charakterizujte stanoviště, na kterém se nachází pokusná výsadba jeřábu ptačího (lokality „Panelová cesta“, Jizerka, Jizerské hory), zejména s ohledem na klimatická specifika.

Zhodnoťte prosperitu všech jedinců v předmětné výsadbě na základě dendrometrických metod (měření výšky a tloušťky) a pomocí vizuálního hodnocení vitality podle zadané stupnice. Takto získané údaje o prosperitě porovnejte s výsledky chemických analýz obsahů živin v asimilačním aparátu a s výsledky zjišťování fluorescence chlorofylu, zjišťovaných u vybraných jedinců.

### Harmonogram zpracování

- do konce února 2012 předložení rozpracované verze ke kontrole
- 25. dubna předložení hotové práce

### Rozsah textové části

min. 30 stran, grafická část dle potřeby

### Klíčová slova

vitalita, jeřáb ptačí, zalesňování, odrostky, Jizerské hory

### Doporučené zdroje informací

- ARVIDSSON, H. – LUNDKVIST, H. (2002): Needle chemistry in young Norway spruce stands after application of crushed wood ash. *Plant and Soil*, 238: 159–174; ISSN 1573-5036.
- BALÁŠ, M. – KUNEŠ, I. – KOŇASOVÁ, T. – MILLEROVÁ, K. (2011): Vitalita výsadeb odrostků v podmínkách Jizerských hor. In: *Proceedings of Central European Silviculture. Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí. Sborník z mezinárodního symposia, Opočno, 28.–29. 6. 2011*, Kacálek, D. et al. (eds.), VÚLHM, VS Opočno, 276 s., ISBN 978-80-7417-039-3, s. 55–69.
- BALCAR V. – ŠPULÁK O. – KACÁLEK D. – KUNEŠ, I. (2011): Obnova lesa ve vyšších horských polohách postižovaných extrémními mrazovými strezy. Uplatněná certifikovaná metodika. *Lesnický průvodce 1/2011*, VÚLHM, Strdnady, 36 s., ISBN 978-80-7417-043-0, ISSN 0862-7657.
- BURDA, P. – NÁROVCOVÁ, J. (2009): Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 54: 2: 92–98, ISSN 0322-9688.
- DOBBERTIN, M. (2005): Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, 124: 319–333; ISSN 1612–4677.
- KUNEŠ, I. – BALÁŠ, M. – BURDA, P. (2010): Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. *Lesnická práce*, 89: 10: 24–26, ISSN 0322-9254.
- NYBERG, L. – LUNDSTRÖM, U. – SÖDERBERG, U. – DANIELSSON, R. – VAN HEES, P. (2001): Does soil acidification affect spruce needle chemical composition and tree growth? *Water, Air, and Soil Pollution: Focus*, 1: 241–263. ISSN 1573-2940.
- SLODIČÁK, M. et al. (2005): Lesnické hospodaření v Jizerských horách. *Lesy ČR Hradec Králové* (ISBN 80-86945-00-6), Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady (ISBN 80-86461-51-3).
- PODRÁZSKÝ, V. – VACEK, S. – REMEŠ, J. – ULBRICHOVÁ, I. (2005): Application of Mg-fertilizers to prevent and to decrease Norway spruce yellowing. *Journal of Forest Science*, 51: Special Issue: 43–48; ISSN 1212-4834.

### Vedoucí práce

Kuneš Ivan, Ing., Ph.D.

### Konzultant práce

Ing. Martin Baláš

### Termín odevzdání

duben 2012

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry



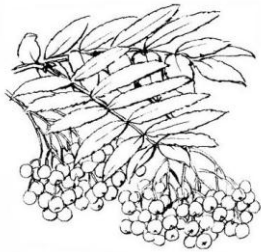
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan fakulty

V Praze dne 22.3.2012

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval sám a za použití uvedených zdrojů pod vedením vedoucího bakalářské práce.



### **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D. za vedení práce a odborné rady a Martinu Balášovi za konzultaci práce a spolupráci v terénu. Celému týmu The Jizera Bears chci poděkovat za to, že jsem se mohl podílet na výzkumných pracích v krásném prostředí Jizerských hor.

## ABSTRAKT

Smrkové monokultury v horských oblastech jsou často považovány za nestabilní a nevyhovující porosty s negativním vlivem na půdní prostředí. Příměs listnatých dřevin je v nich důležitá například z hlediska podpory druhové diverzity a stabilizace. Proto se dnes lesníci snaží zvyšovat zastoupení listnatých dřevin ve smrkových porostech nevhodné struktury. Na extrémních stanovištích je pěstování jakýchkoliv dřevin problémem. Působící klimatické faktory, a zároveň často velmi vysoké stavy jelení zvěře, způsobují zásadní škody a výsledkem bývá neodrůstání až zničení kultur. Aby byli lesníci schopni co nejefektivněji vypěstovat les i na takovýchto lokalitách, je zapotřebí zjistit vhodnost sadebního materiálu a zvolit nejefektivnější ochranu kultur.

Přimíšenou listnatou dřevinou ke smrku v horských polohách je, kromě jiných, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*). Možností jeho pěstování je řada. Jako doplňková metoda se jeví použití odrostků. Je třeba zjistit, jestli má tato metoda reálnou možnost uplatnění v praxi. Porovnáním vitality se standardním sadebním materiálem různými metodami je snaha odůvodnit případné využití či zavrnutí pěstování odrostků v lesnickém provozu v horských oblastech.

Výzkumná plocha byla umístěna nedaleko osady Jizerka v Jizerských horách. Lokalita má charakter mrazové kotliny s výskytem extrémních mrazů. Výsledky ukazují, že pro hodnocení prosperity výsadeb lze s úspěchem využít navrženou stupnici vitality, která vychází z dendrometrických veličin. Částečně byla prokázána závislost vitality a aktivity fotosyntetických pigmentů. Zatím se nepodařilo prokázat závislost vitality a množství živin v listech.

**Klíčová slova:** odrostky, jeřáb ptačí, vitalita, Jizerské hory

## ABSTRACT

Spruce monocultures are under mountain conditions considered as unstable and unsuitable forest stands, having a negative impact on the soil conditions. An admixture of broadleaved trees is important in such stands, for instance for biodiversity support and stand stabilization. Hence, foresters are keen on increasing the proportion in favour of the broadleaved trees in the spruce forest stands of inappropriate structure. The silviculture of any particular tree species is a problem on the extreme sites. Climatic factors together with a high population density of Red deer are causing the principal damages resulting in a weak increment or even destruction of the plantation. To be able to grow a forest stand on such sites, a survey has to be carried out to find out which planting stocks are the most appropriate and to choose the most effective type of forest protection.

Among others, rowan tree (*Sorbus aucuparia*) is a common added species to a dominant spruce in mountainous conditions. There are many ways of growing this species. The use of large-sized saplings can be considered as a complementary method. The finding of the real possibility of practical use is needed. Comparison to standard size saplings can prove or deny the viability of commercial use of large-sized saplings in forestry practice in mountain conditions.

The research plot was placed near the Jizerka settlement in the Jizerské hory Mts. The locality has a character of a frost affected basin, where extreme frosts occur. The results show that the presented vitality scale which is derived from dendrometrical quantities can be successfully used for assessing the prosperity of plantations. The dependency between vitality and the activity of photosynthetic pigments was partly proved. The dependency between vitality and the amount of nutrients in leaves wasn't yet proved.

**Keywords:** large-sized planting stock, rowan, vitality, Jizerské hory Mts.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ROZBOR PROBLEMATIKY</b> .....	<b>3</b>
2.1. <i>Problematika odrostků</i> .....	3
2.2. <i>Vitalita dřevin</i> .....	5
2.3. <i>Jeřáb ptačí – popis a taxonomické zařazení</i> .....	6
2.4. <i>Charakteristika prostředí Jizerských hor</i> .....	10
2.4.1. <i>Klimatické podmínky</i> .....	11
2.4.2. <i>Geologické podloží</i> .....	12
2.4.3. <i>Půdní poměry</i> .....	13
2.4.4. <i>Vegetace</i> .....	13
2.4.5. <i>Lesní porosty</i> .....	13
<b>3. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>15</b>
<b>4. MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>16</b>
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>22</b>
5.1. <i>Mortalita</i> .....	22
5.2. <i>Dendrometrické veličiny</i> .....	23
5.2.1. <i>Výška</i> .....	23
5.2.2. <i>Výškové přírůsty</i> .....	27
5.2.3. <i>Tloušťka</i> .....	27
5.3. <i>Vitalita</i> .....	29
5.4. <i>Analýza chlorofylu</i> .....	34
5.5. <i>Chemické analýzy</i> .....	38
5.6. <i>Další charakteristiky</i> .....	39
<b>6. DISKUZE</b> .....	<b>40</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA</b> .....	<b>43</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>I</b>
PŘÍLOHA I .....	I
PŘÍLOHA II .....	I
PŘÍLOHA III - FOTODOKUMENTACE.....	II



## 1. ÚVOD

Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) je pionýrskou listnatou dřevinou s velkou ekologickou amplitudou, která je v přirozené druhové skladně lesů zastoupena ve všech lesních vegetačních stupních. Významnější uplatnění může jeřáb zaznamenat zejména v horských polohách. Lze jej považovat za dřevinu s krajínotvornou funkcí. V našich pohraničních hercynských pohořích je nedílnou součástí krajiny, tradičně se sázel podél cest, na mezích a remízcích. Jeho plody, jeřabiny, jsou důležitým zdrojem potravy pro ptáky v zimním období, kdy je ostatních zdrojů nedostatek. Jeřáb ptačí je považován za významnou zpevňující a meliorační dřevinu ve smrkových porostech horských poloh. V 8. LVS je jednou z nejvhodnějších původních dřevin. Jeho anglický název "the European Mountain-ash" naznačuje jeho rozšíření v horách, naproti tomu německý "Vogelbeere" zdůrazňuje jeho význam jako zdroje potravy pro ptactvo. Španělské jméno "Serbal de los cazadores" je pravděpodobně odvozeno od významu loveckého, kdy lovci a ptáčníci používali jeřabiny jako návnadu k lovu zpěvných ptáků (zmínka např. NADACE DŘEVO PRO ŽIVOT 2007; PLANTILLA TRAVEL 2010), což je ostatně i původní význam latinského slova "*aucupare*". Řadí se mezi dřeviny s rychlým rozkladem opadu. Využití může mít na holinách jako dřevina pro úpravu půdního chemismu a jako krycí dřevina pro cílové druhy (BALCAR 2010).

Pro ověření možností vnášení jeřábu ptačího do horských jehličnatých porostů byla na podzim 2007 založena výzkumná plocha na lokalitě "U Panelové cesty" u osady Jizerka na náhorní plošině v Jizerských horách.

Hodnocením experimentálních výsadeb jeřábu ptačího v Jizerských horách se již zabývala například MILLEROVÁ 2010. Předkládaná práce si dává za cíl porovnat metody hodnocení vitality jeřabových odrostků. Pro ověření úspěšnosti výsadeb je třeba zhodnotit jejich dendrometrické parametry, vitalitu a celkový zdravotní stav. Využívají se různé metody hodnocení prosperity: každoročně se měří výška, tloušťka kořenového krčku, počítá

se mortalita a odvozuje výškový přírůst. Pro účely vizuálního zjišťování vitality byla vypracována speciální stupnice (BALÁŠ et al. 2011). Dále je možné tyto metody porovnat s chemickými analýzami listů a analýzami fluorescence chlorofylu. Cílem je zjistit, zda se rozdíly v okulárně zjištěné vitalitě shodují s rozdíly v dendrometrických veličinách, s rozdíly v obsahu chemických látek a v aktivitě fotosyntetických pigmentů.

## 2. ROZBOR PROBLEMATIKY

### 2.1. Problematika odrostků

Podle normy ČSN 48 2115 jsou odrostky definovány jako rostliny vypěstované minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáním kořenů nebo přesazením do obalů, případně kombinací těchto operací. Nadzemní část má mít výšku od 121 do 250 cm a tvarovanou korunu. Růst nadzemní části byl u jeřábu zjištěn výškově dominantní. Jeden nebo více vrcholových prýtů má tendenci vykazovat intenzivní výškový přírůst (BURDA, NÁROVCOVÁ 2009). Tvarování nadzemní části se zaměřuje na vytvoření průběžného stonku. Délka hlavního kořene se pohybuje v rozmezí 23–33 cm. Rostliny, které jsou v průběhu pěstování ve školce vícekrát upravovány, mají lepší poměr tloušťky k výšce. Použitý prostokořenný sadební materiál se vyznačoval průměrnou výškou 135 cm v době výsadby a kompaktním kořenovým systémem.

Motivací k výzkumu možností zalesňování pomocí odrostků listnatých dřevin v imisemi poškozených a růstově nepříznivých oblastech byla skutečnost, že dosud praktikované využití výhradně sazenic běžné obchodní velikosti bylo spojené se značnými ztrátami (VACEK, SIMON 2009). Jde tedy o ověření alternativní a doplňkové metody odrostků s cílem snížení mortality v kulturách v prvních letech po výsadbě. Výhodou vyspělého sadebního materiálu je právě jeho výška, protože je již odrostlý kritické zóně působení přízemního mrazu a terminální pupen je s alespoň částečnou pravděpodobností v bezpečí proti okusu zvěří. Díky své výšce se také zvyšuje konkurenceschopnost vůči buřeni, která často představuje problém. Přesto je metoda zaměřena na výsadbu do podsadbových a prosadbových center v oplocenkách. Předpokládá se tedy rychlejší zajištění kultury v porovnání se standardními sazenicemi a vyšší prosperita a vitalita výsadeb. Teoreticky vhodné je například použití v kombinaci se standardně velkými sazenicemi cílových dřevin za účelem krytí. Nevýhodou metody jsou zvýšené náklady a nároky na manipulaci

s materiálem. Nezbytné je dodržení technologických postupů, zejména šetrné zacházení s ohledem na kořenový systém, a to jak při transportu tak při vlastní sadbě, kdy je nebezpečí deformací velké. Z těchto důvodů se zatím, i přes zmíněné výhody, ve větší míře tento sadební materiál neuplatnil (BURDA, NÁROVCOVÁ 2009). Dá se ale předpokládat zvýšení zájmu v souvislosti s trendem zvyšování podílu melioračních a zpevňujících dřevin v lesních porostech, zalesňování imisních oblastí a jiných obtížně zalesnitelných ploch, vnášením příměsí do stejnověkových jehličnatých porostů apod.

Práce se zaměřuje na komplexní zhodnocení prosperity výsadeb odrostků jeřábu ptačího v Jizerských horách pomocí různých metod. Na některých lokalitách mohou odrostky představovat vhodnou alternativu k běžným sazenicím. Listnatá příměs je vnášena do mladých smrkových monokultur za účelem zvýšení jejich druhové a prostorové diverzifikace. Rozrůzněné prostředí porostů je zde základem k jejich stabilizaci. V rámci práce je porovnávána prosperita odrostků se standardními sazenicemi. U odrostků se předpokládá větší úspěšnost výsadeb na zabuřenělých plochách, vyšší odolnost proti nepříznivým mrazovým jevům. Terminál se nachází nad kritickou přízemní zónou už v době výsadby, očekává se tedy menší poškození.

Porosty v Jizerských horách jsou stále ještě charakteristické nevyhovující dřevinnou a věkovou skladbou. Cílem je tedy doplnění dřevinné skladby o listnatou příměs, v některých nevyhovujících případech až rekonstrukce porostů (BALÁŠ, KUNEŠ 2010).

Výsadba odrostků je náročná na spotřebu pracovního času. BALÁŠ et al. 2011b uvádějí reálný čas k výsadbě jednoho stromku v horských podmínkách 4 min 20 s, se stabilizací o cca 1/3 více. Ta se provádí v ideálním případě pomocí dřevěných kůlů z tvrdého dříví a dvou úvazků pružnou páskou. Mzdové náklady jsou také o řád výše než u standardního sadebního materiálu, cca 27 Kč/ks. V horách navíc dochází k výrazné variabilitě doby trvání jednotlivých operací výsadby (BALÁŠ, KUNEŠ 2010). Cena odrostku je zhruba 30 Kč, standardní sazenice 5–10 Kč. Na druhou stranu zvýšené pracovní a finanční náklady mohou být vyváženy nízkou mortalitou vyspělého sadebního materiálu, jeho celkovou odolností a

ujímavostí. Podstatnou záležitostí je ochrana kultur. Zalesňování holin v prostředí Jizerských hor přináší i další problémy – je nutno počítat se spárkatou zvěří a zajíci. Je také zjištěno, že výsadby mohou velmi trpět například při přemnožení myšovitých hlodavců (BALÁŠ, KUNEŠ 2010).

Pro odrostky se dá použít jak individuální ochrana (tubusy), tak kvalitní oplocení. Bohužel v mnoha případech perfektní ochrana není možná – před myšovými hlodavci, stejně tak před jelení zvěří není schopen ani tubus poskytnout stoprocentní ochranu. Bylo ale zjištěno, že jeřáb není poškozován tak silně jako buk nebo klen.

## 2.2. Vitalita dřevin

Je to pojem pravděpodobně srozumitelný, ale přesto se relativně těžko úzce definuje. V Lesnickém naučném slovníku definuje KŘÍSTEK 1995 vitalitu dřevin jako dědičně podmíněnou a vnějšími podmínkami ovlivnitelnou životaschopnost dřevin, která se projevuje lepší přizpůsobivostí k vnějšímu prostředí, vyšší odolností, větší plodností, větší délkou života. Umožňuje dřevině bránit aktivizaci škodlivých činitelů a odstraňovat následky poškození. Vitalita se chápe jako jakási "chuť k životu, čili potenciál k růstu a vývoji (DOBBERTIN 2005). Míra vitality se projevuje při působení stresových podmínek. Chřadnoucí jedinec má v tomto smyslu horší pozici, je blíže k úhynu a projevuje tedy nižší vitalitu. Specifikem vitality jako veličiny je, že se nedá přímo měřit a obtížně se kvantifikuje. Můžeme na ni usuzovat nepřímou, anebo hodnotit vizuálně. Pomoci nám mohou ukazatele jako výškový a laterální přírůst, či olistění. DOBBERTIN 2005 seřadil růstové procesy jako ukazatele vitality podle důležitosti následovně: růst asimilačních orgánů, růst kořenů, růst pupenů, vývoj zásobních pletiv, růst kmene, vývoj obranných systémů a reprodukčních orgánů. Při hodnocení jedince je ale problém s přiřazením hodnot k referenčnímu stromu. Vždy se jedná totiž o relativní hodnoty vztahující se ke konkrétnímu stanovišti. Stav vitality

si můžeme určitým způsobem potvrdit chemickým složením vegetačních orgánů, analýzami obsahu živin a chlorofylu, ale ty se nedají použít přímo v terénu.

Pojem vitalita je vždy neoddělitelně spojena s podmínkami stresu a odolností proti němu. Důležité je rozlišovat krátkodobý a dlouhodobý stres. V prvním případě často není ohrožena prosperita stromu. Vyvolá sice rychlou reakci stromu, ale v dlouhodobém měřítku není snížení vitality zaznamenáno. V případě dlouhodobého vystavení stresových podmínek jsou reakce trvalé a jedinec je nucen se tomuto stavu přizpůsobit, případně se vitalita snižuje. Dále je možno vylišit Eu-stress – mobilizační a stimulační, jež ve svém důsledku působí na rostliny pozitivně, protože stimuluje fyziologickou aktivitu rostlin; a Dis-stress, který negativně ovlivňuje vývoj a přežívání a způsobuje nevratné poškození. To se může projevit v různém časovém horizontu. Na úrovni orgánů může být prostřednictvím enzymů změna patrná během zlomků sekund. Na úrovni buněk a pletiv je reakce pozorovatelná v průběhu hodin či týdnů, v případě jednotlivých rostlin pak často během jednoho vegetačního období. Na úrovni rostlinných společenstev a ekosystémů se jedná o horizont několika let až desetiletí. Proto je třeba vitalitu výsadeb dřevin hodnotit po více let.

Když uvážíme, že koncept vitality zahrnuje celkový stav stromu, jedná se o jeden z nejdůležitějších parametrů z hlediska zdravotního stavu lesa. Je tedy výhodné z důvodů různých požadavků na funkce lesa sledovat vitalitu porostů a zjišťovat případné příčiny poklesu vitality a navrhnout řešení.

### 2.3. *Jeřáb ptačí – popis a taxonomické zařazení*

Jedná se o běžnou dřevinu našich lesů. Vyskytuje se ve formě keře, ale mnohem častěji stromu. Pak dosahuje výšky 15–18 m. V lesních porostech tvoří jeden kmen, na otevřených prostranstvích pak několika kmenné jedince. Najdeme ho od nížin až po alpský stupeň. Borka je světle hnědá a hladká (HEJNÝ, SLAVÍK 2003). Pupeny jsou tmavě červenohnědé až

fialové (COOMBES 2008), nejčastěji bíle chlupaté; má lichozpeřené listy se 4 až 9 jařmy. Květenstvím je chocholičnatá lata. Korunní lístky jsou okrouhlé, bílé (KREJČA et al. 2007). Kvete v květnu a červnu. Plodem jsou oranžovočervené až červené malvice. V zahradnictví je znám také kultivar "Fructo-lutea" se žlutými malvicemi. Jeřabiny jsou známy v tradiční lidové medicíně pro mnohé blahodárné účinky. Také se z nich (především přešlé mrazem) vyráběla pravá pálenka jeřabinka pro myslivce.

Taxonomicky je rod *Sorbus* poněkud komplikovaný. Kromě *Sorbus aucuparia* jsou našimi dalšími zástupci rodu *Sorbus* v širším slova smyslu jeřáb muk (*Sorbus aria*), oskeruše (*Sorbus domestica*) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis*). MCALLISTER 2005 je ale nověji zařazuje do vlastních rodů (*Aria*, *Cormus* a *Torminaria*). V užším slova smyslu tedy do rodu *Sorbus* spadají jen druhy se zpeřenými listy. Díky poznatkům v molekulární biologii se zdá, že například jeřáb břek je relativně izolovaný od ostatních druhů rodu svou morfologií a obsahem chemických látek, tvarem listů je už více podobný k rodu *Crataegus*, zatímco jeřáb muk k rodům *Pyrus* a *Malus*. Základním chromozomovým číslem je 17 (u všech zástupců *Maloideae*). Jeřáb ptačí je diploidní, tedy  $2n = 34$  chromozomů ve dvou sadách. V rodu se ale dále vyskytuje apomiktické rozmnožování, vyskytují se i triploidní i tetraploidní zástupci. Rod *Sorbus* zahrnuje dva podrody (*Sorbus* a *Albocarmesinae*) a 11 sekcí s více než 70 druhy. *S. aucuparia* je z nich zdaleka nejrozšířenější – v celé Eurasii. Typickými severoamerickými zástupci jsou *S. decora* a *S. americana*.

*Sorbus aucuparia* má ze všech druhů nejrozsáhlejší areál - eurasijské rozšíření s mnoha ekotypy (*altaica*, *amurensis*, *anadyrensis*, *boissieri*, *glabrata*, *gorodkovii*, *kamtschatcensis*, *maderensis*, *pohuashanensis*, *polaris*, *praemorsa*, *sibirica*, *fastigiata?*, *moravica?*) (MCALLISTER 2005). Nejzápadnější výskyt je zaznamenán na souostroví Madeira, odkud východním směrem pokračuje až na dálný východ. U nás je známa zmiňovaná subspecie *Sorbus aucuparia glabrata* z vrcholových partií Krkonoš (8. – 9. LVS). Tuto subspecii lze rozeznat podle lysých pupenů. Je typická pro horské oblasti střední Evropy a severní Evropu, avšak pravděpodobně se jedná o přechod k *S. sibirica*, který má pupeny ještě více lysé.

Tab. 1: Taxonomické zařazení

<b>Řád</b>	<i>Rosales</i>
<b>Čeleď</b>	<i>Rosaceae</i>
<b>Podčeleď</b>	<i>Maloideae</i>
<b>Rod</b>	<i>Sorbus</i>
<b>Druh</b>	<i>S. aucuparia</i>

Je u něj známé rozmnožování pomocí endozoochorie tj. roznos semen živočichy s průchodem přes trávicí trakt, v tomto případě především drozdovitými ptáky. Je to pionýrská strategie pro přežití a rozšíření. Tento způsob přirozené obnovy ale selhává v prostředí s nepřírodně vysokými stavy spárkaté zvěře.

Jeřáb je světlomilný s tolerancí na boční zástín. Mladé semenáčky jsou stín snášející a pod neúplně zapojeným smrkovým porostem dokáží v mládí tvořit spodní etáž. Tato vlastnost umožňuje jeřábu, obdobně jako například jasanu, v případě vytvoření porostní mezery počáteční konkurenční výhodu oproti dřevinám, které spoléhají na následný nálet. Je to dřevina odolná vůči klimatickým extrémům, není příliš poškozován časnými ani pozdními mrazy. Je relativně hodně tolerantní ke kouřovým plynům. Nemá tendenci tvořit souvislé porosty (MCALLISTER 2005), na rozdíl například od pionýrů z rodů *Betula* a *Alnus*. Není náročný na půdu ani vlhkost, jako ostatní pionýři toleruje širokou škálu půdního pH, avšak nesnáší záplavy a přílišné zasolení. Preferuje lehčí a písčitéjší substráty nad těžkými jílovitými. Přirozeně se vyskytuje na kamenitých a skalnatých terénech a půdách s kyselou reakcí. Osídluje volné plochy při sekundární sukcesi, exponovaná stanoviště, ruderalní plochy, zrašeliněné bažiny, holiny, ale i meze a světliny, dále se vyskytuje ve světlých lesích a na okrajích porostů. Často se objevuje spontánně spolu s břízou. V horských smrčínách je přirozenou příměsí až k horní hranici lesa, kde se smrkem vytváří jeřabové smrčiny (8Z) – nejvíce v Hrubém Jeseníku, pak v Krkonoších, Krušných, Orlických a Jizerských horách, poměrně vzácné jsou na Šumavě (NADACE DŘEVO PRO ŽIVOT 2007). V mnoha oblastech



dosahuje stromové hranice i nad ní (v keřové formě), a to jak s postupující nadmořskou výškou, tak s narůstající zeměpisnou šířkou. Z lesních kultur v nižších polohách se vyřezává jako plevelná dřevina, přestože svojí řídkou korunou příliš nebrání prosperitě cílových dřevin. Naopak v horských nepříznivých polohách může být jeho krycí funkce více oceněna. V lesních porostech trpí sníženou konkurencí. Přesto se ve formě zmlazení vyskytuje velice běžně v podrostu, a to díky produktivní strategii roznosu semen. Dobré odrůstání jeřábového zmlazení značí únosné stavy spárkaté zvěře.

Kořeny bývají velmi mělké, dobře uzpůsobené nevyvinutým půdám. Naopak tedy tento povrchový kořenový systém není vhodný na zamokřených, špatně provzdušňovaných půdách. Na těžkých půdách koření primárně ve svrchních humusových vrstvách, a tudíž je velmi nestabilní vůči větru. To je zajímavé v protikladu k jeho vysoké toleranci k extrémním podmínkám klimatu na půdách slabě vyvinutých nebo na skalách.

Přírůst jeřábu může být v mládí značný, avšak záhy rychle zpomaluje. Částečně to je způsobeno vysokou energetickou náročností produkce velkého množství dužinatých plodů. Dožívá se zhruba 60–80 let, ve stáří je napadán houbami *Pleurotus spp.*, *Piptoporus squamosus* a dalšími. Chřadnoucí stromy produkují množství výmladků vyrůstajících hlavně z báze kmene, takže daný genotyp bývá zachován velmi dlouho.

Z hlediska stavby dřeva se jedná o dřevinu roztroušeně pórovitou až polokruhovitě pórovitou; s jádrem a širokou bělí. Dřevo je málo trvanlivé a s výskytem dřeňových skvrn, středně těžké, středně tvrdé. Na radiálním řezu jsou viditelná drobná tmavě hnědá zrcátka (ÚSTAV NAUKY O DŘEVĚ 2002). Autoři dále uvádí, že dřevo nemá z hlediska dřevozpracujícího průmyslu význam, pouze se okrajově používá v řezbářství, kolářství, soustružnictví, na výrobu částí hudebních nástrojů, drobných výrobků pro domácnost, drobného nářadí.

Jeřáb společně s břízou mají jako součást porostů náhradních dřevin odlišné postavení od exotických jehličnanů, protože jsou žádoucí i v cílové skladbě (BALCAR, SLODIČÁK 2007). Tyto dřeviny stály až do začátku působení imisí spíše na okraji zájmu a v lesních porostech

tvořily jen malou příměs. Jako porostotvorným dřevinám se jim začala věnovat větší pozornost, až když se projevila jejich schopnost prosperovat i na plochách s extrémními imisně ekologickými podmínkami, kde se obnova jiných dřevin nedařila (PODRÁZSKÝ, MORAVČÍK 1992). Jejich funkce se studovaly z více hledisek ve vztahu k pěstování lesa. Dříve to bylo zakládání nových porostů na holinách – pro úpravu prostředí a vytvoření podmínek pro obnovu cílových dřevin, dnes spíše jako dřeviny vnášené do smrkových porostů pro jejich obohacení. Dle výsledků práce těchto autorů mohou být samovolně přirozenou obnovou vznikající jeřábové porosty poměrně husté, například ve věku 17 let dosahovaly průměrného počtu 24 tisíc jedinců na hektar. SLODIČÁK et al. 2008 považují za vhodné náhradní dřeviny jeřáb, břízu a olši; zejména z hlediska vlivu na půdní prostředí.

#### 2.4. Charakteristika prostředí Jizerských hor

Jsou naším nejsevernějším pohořím, nacházejí se ve Frýdlantském výběžku. Spadá do geomorfologické jednotky krkonošsko – jesenické subprovincie. Převládající směr pohoří je JV. Typickým reliéfem jsou náhorní plošiny s širokými mělkými údolími, se zaoblenými hřbety a plochými kupami. Nejvyšší vrchol Wysoka Kopa (1 126 m n. m.) se nachází v Polsku. Nejvyššími vrcholy na území Česka jsou Smrk (1 124 m n. m.) a Jizera (1 122 m n. m.). Náhorní plošina se rozprostírá ve výšce 850–950 m (SLODIČÁK et al. 2009). Pohoří je ohraničeno Libereckou kotlinou na jihu a Frýdlantskou pahorkatinou na severu, do které spadá příkrými srázy. Jedná se o Chráněnou krajinnou oblast a Chráněnou oblast přirozené akumulace vod. Pro vodní režim oblasti mají zásadní význam rašeliniště, která vznikají nedostatečnými odtokovými poměry.

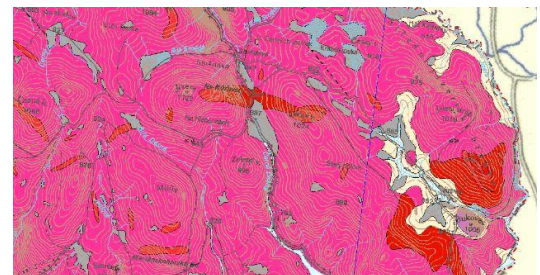
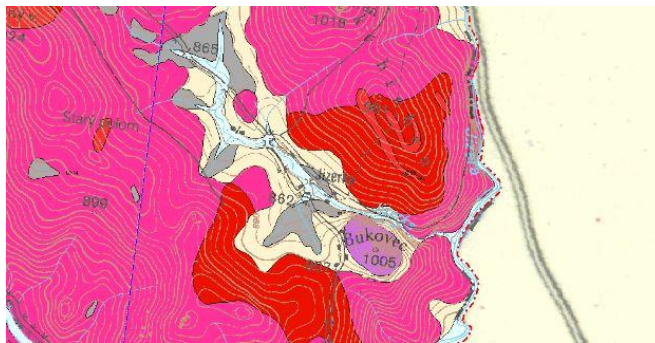
### 2.4.1. Klimatické podmínky

Jizerské hory jsou výraznou srážkovou oblastí s chladným a perhumidním charakterem klimatu. Roční úhrn srážek dosahuje až 1300 mm. Za rok 2011 byl na měřicí stanici Jizerka naměřen úhrn srážek 1093 mm (data ČHMÚ).

Výsadba se nachází v klimaticky i pedologicky nepříznivé imisní oblasti s charakterem mrazové kotliny. Jedná se o jednu z nejvýraznějších mrazových kotlin v České republice vůbec. Stanoviště je velmi chudé, střídavě zamokřené (BALÁŠ, KUNEŠ 2010). Teplotním specifikem jsou v tomto mělkém údolí Jizerky výrazné inverze s extrémně drsným mikroklimatem (SLODIČÁK et al. 2009). Silné přízemní mrazy jsou problémem pro obnovu lesa, a to zejména na holině, kde jsou extrémy schopny se nejvíce projevit. Údolí říčky Jizerky a mírné svahy kolem jsou mrazovou kotlinou s extrémními klimatickými podmínkami. V zimě jsou zprávy z klimatické stanice Jizerka, kdy teplota klesá až k  $-40^{\circ}\text{C}$ . Dle dobových záznamů byla v roce 1940 na Jizerce údajně naměřena teplota  $-42^{\circ}\text{C}$  (NEVRLÝ et al. 1983), což se značně blíží českému mrazovému rekordů. I v letních měsících jsou zde nezdřídka zaznamenávány noční a ranní teploty pod bodem mrazu. Ty jsou problémem zejména v kombinaci s vysokou denní teplotou, a tudíž velkým kolísáním teplot během krátké doby. BALÁŠ et al. 2011b zmiňuje například mrazovou epizodu z 8. 7. 2010, kdy ranní teplota v přízemní vrstvě vzduchu dosáhla  $-2^{\circ}\text{C}$ , kdežto maximální denní teplota ve 2 m dosáhla  $+25^{\circ}\text{C}$ ; další mrazové epizody toho roku zmiňuje 27. 7. a 20. 8., a to v přízemní vrstvě. V roce 2011 byly taktéž v červenci naměřeny hodnoty pod bodem mrazu v přízemní vrstvě vzduchu a odpoledne teplota v 1 m vystoupila na  $26,2^{\circ}\text{C}$ . V únoru 2012 padly na Jizerce tři teplotní rekordy, nejnižší teplota byla naměřena dne 3. 2. 2012, a to  $-35,3^{\circ}\text{C}$  (JŮZA 2012). V dubnu 2012 byly zjištěny ranní teploty na stanici Jizerka - rašeliniště  $-22^{\circ}\text{C}$  a na Jizerce  $-20,9^{\circ}\text{C}$  (BOROVIČKA 2012).

### 2.4.2. Geologické podloží

Geologickou jednotkou je Krkonošsko-jizerské krystalinikum. Hlavními horninovými typy jsou jizerské žuly až granodiority. Na území zájmové plochy je z geologické mapy (Obr. 1) dobře rozlišitelný blok biotitického granitu. Tato chudá hornina dává předpoklad ke vzniku chudých středně kyselých půd. Ani kvartérní hlinito-kamenitý sediment říčky Jizerky nedává možnost vzniku bohatších půd na místech relativně těsně u výzkumné plochy. Kromě dominujících prvohorních horninových typů je patrný výskyt třetihorních vyvřelin, které tvoří typické kupy. K zájmové lokalitě je nejbližší kuželovitý vrchol Bukovec (1005 m n. m.) z olivinického nefelinitu.



kenozoikum	
kvartér	
holocén	
6	nivní sediment (fluviální nečlenné + sedimenty vodních nádrží)
9	střepina, rašelina, hnilokal (organická)
14	hlinito-kamenitý, balvanitý až blokový sediment (deluviální) (složení oligomiktní)

#### ČESKÝ MASIV - POKRYVNÉ ÚTVARY A POSTVARISKÉ MAGMATITY

##### terciér (paleogén - neogén), kvartér

eocén, oligocén, miocén, pliocén, pleistocén

198 olivinický nefelinit (složení nefelín, pyroxen, olivín, magnetit, anatázy)

#### ČESKÝ MASIV - KRYSTALINIKUM A PREVARISKÉ PALEOZOIKUM

##### paleozoikum

##### karbon

karbon svrchní

1495 aplitický granit (složení biotit)

1496 granit (složení biotit)

1498 granit až granodiorit

Obr. 1 Geologické podloží v oblasti osady Jizerka (převzato z [www.geology.cz](http://www.geology.cz))

### 2.4.3. Půdní poměry

Je zde patrný sezonní vliv povrchové vody. V jarním období dochází k tání velkého objemu sněhu při náhlém oteplení. Výsledkem je dočasné a povrchové zamokření lokality. V letním období dochází k mírnému vysoušení stanoviště. Pod okolními smrkovými porosty jsou často vyvinuty podzoly, které zasahují i na zájmovou lokalitu. Na části zájmové lokality patrně došlo k přeorání, charakter půdy je daný vlastnostmi původního materiálu a jeho mísením, jedná se tedy o antropozem (NĚMEČEK et al. 2001).

### 2.4.4. Vegetace

Lesní typ zde byl vylišen 8K2 kyselá smrčina třtinová. Hospodářský soubor je 731. Stanoviště leží na mírném svahu s jižní orientací v porostní skupině 270 A2/1a (Obr. 2). Půda je mírně oglejená, důležitou roli pro formování vegetace hrají mrazové jevy. Z bylinných druhů se vyskytují například třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), svízele (*Galium*), metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), pcháč bahenní (*Cirsium palustre*), rdesno hadí kořen (*Bistorta major*), mochna nátržník (*Potentilla erecta*). Třtina chloupkatá tvoří zapojený drn, pro přirozenou obnovu lesa obtížně překonatelný. Ze zoologického hlediska je lokalita zajímavá vysokým výskytem zmije obecné (*Vipera berus*).

### 2.4.5. Lesní porosty

Přirozená dřevinná skladba pro daný SLT je SM 9 – 10, JR±, BK±, JD±, KL± (POLENO a kol. 2007), cílová skladba je SM 8,5 - 10, JŘ±1, (BK, JV) – 1 (ÚHÚL 1999). Území Jizerských hor bylo postiženo imisně-kůrovcovou kalamitou (SLODIČÁK et al. 2009). Nejvíce se vyskytuje



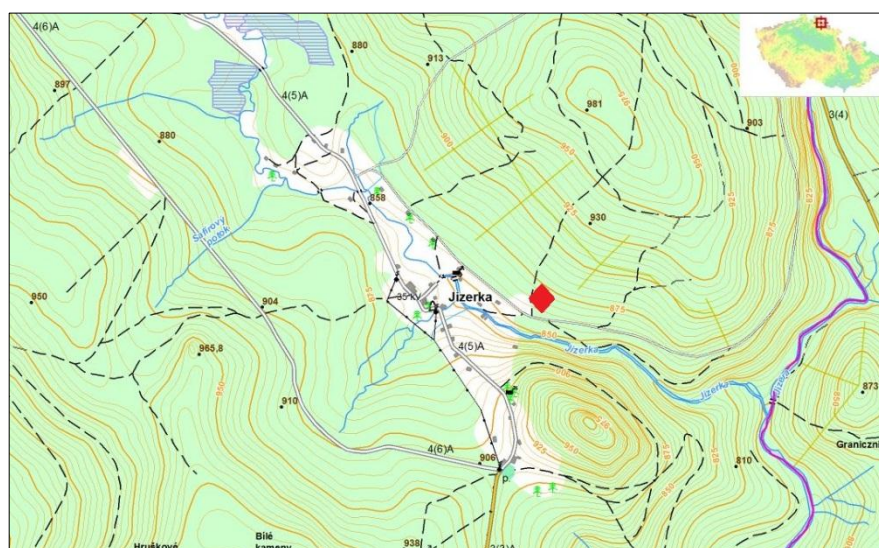
### 3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je:

- na základě dendrometrických charakteristik a vizuálního hodnocení vitality popsat dynamiku vývoje prosperity výsadby odrostků jeřábu ptačího v období od výsadby v roce 2007 do roku 2011;
- výsledky hodnocení stavu vybraných jedinců pomocí chemických a fyzikálních metod (rozbor obsahu živinových prvků a zjišťování fluorescence fotosyntetických pigmentů) porovnat s jejich stavem zjištěným dendrometricky a pomocí vizuálního hodnocení vitality;
- porovnat prosperitu odrostků a standardních sazenic na sledované výzkumné ploše.

#### 4. MATERIÁL A METODIKA

Pokusná výsadba odrostků a standardních sazenic jeřábu ptačího byla založena na podzim 2007. Lokalita se nachází v těsné blízkosti osady Jizerka (Obr. 3) v mělkém údolí říčky Jizerky s charakteristickým klimatem mrazové kotliny. GPS souřadnice jsou přibližně N 50.819033°, E 15.353133° a nadmořská výška kolem 860 m n. m. Směrem na oplocenou plochu je namířena kamera ČHMÚ umístěná na domu horské služby v osadě Jizerka, takže je možné sledovat povětrnostní podmínky on-line neustále, a to v intervalu 5–10 minut (ČHMÚ 2011).



Obr. 3 Umístění výzkumné plochy U Panelové cesty (převzato z [www.portal.cenia.gov](http://www.portal.cenia.gov))

Jako sadební materiál byly použity prostokořenné odrostky. Kořenový systém tohoto vyspělého sadebního materiálu není prostorově rozměrný, což usnadnilo kopání jamek (MILLEROVÁ 2009). Kořenový systém je však dobře vyvinutý, díky několikanásobnému podřezávání kořenů ve školce je bohatý na kořenové vlášení se současným potlačěním kosterních kořenů, ty by si měl strom vytvořit až po výsadbě na stanoviště. Tím by mělo být



sníženo riziko deformací kořenů (KUNEŠ 2006 in MILLEROVÁ 2009). Nadzemní část odrostku by měla mít výšku 121 – 150 cm. Použitý sadební materiál měl průměrnou výšku 135 cm (Tab. 5).

Celkem bylo vysazeno 300 odrostků ve čtrnácti řadách. Provenience sadebního materiálu je PLO 22 Krkonoše, LVS 7 bukosmrkový. Zároveň ve třinácti řadách byla ke každému odrostku vysazena kontrolní sazenice standardní velikosti. Tato dvojsadba by měla poukázat na rozdíly ve vitalitě, dynamice růstu a případné mortalitě. Sazenice standardní velikosti byly obalované RCK, průměrná výška 27 cm (Tab. 6), provenience PLO 22 – Krkonoše, LVS 7 bukosmrkový – pocházely ze stejného osiva jako odrostky.

Výsadba byla umístěna do oplocenky tvaru obdélníku 50 x 30 m, tedy cca 1 500 m<sup>2</sup>. Byla provedena stabilizace pomocí kúlů (tloušťka 5 x 8 cm) a pružných plastových pásek. Pásky byly upevněny na dvou až třech místech na kmínku.

V květnu 2009 proběhlo přihnojení. Použit byl Silvamix Mg – hnojivo typu NPK (MgO) 10 – 13 – 6,5 (16) 60 % z obsaženého celkového dusíku je v pomalu rozpustné formě (metylen urea); ke každému stromu v hnojených řadách bylo aplikováno 30 g ve formě 3 ks 10g tablet. Přihnojovány byly řady IV – XI a X – XIII. Tablety byly rozmístěny do vrcholů rovnostranného trojúhelníka kolem stromku, ve vzdálenosti 20 až 30 cm od kmínku a do hloubky cca 5 až 10 cm. Hnojivo na přihnojené variantě bylo aplikováno k jednotlivým odrostkům „X“ (30 g na odrostek) a rovněž ve stejném množství i k jeřábům standardní velikosti „x“ (30 g na stromek), které s odrostky tvoří dvojsadbový pár, s tím, že vzdálenost tablet od kmínku je u standardně velkých jeřábů menší, cca 15 až 25 cm.

Tato práce rozlišuje hnojené a nehnojené varianty jen okrajově a doplňkově, protože je předpoklad, že se zatím účinné látky příliš neuvolňují a nemají statisticky významný vliv na sledované veličiny. Primární úlohou zůstává porovnání vitality v rámci všech odrostků. Celkové schéma rozložení přehledně zobrazuje "PŘÍLOHA II".

Počínaje následujícím rokem od výsadby probíhají každé léto měření. U všech jedinců ve výsadbě je měřena výška (pomocí dvoumetrové měřicí latě s přesností na centimetry) a s výjimkou druhé sezóny (2009) také tloušťka kořenového krčku (pomocí posuvného měřidla – průměrky; s přesností na milimetry). Odumřelí jedinci nebyli do výsledků průměru započítáváni. V roce 2009 neproběhlo měření tloušťek, protože předpokládaná změna tloušťky byla malá a pod rozlišovací schopností měření. Je třeba si uvědomit, že usuzovat na úspěšnost výsadeb listnatých odrostků čistě podle měření výšek v prvních letech by mohlo být zavádějící, protože dochází ke zlomům, škodám abiotickými i biotickými činiteli.

U průměrných výšek nebyli odumřelí jedinci bráni v potaz, ale ostatní stupně vitality (A, B, C, D) ano, a to i v případě, že u nich došlo ke zlomu. V případě velkého výskytu zlomů tedy mohlo teoreticky dojít k snížení průměrné výšky (zápornému přírůstu). Průměry byly zaokrouhlovány na celé centimetry.

Dále se vizuálně zjišťuje vitalita. Pro tento účel byla vytvořena tabulka vitality (Tab. 2), do které byly jedinci zařazováni. Celou výsadbu hodnotil jeden člověk, čímž by mělo být zaručeno normální rozdělení chyb.

Pro statistické vyhodnocení výšky, tloušťky kořenového krčku a vitality byl použit Kruskal-Wallisův neparametrický test na hladině významnosti 0,05. V případě vitality bylo postupováno tak, že jednotlivým stupňům (E až A) byla přiřazena čísla (0–4), která byla následně podrobena statistickému vyhodnocení.

Statistické zpracování bylo provedeno jen u hnojené varianty, ze které byli vybíráni jedinci pro chemické a chlorofylové analýzy. Rozdíly mezi hnojenou a nehnojenou variantou jsou však zanedbatelné a údaje pro hnojenou variantu lze tedy zobecnit pro celou výsadbu.

Tab. 2: Stupnice pro hodnocení vitality odrostků v prvních letech po výsadbě. (Převzato z publikace BALÁŠ et al. 2011a)

A	Výborný stav – výrazný a stabilní výškový přírůst, plné olistění, bez poškození.
B	Dobrý stav – obnovený výškový přírůst, který nemusí být vysoký, ale jedinec je vitální, plně olistěn. Dobrá perspektiva příznivého vývoje do budoucna.
C	Poněkud zhoršený stav – bez významnějšího přírůstu, případně přírůst tvoří jen tenké výmladky (vlky), poněkud snížená vitalita, ale velká většina koruny je živá. Uspokojivá perspektiva přežití, byť přírůst bude zřejmě po několik let zpomalen.
D	Výrazně zhoršený stav – výrazné projevy defoliace, celkové chřadnutí, živá je často jen spodní část stromu. Pravděpodobně uschne nebo bude delší dobu živořit.
E	Suchý.

Předpokládá se, že na výslednou vitalitu má vliv úroveň fotosyntetické aktivity. O celkové fotosyntetické kapacitě vypovídá fluorescence chlorofylu i samotný obsah chlorofylu ve fotosynteticky aktivních pletivech (ŠPULÁK et al. 2011). V roce 2010 a 2011 proběhly v polovině července odběry listů u vybraných jedinců pro účely laboratorního zjištění obsahu chlorofylu. Vlastní laboratorní zjišťování probíhala ve výzkumné laboratoři VÚLHM v Opočně. Metodika analýz je převzata od Ing. Ondřeje Špuláka, Ph.D.; podobně je uvedena například v článku ŠPULÁK et al. 2011.

Pro analýzy chlorofylu a chemické rozbory se vybrala vždy jen část jedinců, a to jen ve hnojené části výsadby. Vybírání byli takoví jedinci, kteří svým stavem co nejlépe reprezentovali daný stupeň vitality. Hodnocenými stupni vitality byly A, B a C s 15 analyzovanými jedinci na variantu. Zvoleny byly stromky rostoucí na osluněných místech, odebírány výhony s plně vyvinutými, pokud možno nepoškozenými listy. Neodebíraly se vzorky jedinců s vitalitou D, a to kvůli nedostatku jedinců a nedostatečnému olistění.

Fluorescence chlorofylu byla měřena přístrojem Imaging-PAM (IKEA0150A, Heinz Walz GmbH, obslužný software ImagingWin V2.32) následující den po odběru vzorků. Před

měření byly vzorky minimálně 1 hodinu adaptovány na pokojovou teplotu. Pro analýzu byla vybrána střední část (bez hlavní žilky) náhodně zvoleného listu z každého jedince. Každý jedinec byl při měření zastoupen třemi listy (tzn. tři opakování), opakování probíhalo v náhodném pořadí.

Vzorky byly dále při pokojové teplotě po minimálně 30 minut adaptovány na tmu uzavřené v plastových krabičkách se zvýšenou vlhkostí vzduchu. Temnotní adaptace po dobu minimálně 20 minut u zelených listů zaručuje předvedení fotosyntetického aparátu do klidového stadia, v kterém jsou otevřena všechna reakční centra fotosystému II. V tomto stavu je možné zaznamenat parametry nezbytné pro správné kvantifikování procesů fotochemické i nefotochemické povahy, které se uplatňují během primární fáze fotosyntézy (Roháček 2005).

Měření přístrojem Imaging-PAM se odehrávalo v zatemnělé místnosti. Hned po nažhavení osvitového kruhu byl změřen parametr minimální ( $F_0$ ) a maximální fluorescence ( $F_M$ ) a obslužným softwarem dopočítán parametr  $F_v/F_M$ , kde

$$F_v = F_M - F_0$$

Tento parametr je označován jako maximální kvantový výtěžek fotochemie fotosystému II pletiva adaptovaného na tmu (Maxwell, Johnson 2000). Dále byla saturačním pulzem 800 ms a intenzitou fotosynteticky aktivního záření (PAR)  $2400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  změřena absorptivita, vypočítaná obslužným programem podle vztahu

$$\text{Abs.} = 1 - R/\text{NIR.}$$

Následovalo měření parametrů zkrácené světelné kinetiky (light response curves) při zvyšující se intenzitě aktinického záření (až  $1414 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR), ve 22 krocích o intervalu 10 sekund. Ze získaných parametrů byl pro účely této studie analyzován průběh parametrů nefotochemické zhášení (NPQ)

$$NPQ = \frac{(F_m - F_m')}{F_m'}, \text{ kde } F_m' \text{ značí maximální výtěžek fluorescence listů adaptovaných}$$

na světlo, a rychlost transportu elektronů – ETR, vypočítané podle vztahu

$$ETR = Y(II) \times PAR \times 0.5 \times Abs,$$

kde  $Y(II)$  značí efektivní kvantový výtěžek PS II, vypočítaný jako

$$Y(II) = \frac{(F_m' - F)}{F_m'}.$$

Zpracování dat proběhlo tak, že pomocí metod explorační analýzy byly nejprve vyloučeny odlehlé hodnoty. Poté byly vypočítány průměry veličin za jednotlivé jedince a u souboru dat ověřeny předpoklady analýzy rozptylu (normalita, homogenita rozptylů). V případě potřeby byla provedena transformace dat za účelem zlepšení výběrových parametrů (Box-Coxova). Vzájemné porovnání bylo provedeno metodou analýzy rozptylu s následným Tukey testem, v případě, že transformace nepřinesla naplnění předpokladu normality (Abs.), byl použit Kruskal-Wallisův neparametrický test. Analýza byla zpracována v prostředí R, na hladině významnosti 0,05.

Obsah makroprvků se hodnotil na stejných jedincích. Stanovení obsahu dusíku se provádí destilací HCl na kyselinu boritou, fosforu a hořčíku spektrofotometricky, vápníku a draslíku plamennou fotometrií (PODRÁZSKÝ, MORAVČÍK 1992). Obsah sodíku se stanovuje plamennou fotometrií, atomovou absorpcí nebo titračně ve filtrované vodě (ŠKARPA 2010).

Ze standardních sazenic se vzorky pro analýzy neodebíraly z důvodu nedostatku listů.

## 5. VÝSLEDKY

Zatím jsou k dispozici výsledky měření po čtvrtém roce od výsadby. V některých letech se mohou lišit počty sazenic standardní velikosti  $\pm 1$  až 2, z důvodu jejich obtížného nalézání v zabuřeněném terénu. Obsahy N a P z roku 2011 v době vypracovávání práce ještě nebyly k dispozici.

### 5.1. Mortalita

Tab. 3: Mortalita odrostků v jednotlivých letech [ks]

	2008	2009	2010	2011	<b>Celkem</b>
<b>hnojené</b>	1	3	2	0	<b>6</b>
<b>nehnojené</b>	2	2	2	1	<b>7</b>
<b>Celkem</b>	3	5	4	1	<b>13</b>

Tab. 4: Mortalita normálních sazenic v jednotlivých letech [ks]

	2008	2009	2010	2011	<b>Celkem</b>
<b>hnojené</b>	2	1	4	1	<b>8</b>
<b>nehnojené</b>	1	2	1	0	<b>4</b>
<b>Celkem</b>	3	3	5	1	<b>12</b>

U odrostků byla po prvním roce od výsadby zjištěna pouze minimální mortalita, a to v počtu tří jedinců (Tab. 3). U dalších patnácti stromů se objevil zlom nebo suchý vrchol. Překvapivě nízká mortalita byla zaznamenána rovněž u standardních sazenic (Tab. 4). V roce 2011 oba typy sadebních materiálů vykazaly nejnižší mortalitu za celé sledované období, což může napovídat o překonání šoku z vysazení a zlepšování celkového zdravotního stavu. Celkem je tedy mortalita u odrostků i u standardních sazenic kolem 4 %.

## 5.2. *Dendrometrické veličiny*

### 5.2.1. *Výška*

Tab. 5: Průměrné výšky odrostků [cm]

	2007	2008	2009	2010	2011
<b>hnojené</b>	136	156	162	186	189
<b>nehnojené</b>	134	154	160	181	184
<b>Celkem</b>	135	155	161	183	187

Tab. 6: Průměrné výšky standardních sazenic [cm]

	2007	2008	2009	2010	2011
<b>hnojené</b>	27	42	40	50	46
<b>nehnojené</b>	27	42	43	52	46
<b>Celkem</b>	27	42	41	51	46

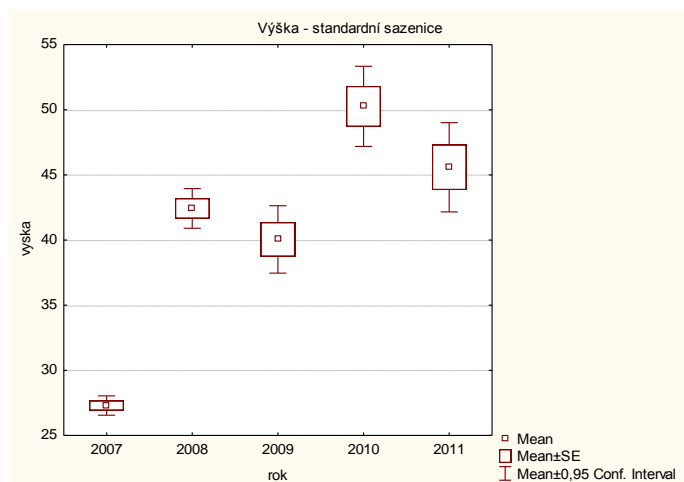
Ve čtvrtém roce po výsadbě dosahují odrostky uspokojivé výšky kolem 187 cm (Tab. 5), takže terminální pupeny jsou s velkou pravděpodobností pryč z dosahu nejkritičtější zóny mrazu a poškozování zvěří. Je zde patrný mírný výškový rozdíl mezi hnojenou a nehnojenou variantou. Naopak u sazenic standardní velikosti se o zajištěné kultuře hovořit nedá. S výškou kolem 46 cm (Tab. 6) jsou stále vystaveny nejhoršímu působení sněhu a námrazy i v příštích sezónách.

Mezi lety 2007 a 2008 sezóny byl u odrostků zaznamenán průkazný nárůst výšky, další rok (2009) však již výsadba vzhledem k projevujícímu se šoku z přesazení průkazně nepřirůstala. Po překonání šoku došlo v roce 2010 k dalšímu přírůstu, který se v následujícím roce (2011) opět zastavil vlivem poškození stromků mrazem v jarním období. Dynamika změn výšky odrostků je patrná z Grafu 1.



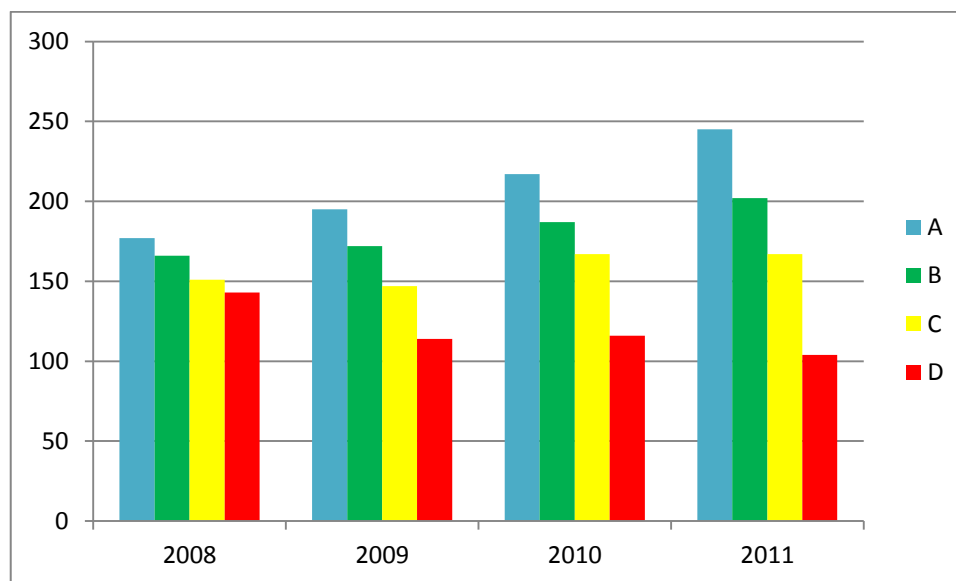
Graf 1. Vývoj průměrné výšky [cm] u odrostků

U standardních sazenic byl mezi lety 2007 a 2008 zaznamenán průkazný nárůst výšky, který ovšem do dalšího roku nepokračoval. Po překonání šoku z výsadby byl v roce 2010 zaznamenán významný přírůst, který byl ovšem přerušen poškozením mrazem na jaře 2011. V tomto roce došlo dokonce ke značnému poklesu průměrné výšky, který jen těsně nebyl statisticky významný. Průběh změn ve výšce standardních sazenic je znázorněn v Grafu 2.

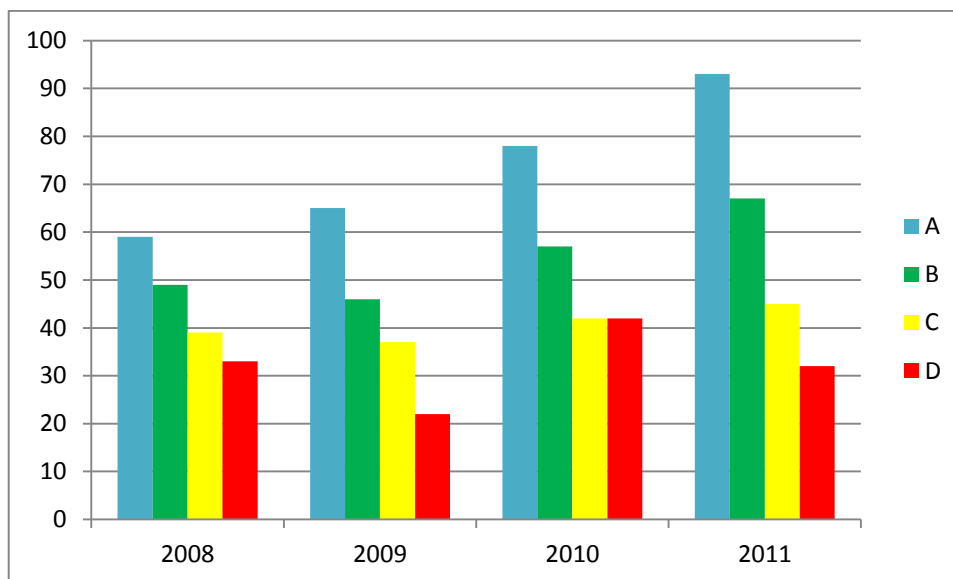


Graf 2. Vývoj průměrné výšky [cm] u standardních sazenic





Graf 3. Průměrné výšky odrostků podle stupňů vitality [cm]

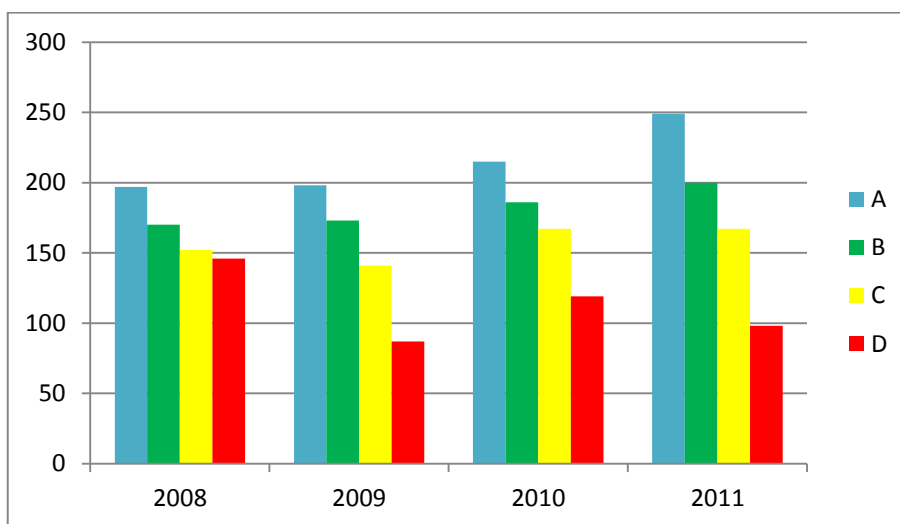


Graf 4. Průměrné výšky sazenic standardní velikosti podle stupňů vitality [cm]

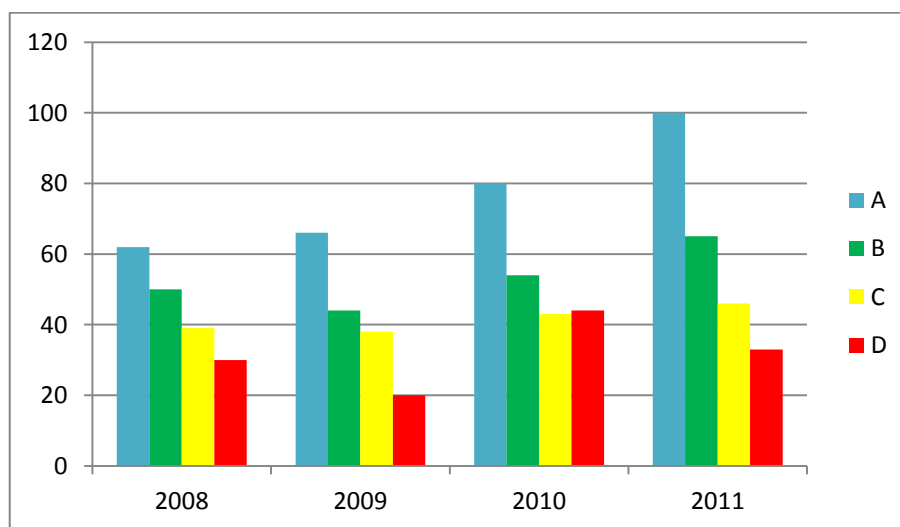
Rozložení průměrných výšek ve stupních vitality je znázorněno v Grafech 3 a 4. Data nejsou samozřejmě úplně nezávislá, protože právě výška je jedním z kritérií pro zařazení do

určitého stupně vitality. Přesto je možné zdůraznit vyšší rozdíly mezi stupněm A vzhledem k ostatním stupňům u standardních sazenic, než u odrostků.

U hnojených variant v podstatě není v hodnotách žádný rozdíl oproti hodnotám z celé plochy, proto jsou přidány jen pro úplnost (Grafy 5 a 6).



Graf 5. Průměrné výšky hnojených variant odrostků podle stupňů vitality [cm]



Graf 6. Průměrné výšky hnojených variant sazenic standardní velikosti podle stupňů vitality [cm]

## 5.2.2. Výškové přírůsty

Tab. 7: Meziroční průměrné výškové přírůsty odrostků [cm]

<b>Odrostky</b>	2007-8	2008-9	2009-10	2010-11
<b>hnojené</b>	19,96	5,97	22,73	3,31
<b>nehnojené</b>	20,77	5,41	19,78	2,46
<b>Průměr:</b>	20,36	5,69	21,28	2,89

Tab. 8: Meziroční průměrné výškové přírůsty standardních sazenic [cm]

<b>Standard</b>	2007-8	2008-9	2009-10	2010-11
<b>hnojené</b>	15,03	-2,42	9,52	-4,68
<b>nehnojené</b>	14,88	0,70	8,74	-5,26
<b>Průměr</b>	14,95	-0,89	9,13	-4,97

U odrostků je zřejmý stabilní výškový přírůst, a to hned od prvního roku po výsadbě (Tab. 7). Zpomalení v roce 2009 bylo způsobeno poměrně vysokým výskytem suchých vrcholů a částečně také zlomů. V dalších letech došlo k regeneraci. Podobná dynamika přírůstu je patrná i u standardních sazenic (Tab. 8). V květnu 2011 došlo k výraznému omrznutí pozdními mrazy, což se následně znatelně projevilo ve sníženém výškovém přírůstu oproti roku 2010.

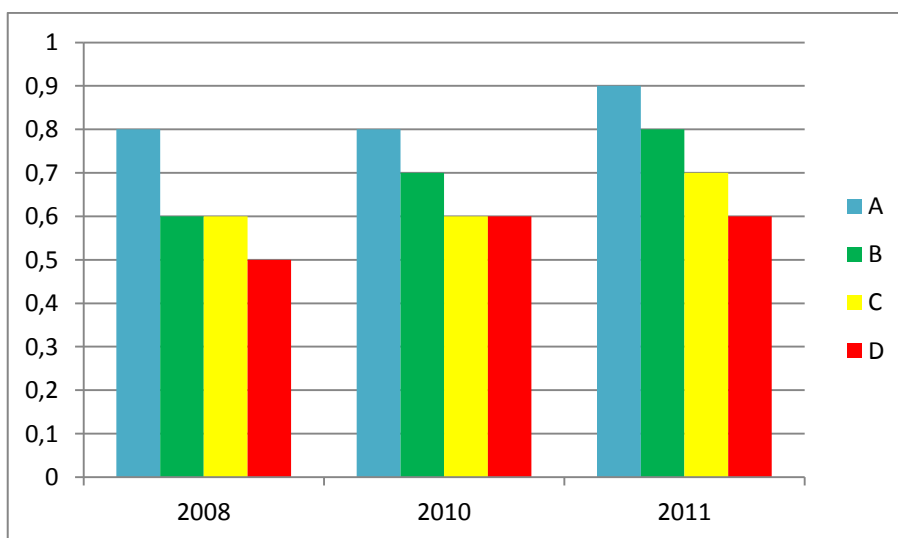
## 5.2.3. Tloušťka

Průměrné tloušťky kořenového krčku odrostků byly v roce 2008 1,7 cm; v roce 2010 1,8 cm a v roce 2011 1,9 cm. Je tedy patrný stabilní tloušťkový přírůst, který je mezi roky 2008

a 2010 statisticky významný, mezi lety 2010 a 2011 již nikoliv. U standardních sazenic to platí stejně, hodnoty byly 0,6; 0,7 a 0,8. Přírůsty jsou statisticky významné. Opět je patrné, že vizuálně vitálnější jedinci mají i o něco větší průměrnou tloušťku (Grafy 7 a 8).



Graf 7. Průměrné tloušťky odrostků podle stupňů vitality [cm]



Graf 8. Průměrné tloušťky sazenic standardní velikosti podle stupňů vitality [cm]

5.3. *Vitalita*

Tab. 9. Zastoupení stupňů vitality u odrostků

	2008	2009	2010	2011
<b>A</b>	5	29	48	40
<b>B</b>	95	131	150	100
<b>C</b>	162	121	82	136
<b>D</b>	34	14	12	15
<b>E</b>	4	5	8	9
<b>Součet</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

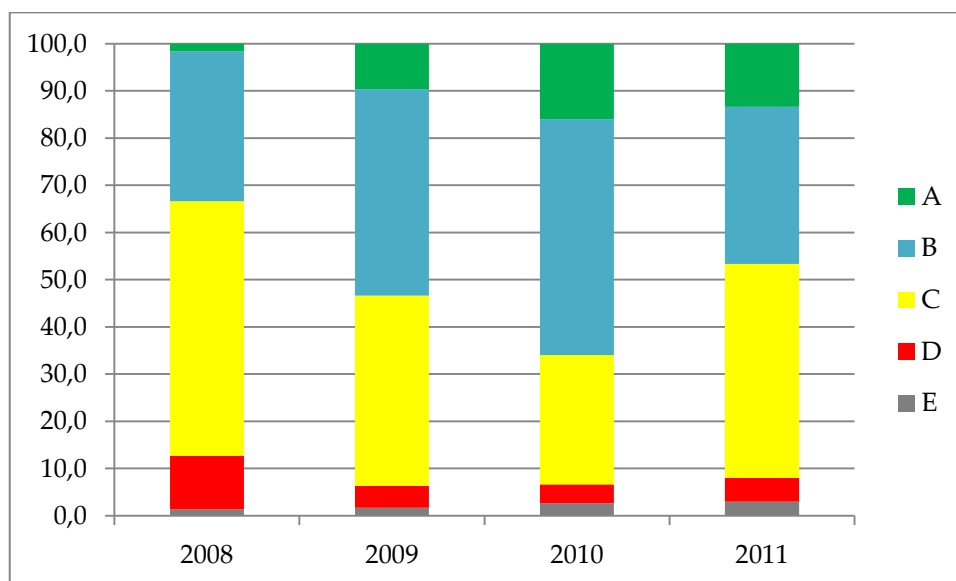
Tab. 10. Zastoupení stupňů vitality u sazenic standardní velikosti

	2008	2009	2010	2011
<b>A</b>	4	16	29	14
<b>B</b>	106	108	96	35
<b>C</b>	158	153	144	144
<b>D</b>	18	7	10	86
<b>E</b>	6	6	11	14
<b>Součet</b>	<b>292</b>	<b>290</b>	<b>290</b>	<b>293</b>

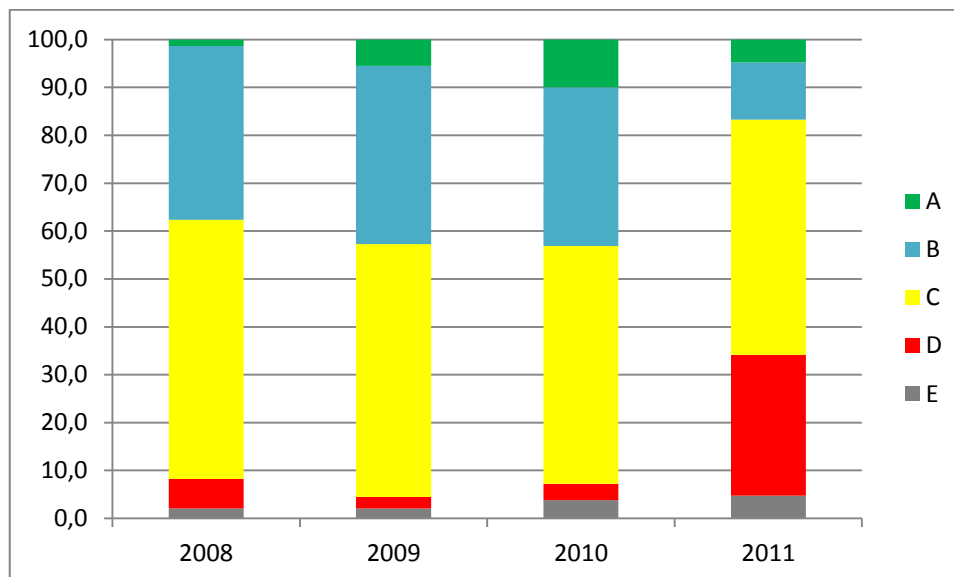
Z výsledků pozorování stupňů vitality je patrné, že měřítko bylo zpočátku zvoleno jako C = průměrný jedinec. Stupeň C si udržuje dominanci u obou použitých sadebních materiálů, i když postupně dochází k diferenciaci. Během let 2008–2010 se vitalita zlepšovala (mezi lety 2008 a 2009 bylo zlepšení vitality statisticky významné), což se projevilo v nárůstu četností stupňů A i B, naopak zastoupení stupně D se snižovalo. Tento trend se obrátil v roce 2011 (Tab. 9 a 10), kdy došlo vlivem mrazových škod k významnému snížení vitality (lze očekávat,

že bude jen přechodné). Stupně E se postupně kumulují, ale přesto je mortalita překvapivě nízká, zejména u standardních sazenic. U standardních sazenic byl mezi lety 2008 a 2010 zaznamenán jen nepatrný nárůst vitality, ovšem v roce 2011 vlivem mrazových škod nastal významný pokles.

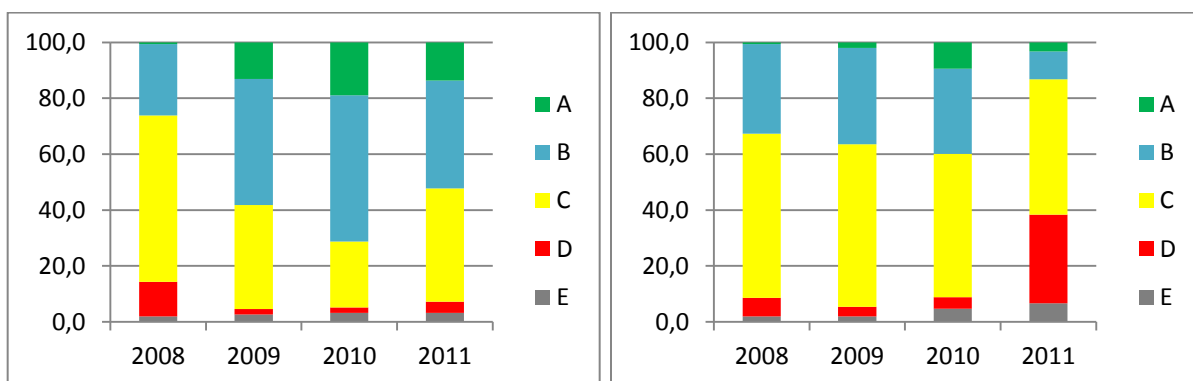
V roce 2010 dosahoval stupeň A nejvyššího počtu ze všech sledovaných měření u odrostků i standardních sazenic (Grafy 9 a 10). Nejčetnějším stupněm u odrostků byl v letech 2008 a 2011 stupeň C, v letech 2009 a 2010 stupeň B. U standardních sazenic to byl zatím vždy stupeň C.



Graf 9. Relativní četnosti zastoupení stupňů vitality u odrostků

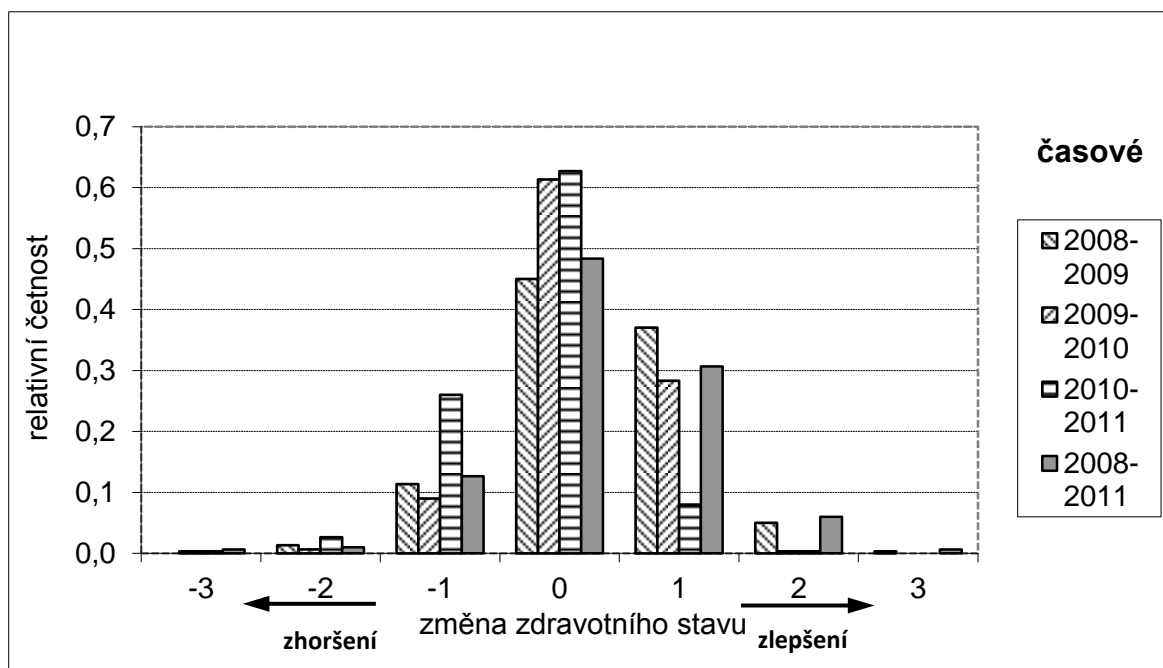


Graf 10. Relativní četnosti zastoupení stupňů vitality u standardních sazenic



Grafy 11 a 12. Relativní četnost zastoupení stupňů vitality u hnojených odrostků (11) a sazenic standardní velikosti (12)

Rozdíl "hnojené x celkem" je v rámci relativní četnosti zastoupení stupňů vitality obdobně jako u průměrné výšky minimální nebo žádný a uvedené Grafy 11 a 12 jsou doplňkové.



Graf 13. Rozdělení relativních četností posunu stupňů vitality u jednotlivých jedinců v uvedených obdobích během let 2008–2011

Tab. 11: Absolutní četnost přechodů 2010–2011

		2011				
	2010	A	B	C	D	E
A	48	30	12	5	1	0
B	150	9	77	61	3	0
C	82	1	11	66	4	0
D	12	0	0	4	7	1
E	8	0	0	0	0	8

Tab. 12: Relativní četnost přechodů 2010–2011 [%]

		2011				
	2010	A	B	C	D	E
A	16,0	62,5	25,0	10,4	2,1	0,0
B	50,0	6,0	51,3	40,7	2,0	0,0
C	27,3	1,2	13,4	80,5	4,9	0,0
D	4,0	0,0	0,0	33,3	58,3	8,3
E	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0



Tab. 13: Absolutní četnost přechodů 2008–2011

		2011				
	2008	A	B	C	D	E
A	5	4	1	0	0	0
B	95	25	36	30	2	2
C	162	9	54	93	5	1
D	34	2	9	13	8	2
E	4	0	0	0	0	4

Tab. 14: Relativní četnost přechodů 2008–2011 [%]

		2011				
	2008	A	B	C	D	E
A	1,7	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0
B	31,7	26,3	37,9	31,6	2,1	2,1
C	54,0	5,6	33,3	57,4	3,1	0,6
D	11,3	5,9	26,5	38,2	23,5	5,9
E	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

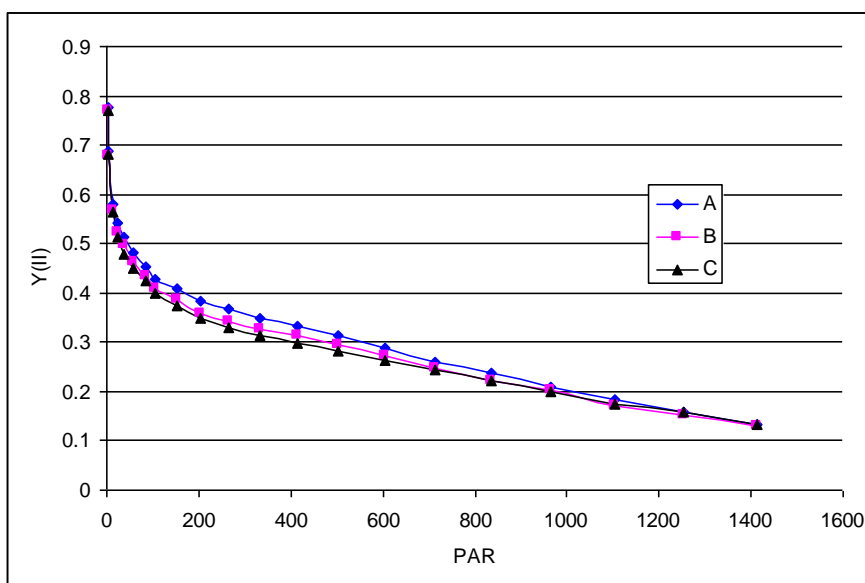
Co se týče změny zdravotního stavu odrostků za sledované období, tak v největší míře zůstal stav stejný, popřípadě se o jeden stupeň zlepšil (Graf 13). V období 2010–2011 je dobře patrná vysoká četnost snížení o jeden stupeň. Zlepšení či zhoršení o 2 a 3 stupně mělo zatím vždy četnost pod 0,1. Vysoké četnosti poklesu vitality o jeden stupeň v období 2010–2011 nejvíce přispívá přechod velkého množství jedinců z B do C, poté z C do D a až teprve poté přechod A → B (Tab. 11 a 12). Tab. 13 a 14 znázorňuje absolutní resp. relativní četnost přechodů v období 2008–2011, tj. od prvního sledování do nejaktuálnějšího. 80 % jedinců, kteří byli v roce 2008 hodnoceni jako A, na tomto stupni zůstalo, zatímco jen 20 % pokleslo do B. Do nižších stupňů neklesl žádný. U stupně B (2008) je patrná výraznější dynamika s četnými přechody jak do A tak do C; do D a E přešlo pouze malé množství jedinců. Stupeň C zaznamenal víceméně pozitivní vývoj, protože kromě toho, že velké množství jedinců zůstalo C, také výrazný byl přechod do B. Jedinci v roce 2008 hodnocení jako D, se nejčastěji přesunuli na hodnotu o jeden stupeň lepší, na druhou stranu procentuálně nejvíce přispěli do E.

#### 5.4. Analýza chlorofylu

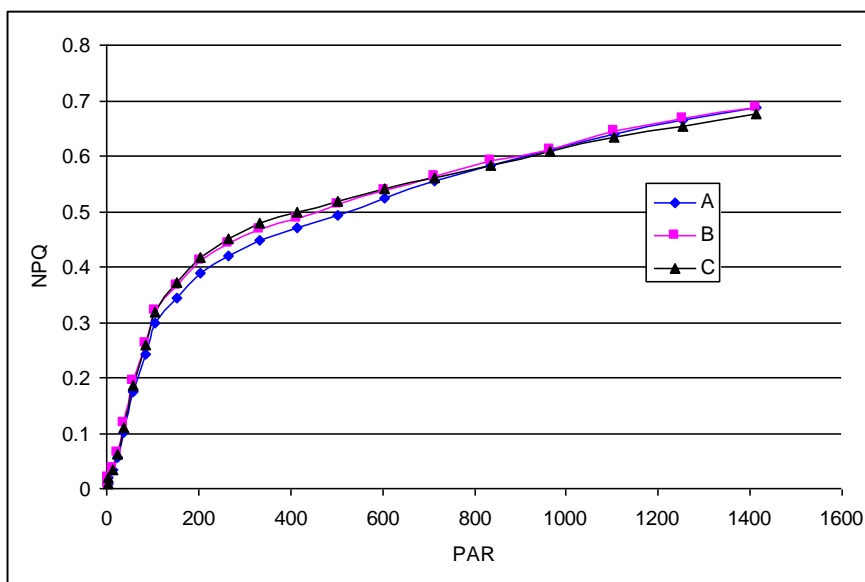
Byly zpracovány metodiky analýzy fluorescence chlorofylu na listech. Často se využívají pro zjišťování účinnosti hnojení. Zde byly použity pro srovnání se stupni vitality jeřábových odrostků – byly vybráni typičtí zástupci každého stupně vitality – zkoumalo se, jestli se hodnoty budou lišit v závislosti na vitalitě.

##### Výsledky 2010

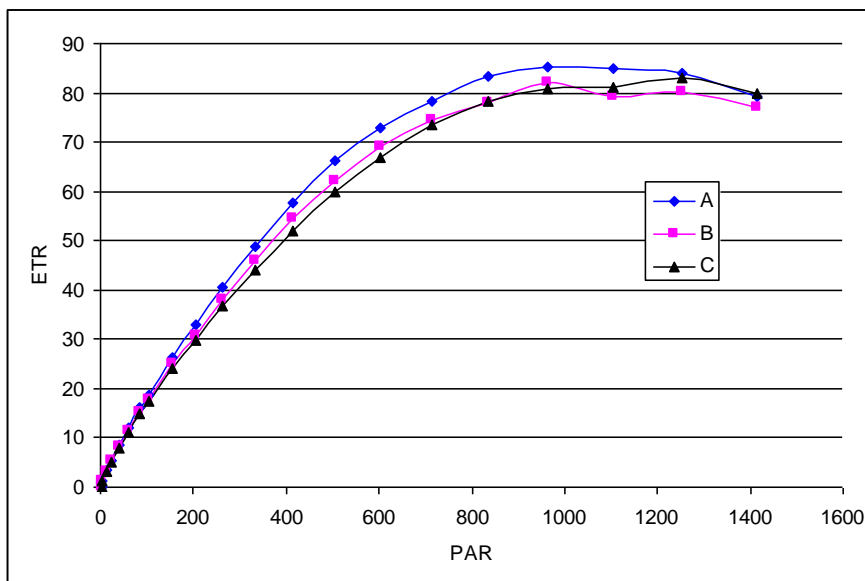
Nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi sledovanými základními parametry fluorescence. U parametru absorptivity byl zjištěn průkazný rozdíl mezi stupni vitality A a C ( $p < 0,001$ ). Průběh parametru NPQ mezi jedinci zařazenými do různých stupňů vitality se nelišil. Rozdíly u průběhu Y (II) a ETR se vyskytovaly pouze na hladině významnosti 0,1, a to v rozmezí PAR 39 a 204. Průkazně se lišily střední hodnoty jedinců stupně vitality A od C.



Graf 14. Průběh efektivního kvantového výtěžku PS II (Y (II)) u vzorků 2010



Graf 15. Průběh nefotochemického zhášení (NPQ) u vzorků 2010

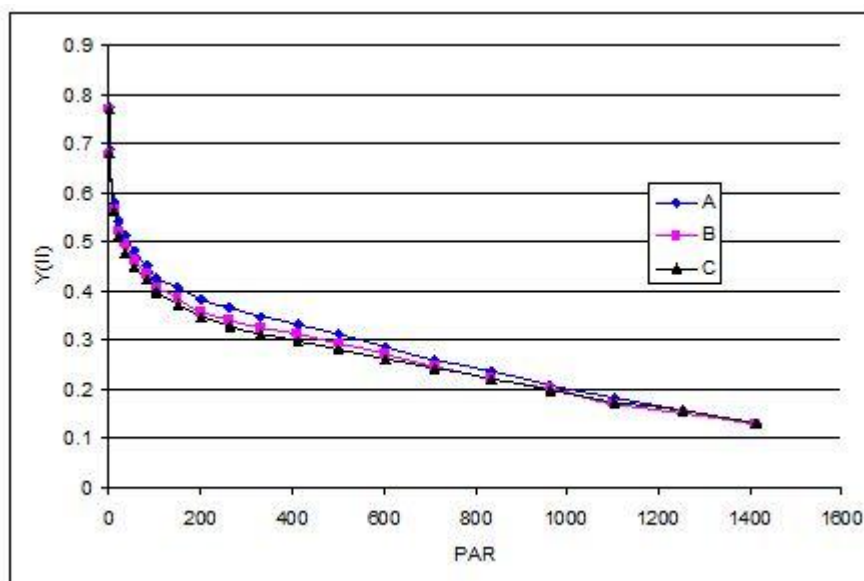


Graf 16. Průběh rychlosti transportu elektronů (ETR) u vzorků 2010

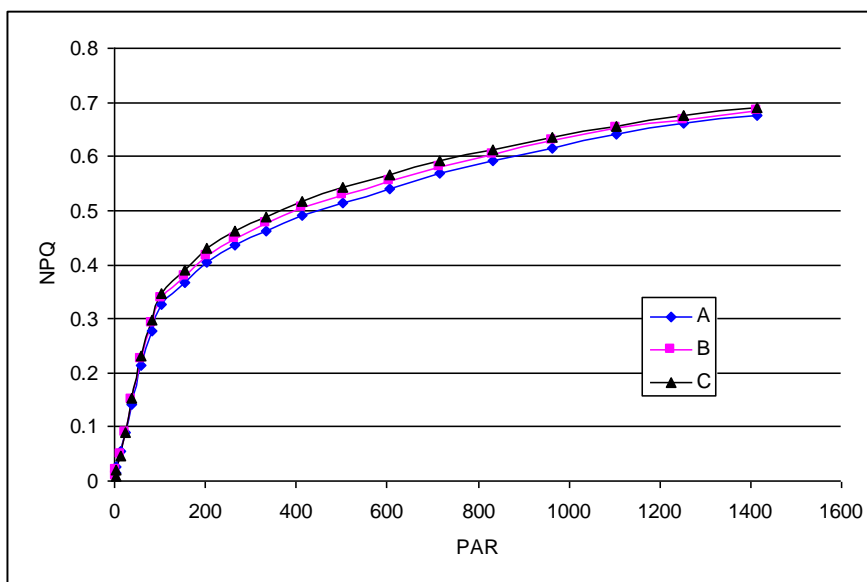
## Výsledky 2011

Nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi sledovanými základními parametry fluorescence, pouze u minimální fluorescence ( $F_0$ ) lze konstatovat náznak nižších hodnot u jedinců stupně vitality A oproti C ( $p=0.058$ ). Parametr absorptivita byl u jedinců stupně vitality C průkazně nižší, než u stupňů vitality A a B ( $p<0,001$ ).

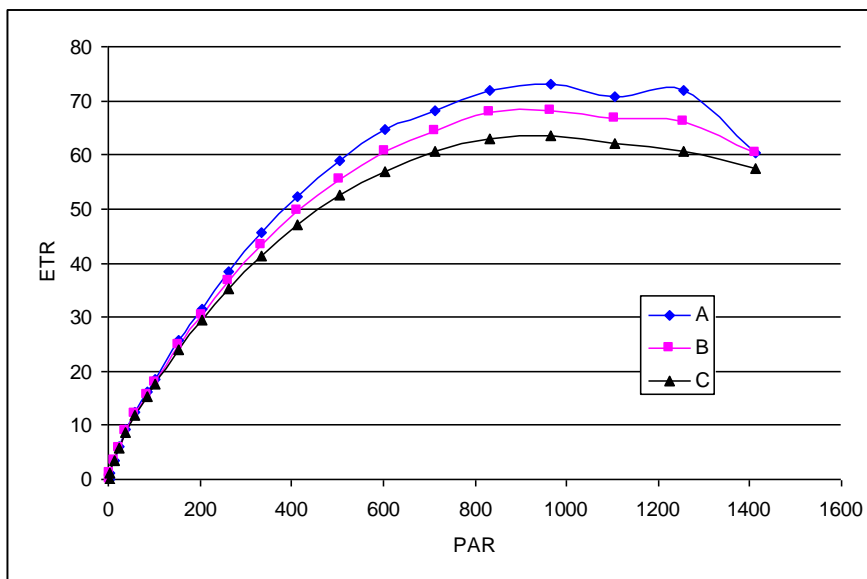
Průběh křivek  $Y(II)$ , NPQ a ETR mezi hodnocenými variantami nezaznamenal statisticky významné rozdíly.



Graf 17. Průběh efektivního kvantového výtěžku PS II ( $Y(II)$ ) u vzorků 2011



Graf 18. Průběh nefotochemického zhášení (NPQ) u vzorků 2011



Graf 19. Průběh rychlosti transportu elektronů (ETR) u vzorků 2011

### 5.5. Chemické analýzy

Zjišťování vitality je možné také pomocí chemických analýz vzorků z asimilačních orgánů dřevin. Usuzuje se zde na základě obsahu makroelementů K, Na, Ca, Mg, N, P. ARDVISSON (2002) zjistila významný vliv dodání minerálních látek smrku ve formě dřevního popelu na jejich obsah v jehličí. Aplikace tohoto hnojiva s vysokým obsahem P, K, Ca a Mg se projevila výrazným zvýšením obsahu P, K a Ca, zatímco na obsah Mg hnojení statistický vliv nemělo.

Tab. 15: Obsah živin v listí podle stupňů vitality v roce 2010 [%]

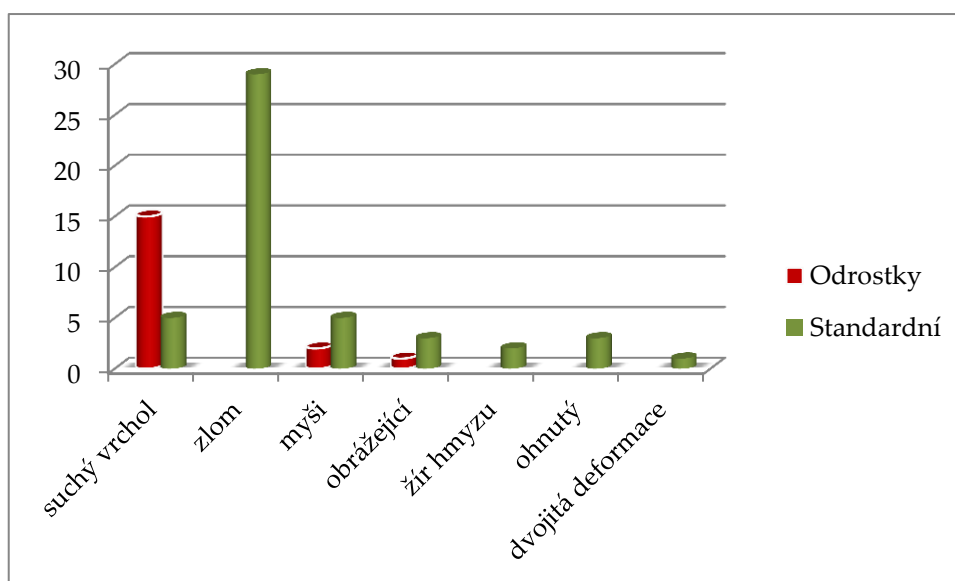
	K	Na	Ca	Mg	N	P
<b>A</b>	0,885	0,004	1,004	0,422	1,391	0,079
<b>B</b>	0,815	0,004	0,871	0,358	1,488	0,088
<b>C</b>	0,990	0,005	0,982	0,375	1,483	0,087

Tab. 16: Obsah živin v listí podle stupňů vitality v roce 2011 [%]

	K	Na	Ca	Mg
<b>A</b>	1,314	0,004	0,885	0,435
<b>B</b>	0,957	0,005	0,852	0,395
<b>C</b>	1,476	0,006	0,909	0,476

### 5.6. Další charakteristiky

Mezi další charakteristiky byly zařazeny takové případy, které se nedaly zařadit mezi žádné výše probírané veličiny, ale přesto měly určitou vypovídací a porovnávací schopnost pro zhodnocení prosperity výsadeb. Mezi takové byly považovány: zlomy, suché vrcholy, poškození myšovitými hlodavci či hmyzem, obrázení již uschlého jedince od kmene, různé dvojitě deformace či ohnutí (Graf 20). Byla použita data z posledního šetření, tzn. 2011.



Graf 20. Porovnání ostatních charakteristik odrostků a standardních sazenic

## 6. DISKUZE

BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994 hodnotí kultury jeřábu ptačího spolu s břízou karpatskou jako dřeviny s největší vitalitou z testovaných listnatých dřevin, přestože mortalita na výzkumné ploše Jizerka (960 m n. m.) v prvních dvou letech dosáhla u jeřábu 63 %. Je třeba uvážit rozdílné podmínky obou ploch nejen prostorově, ale také časově. Imisní situace byla zřejmě v době zmíněného výzkumu ještě na vrcholu atp. Odrostky jsou oproti sazenicím standardní velikosti podpořeny kůlem, což bezesporu snižuje míru poškození námrazou a sněhem. Vzhledem k vysokým nákladům na zalesňování pomocí odrostků se jedná o doplňkovou metodu vhodnou k použití na obtížně zalesnitelných stanovištích, v malých prosadbových centrech a na místech, kde je zvýšený požadavek na rychlé a spolehlivé zalesnění vyspělým sadebním materiálem.

Problémem pro obnovu jeřábu ptačího jsou nejen vysoké stavy zvěře, ale také nedostatek dospělých plodících stromů na náhorní plošině Jizerských hor, proto jsou možnosti přirozené obnovy omezené (BALCAR, PODRÁZSKÝ 1994).

Z uvedených výsledků je patrná prozatím velice nízká mortalita kolem 4 %, a to u obou typů sadebního materiálu. MILLEROVÁ 2010 zjistila mortalitu u jeřábových odrostků po pěti letech kolem 10 %. Standardní sazenice mnohem více živoří – mechanické poškození sněhem, útlak buření, houbové onemocnění, žír, hlodavci. Na jaře 2012 došlo k další výrazné mrazové epizodě, kdy bylo v noci na 9. dubna na Jizerce dle údajů ČHMÚ naměřeno  $-22^{\circ}\text{C}$  (teplotní údaje ze staničky spravované KPL FLD budou odečítány v létě). Bude proto zajímavé stále hodnotit prosperitu odrostků v porovnání se standardními sazenicemi. Lze však očekávat, že tato mrazová epizoda nebude mít na výsadby výraznější vliv, protože v tu dobu ještě nebyly stromky narašené.



Výškový i tloušťkový přírůst odrostků je stabilní. U standardních sazenic začínají být patrné problémy s přírůstem kvůli omrzání. Navíc bez kvalitního oplocení by byla šance na jejich přežití nulová.

Zajímavé jsou výsledky fotosyntetické aktivity, kdy v obou sledovaných obdobích (2010, 2011) byla statisticky prokázána nižší absorptivita u vzorků jedinců stupně C oproti jedincům stupně A.

Na základě provedených chemických analýz se zdá, že nelze jednoznačně říci, že vitálnější jedinci mají jiný obsah základních živin v listí. Podle výsledků z roku 2010 má stupeň vitality nejvíce hořčíku a vápníku, naproti tomu má nejméně dusíku a fosforu. Draslíku má více než stupeň B, ale méně než C. Tento konkrétní údaj se potvrdil i v následujícím roce. Rozdíly u všech údajů jsou však velmi malé.

Vizuálně se dají kromě vlastní vitality hodnotit i další charakteristiky. Byla snaha výsadby zhodnotit co nejkompaktněji a zaznamenat případné příčiny zpomalení přírůstu, odumírání apod. Ze sledovaných charakteristik byly souhrnně za sledované období u odrostků nejčtenější suché vrcholy a u standardních sazenic zlomy. Bylo potvrzeno, že jeřáb ptačí je relativně málo poškozován myšovitými hlodavci.

Údaje za čtyři roky měření ještě nejsou dostačující a je zapotřebí výsadby stále hodnotit. Vliv přihnojení je zatím nevýznamný a byl uveden jen pro kompletnost. U odrostků se hnojená varianta projevuje mírně vyšším výškovým přírůstem v posledních dvou sezónách, u standardních sazenic není rozdíl žádný. Nicméně není vyloučeno, že v budoucnu se rozdíly v prosperitě v tomto ohledu projeví. Například u smrku ztepilého se aplikace popela bohatého na minerální látky projevila rozdíly v obsahu minerálů oproti kontrolní variantě povětšinou až za pět let (ARVIDSSON 2002).

## 7. ZÁVĚR

Na základě předkládaných výsledků je možné porovnat metody zjišťování prosperity jeřábových výsadeb v horských podmínkách. Sazenice standardní velikosti byly využity doplňkově, pro srovnání jejich růstové dynamiky s růstem odrostků.

Po čtyřech vegetačních sezónách od výsadby lze konstatovat, že prosperita odrostků je na relativně dobré úrovni, v porovnání se sazenicemi standardní obchodní velikosti, které stále živoří. I přes podobnou dynamiku přírůstů je u odrostků zatím zřejmý intenzivnější přírůst a vyšší odolnost vůči sněhu a námraze, výsledkem je mnohem menší výskyt zlomů.

S určitou mírou opatrnosti již lze říci, že zvolená stupnice vitality na bázi okulárního hodnocení má svůj význam a potenciální uplatnění. Velmi dobře doplňuje dendrometrické veličiny, jejichž zjišťování je mnohem časově náročnější a pracnější. U mladých výsadeb odrostků lze využití této stupnice za účelem zhodnocení prosperity dřevin doporučit.

Rozdíl aktivity fotosyntetických pigmentů byl zjištěn mezi stupni vitality A / C. Kromě testů rozdílů aktivity by bylo zapotřebí také zjistit jejich celkový obsah v pletivech, čímž by se mohla otázka fotosyntetické aktivity u rostlin různých stupňů vitality ještě zpřesnit. Je zapotřebí pokračovat v chemických analýzách, zatím se nepodařilo zjistit výrazná vazba mezi stupněm vitality a rozdílným obsahem živin v asimilačních orgánech.

Je možné doporučit využití metody odrostků v místech, kde bude zapotřebí velmi kvalitní výsadba menšího rozsahu jako právě v podsadbových a prosadbových centrech. Pro velkoplošné využití není metoda pravděpodobně v blízké době reálně využitelná, a to kvůli zvýšeným nákladům, což je bohužel při zalesňování často prvořadé kritérium. Projekt vnášení listnatých dřevin do jehličnatých porostů v horských imisních oblastech (v jehož rámci byla zpracována tato bakalářská práce) již přináší viditelné výsledky úspěšného zalesnění lokality nacházející se na nepříznivém stanovišti, kde by standardní postupy zalesňování pravděpodobně selhaly.

## 8. LITERATURA

ARVIDSSON H., LUNDKVIST H. 2002. Needle chemistry in young Norway spruce stands after application of crushed wood ash. *Plant and Soil*, **238**: 159–174; ISSN 1573-5036.

BALÁŠ M., KUNEŠ I. 2010. Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Lesnická práce*, **89**: 11: 20-22.

BALÁŠ M., KUNEŠ I., KOŇASOVÁ T., MILLEROVÁ K. 2011a: Vitalita výsadeb listnatých odrostků v podmínkách Jizerských hor. In: *Proceedings of Central European Silviculture. Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí. Sborník z mezinárodního symposia, Opočno, 28. – 29. 6. 2011*, KACÁLEK, D. et al. [eds.], VÚLHM, VS Opočno, 276 s., ISBN 978-80-7417-039-3, s. 55–69.

BALÁŠ M. et al. 2011b. Časová a pracovní náročnost výsadby prostokořenných odrostků listnatých dřevin v horských polohách. *Zprávy lesnického výzkumu*, **56**: 235-243.

BALCAR V., KACÁLEK D. 2010. Prosperita pionýrských listnatých dřevin a smrku v horských podmínkách, *Zprávy lesnického výzkumu*, **55**: 149-157.

BALCAR V., PODRÁZSKÝ V. 1994. Založení výsadbového pokusu v hřebenové partii Jizerských hor, *Zprávy lesnického výzkumu* **39**: 1-7.

BALCAR V., SLODIČÁK M., KACÁLEK D., NAVRÁTIL P. 2007. Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. *Lesnický průvodce*, č. **3**: 34 s.

BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověření technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. *Zprávy lesnického výzkumu*, **54**: 92-98.

COOMBES A. 2008. *Stromy*. Nakladatelství Slovart, Praha. ISBN 978-80-7391-072-3.

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. 2011. Mapový server [online]. Dostupné z <http://www.geology.cz>, [cit. 2012-02-025].

Český hydrometeorologický ústav. 2011. Mapa webových kamer [online]. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/>, [cit. 2012-04-09].

DOBBERTIN M. 2005. Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review. *European Journal of Forest Research*, **124**: 319-333; ISSN 1612-4677.

DVOŘÁK P. 2012. Počasí v dubnu 2012. Infomet – informace z meteorologie, ČHMÚ [online]. Dostupné z: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1335863183>, [cit. 2012-05-01].

HEJNÝ S., SLAVÍK B. [eds.], 2003. Květena České republiky 3. Academia, Praha, 2. vydání, ISBN 80-200-1090-4.

JŮZA P. 2012. Teplotní rekordy v únoru na Jizerce. Infomet – informace z meteorologie, ČHMÚ [online]. Dostupné z: <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1330536023> , [cit. 2012-04-27].

KUNEŠ I., BURDA P. 2007. Vnášení listnaté příměsi do mladých smrkových porostů na zalesněných imisních holinách našich hor. In: Zvyšování druhové pestrosti lesů. Sborník k odbornému semináři České lesnické společnosti konanému 30. 8. 2007 ve Vysokém Mýtě, MZe, ČLS, Praha, s. 35 – 39. ISBN 978-80-02-01943-5.

KREJČA J. a kol. 2007. Velká kniha rostlin, hornin, minerálů a zkamenělin, Příroda, Bratislava, 4. vydání. 384 s. ISBN 978-80-07-01572-2.

KŘÍSTEK J. Vitalita dřevin. Slovníkové heslo. In: Lesnický naučný slovník. 1995. - II. díl P-Ž. Praha, MZe: 683 s. ISBN 80-7084-131-1.

MCALLISTER H. 2005. The genus *Sorbus*: mountain ash and other rowans, *A Botanical Magazine Monograph*, Royal Botanic Gardens, Kew. 252 s. ISBN 1 84246 088 9.

MILLEROVÁ K. 2010. Prosperita experimentálních výsadeb jeřábu ptačího v Jizerských horách. Diplomová práce. Praha, ČZU v Praze, Katedra pěstování lesů: 53 s.

MILLEROVÁ K. 2009. Vývoj experimentálních kultur jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) v Jizerských horách v letech 2005 – 2008, In: COYOUS 2009. Sborník abstraktů z konference mladých vědeckých pracovníků, FLD ČZU Praha.

NADACE DŘEVO PRO ŽIVOT. 2007. Mezi stromy [online]. Dostupné z: <http://www.mezistromy.cz/>, [cit. 2012-04-24].

NEVRLÝ, M. (1981). Kniha o Jizerských horách. Severočeské nakladatelství, Ústí nad Labem, 364 s.

NĚMEČEK J. et al. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, ČZU Praha a VÚMOP Praha, 78 p.

PLANTILLA TRAVEL. 2010. Guía del Plantabosques [online]. Dostupné z: <http://guiadelplantabosques.blogspot.com/2010/10/el-serbal-de-los-cazadores.html>, [cit. 2012-04-20].

PODRÁZSKÝ V., MORAVČÍK P. 1992. Akumulace biomasy a živin v jeřábových porostech na lokalitě Pomezí boudy v Krkonoších. Opera Corcontica, **29**: 123-137.

POLENO Z., VACEK S. [eds.], 2007. Pěstování lesů II. – Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, 463 s. Ministerstvo zemědělství: ISBN 978-80-7084-656-8; Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-09-0.

SLODIČÁK M. et al. 2009. Lesnické hospodaření v Jizerských horách. Hradec Králové, Lesy ČR; Jíloviště-Strnady, VULHM: 232 s. Druhé vydání. ISBN 978-80-87154-86-1.

SLODIČÁK M., BALCAR V., NOVÁK J., ŠRÁMEK V. et al. 2008. Lesnické hospodaření v Krušných horách. Hradec Králové, 480 s. Grantová služba LČR: ISBN 978-80-86945-04-0; Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. ISBN 978-86461-91-5.

ŠKARPA P. 2010. Laboratorní výuka z výživy rostlin, multimediální učební texty [online]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/laborator/](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/), [cit. 2012-04-22].

ŠPULÁK O., VÍTÁMVÁS J., KACÁLEK D., KUNEŠ I., 2011. Fluorescence chlorofylu, chemismus a obsah fotosynteticky aktivních pigmentů u listů buků vápněných do jamky. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 301–309.

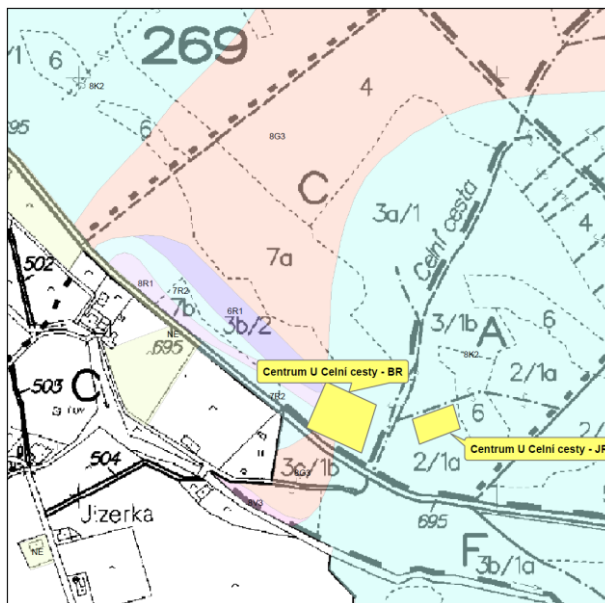
ÚHÚL 1999. Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast č. 21 – Jizerské hory a Ještěd.

ÚSTAV NAUKY O DŘEVĚ. 2002. Anatomická stavba dřeva – multimediální výukový materiál [online]. Dostupné z: [http://wood.mendelu.cz/ml/multimedia/stavba\\_dreva/index.htm](http://wood.mendelu.cz/ml/multimedia/stavba_dreva/index.htm), [cit. 2012-04-20].

VACEK S., SIMON J. et al. 2009: Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. [Afforestation and stabilization of forest stands on agricultural land and degraded areas]. Lesnická práce, s.r.o., nakladatelství a vydavatelství, Kostelec nad Černými lesy, 784 s.

PŘÍLOHY

Příloha I



Příloha II

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
					25	25	25	25					
23	24	24	23	23	23	23	23	23	23	23			
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- přihnojeno
- 18 odrostky
- 18 normální
- nevysazen

Příloha III - Fotodokumentace



Dvojsadby JR odrostků a sazenic standardní velikosti v roce 2007 (Foto: Ivan Kuneš)





Vitalita A



Vitalita B



Vitalita C



Vitalita D



Vitalita E



Pohled na prosadbová centra a stejnověké SM porosty z Bukovce

