

ČASOPIS
STUDIA OECOLOGICA
Ročník VII
Číslo 1/2013

Redakční rada:

doc. Ing. Pavel Janoš, CSc. – šéfredaktor
† doc. Ing. Miroslav Farský, CSc. – výkonný redaktor
prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Juraj Lesný, Ph.D.
Ing. Martin Neruda, Ph.D.
doc. MVDr. Pavel Novák, CSc.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Technický redaktor:

Mgr. Ing. Petr Novák

Recenzenti:

doc. RNDr. Ivan Bičík, CSc., PŘF Karlovy univerzity, Praha
doc. PhDr. RNDr. Martin Boltziar, Ph.D., Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava
Mgr. Jiří Čmelík, Ph.D., Výzkumný ústav anorganické chemie, a. s., Ústí nad Labem
Ing. Petr Dvořák, Most
doc. Ing. Danica Fazekášová, CSc., FHPV Prešovské univerzity, Prešov
Ing. Borek Franěk, CHKO České středohoří, Litoměřice
doc. RNDr. Jaromír Hajer, CSc., PŘF Univerzity J. E. Purkyně, Ústí nad Labem
RNDr. Petr Chvátal, AOPK ČR, Ústí nad Labem
Pavel Moravec, CHKO České středohoří, Litoměřice
Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Jíloviště
Ing. Jiří Pospíšil, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Jablonec nad Nisou
Mgr. Antonín Roušar, ZŠ Ekoškola Údlice, Chomutov
RNDr. Michal Řehoř, Ph.D., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most
Ing. Veronika Řezáčová, Ph.D., FCH Vysokého učení technického, Brno
Mgr. Martin Šlachta, Ph.D., ZF Jihočeské univerzity, České Budějovice
Ing. Josef Švec, Palivový kombinát Ústí, s.p., Ústí nad Labem
Ing. Soňa Tichá, Ph.D., LDF Mendelovy univerzity, Brno
RNDr. Slávka Tóthová, Ph.D., Národné lesnícke centrum, Zvolen

Foto obálky:

Mgr. Michal Holec, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem
Tisk: Tiskárna L. V. Print, Uherské Hradiště

Toto číslo bylo dáno do tisku v srpnu 2013
ISSN 1802-212X
MK ČR E 17061

HODNOCENÍ RŮSTOVÝCH VLASTNOSTÍ LESNÍCH DŘEVIN NA SLATINICKÉ VÝSYPCE

EVALUATION OF GROWTH ABILITIES OF FOREST TREE SPECIES ON SLATINICE SPOIL BANK

Iva ROUBÍKOVÁ, Jiří ŠEFL

Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, Králova výšina 7, Ústí nad Labem, 400 96,

Česká republika, iva.roubikova@ujep.cz, jiri.sefl@ujep.cz

Abstrakt

Na dvou testovacích plochách na Slatinické výsypce (Mostecká pánev) byla v letech 2010–2012 hodnocena ujímavost, přírůst a zdravotní stav sazenic *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*. Celkový úhyn za sledované období byl 28 % sazenic. Největší úhyn byl zaznamenán u *Taxus baccata* 63 %, u ostatních druhů se pohyboval mezi 24–28 %. V roce výsadby byl pozorován největší úhyn u *Taxus baccata* 29 % a *Quercus robur* 20 %. Největšího tloušťkového přírůstu v sestupném pořadí dosahovaly dřeviny *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, naopak nejnižší byl u *Taxus baccata*. Vývoj výšky byl silně ovlivněn v závislosti od plochy nedostatkem vláhy a také mechanickým poškozením při vyžínání.

Klíčová slova: rekultivace, přírůst, ujímavost, zalesňování, výsypky

Abstract

Taking rate, growth increment, health condition were estimated at tree seedlings of *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*, on two testing plots of the Slatinice spoil heap (Mostecká pánev basin) in 2010–2012. Total dieback in whole time of the trial was 28 % of plants. The total largest dieback was noticed at *Taxus baccata* 63 %, at the other taxa was in range 24–28 %. The largest post-planting dieback was noticed at *Taxus baccata* 29 % and *Quercus robur* 20 %. The biggest width increment, in descending order was attained at *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur* but the lowest one was noticed at *Taxus baccata*. The height of the plants was strongly influenced by soil moisture, depended on the plot, and by a cutting damage related to grass mowing.

Key words: mine reclamation, growth increment, taking rate, afforestation, spoil heaps

Úvod

V letech 2010–2012 byla hodnocena ujímavost a přírůst sazenic lesních dřevin na pokusných výsadbách založených na rekultivované ploše Slatinické výsypky v Mostecké pánevi. Výsypkové substráty v Mostecké pánevi pro své fyzikální vlastnosti a suché a teplé klima jsou obtížně zalesnitelné. Účelem provedeného testu je přispět ke znalostem o růstových schopnostech dřevin na těchto biotopech a přispět tak k optimalizaci druhové skladby v lesnických rekultivacích v této oblasti. Práce navazuje na test růstu a ujímavosti dřevin založený v roce 2010 (Šefl et Roubíková 2011).

Literární přehled

Dimitrovský (1999) mostecké výsypky hodnotí jako chemicky příznivé substráty, avšak s nepříznivými fyzikálními poměry umocněnými klimaticky teplou oblastí. Doporučuje vhodné dřeviny pro zalesňování výsypky, avšak nerozlišuje v jejich volbě mezi výsypkami mosteckými a chladnějšími a vlhčími výsypkami sokolovskými. Vráblík a Vráblíková (2003) uvádějí, že mikroklima je jedním ze základních činitelů prostředí výsypky, které je omezeno na nízkou vrstvu vzduchu nad půdním povrchem. Na výsypkách obecně panuje specifické mikroklima, ovlivněné řídkým rostlinným krytem, typem půdního substrátu, sklonem terénu a orientací ke světovým stranám. Na jižních a jihozápad-

ních svazích mohou výkyvy v teplotě v letním období dosáhnout až 70 °C (Dimitrovský 1999, Slávik et Dimitrovský 2006). Jeništa a Švec (2003) porovnávali průběh teplot na různých typech bylinného pokryvu na výsypce – s bylinným krytem udržovaným pravidelnou sečí, s bylinným krytem bez údržby sečí a s výsadbou lesních dřevin. Teploty byly měřeny ve výšce 0 m a 2 m nad půdním povrchem. Autoři uvádějí, podle předpokladu, pro půdní povrch (0 m) nejmenší teplotní výkyvy na lokalitě se stromovým patrem, naopak největší výkyvy na lokalitě s pravidelnou sečí. Ve výšce 2 m zjistili výkyvy teploty u všech typů rostlinného krytu minimální. Extrémní teploty v přízemní vrstvě negativně ovlivňují ecesi a přežívání semenáčků rostlin.

Kupka a Dimitrovský (2011) hodnotili růst sazenic různých dřevin v horizontu 6 let na sokolovské výsypce Březno. Za základní ukazatel růstové zdatnosti položili výšku sazenic. Podle jejich zjištění byly nejvíce přirůstavé dřeviny olše šedá a za ní pak následoval modřín opadavý, dobře přirůstavé byly obalované sazenice borovice lesní ve srovnání se sazenicemi prostokořennými tohoto druhu. Slávik a Dimitrovský (2006) hodnotili deformace kořenového systému na chomutovské výsypce dolu Nástup Tušimice, zaznamenali deformace křivého kořene a mělké zakořenění v jílových substrátech. Pozorovali žloutnutí listů u listnatých dřevin, které přičítají vysokému zastoupení Ca a Na v půdě. Šefl (2008, 2011) udává značnou maloplošnou zrnitostní nehomogenost substrátů a hydroopedologicky nepříznivou příměs uhlí v substrátu Slatinické výsypky. Šefl a Roubíková (2011) dokládají pro studované plochy Slatinické výsypky neutrální pH a příznivý obsah živin a hodnotí úhyn sazenic v prvním roce výsadby. Nejvyšší úhyn zjistili u obalovaných sazenic *Taxus baccata* a prostokořenných sazenic *Quercus robur*. Přestože byly vyhotoveny metodické postupy zalesňování výsypky (Štýs 1981, Dimitrovský 1999), není dosud u sazenic zvládnuta optimalizace volby botanických druhů, stáří a typ ošetření kořenového systému. Pro výsadbu na mosteckých výsypkách jsou ověřeny a nejčastěji vysazovány (Dimitrovský 1999, Čermák et al., 1999): *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*. Z jehličnanů se vysazují *Pinus sylvestris* a *Larix decidua*. Méně uplatňovány jsou *Acer campestre*, *Carpinus betulus* a druhy rodů *Ulmus*, *Sorbus*.

Dimitrovský (1999) na základě provozních zkušeností, klasifikuje dřeviny podle vhodnosti pro lesnickou rekultivaci. Tak například do kategorie dřevin velmi vhodných řadí *Quercus robur*, do kategorie dřevin vhodných řadí *Acer campestre*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*. Do kategorie méně vhodných dřevin řadí *Carpinus betulus*. Čermák a Ondráček (2009) pro tuto oblast jako hlavní dřeviny, které trvale zabezpečují požadované rekultivační cíle uvádí: *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. rubra* a *Tilia cordata*. Kupka a Dimitrovský (2011) uvádějí přehled charakteristik testovaných dřevin na výsypkách v oblasti Sokolovské páneve. Jejich hodnocení, které se vztahuje k druhům zahrnutým do našeho testu citujeme v tab. 1.

Tabulka 1. Hodnocení botanických druhů dřevin zahrnutých do pokusu (Kupka et Dimitrovský 2011)

Taxon	Náročný na úpravu substrátu	Náročný na mikroklima	Tolerantní k imisní zátěži	Vitalita růstu	Vyžaduje biologickou přípravu substrátu
<i>Carpinus betulus</i>	ano	ano	ano	ano	ano
<i>Quercus robur</i>	ano	ano		ano	ano
<i>Tilia cordata</i>		ano		ano	ano

Charakteristika testovacích ploch a výběr testovaných dřevin

Slatinická výsypka leží v teplé klimatické oblasti T 2, s průměrnou roční teplotou 8–9°C a průměrnými ročními srážkami 480–500 mm, s délkou vegetačního období 220 dnů, vyznačuje se dlouhým, teplým létem (ČHMÚ 2012).

Půdotvorný substrát Slatinické výsypky je tvořen převážně šedými miocéními jíly, kaoliniticko-illitickými a illiticko-kaolinitickými jílovými minerály, ojediněle s příměsí montmorillonitu (Bažant et al. 2010). Zrnitostní složení testovacích ploch představují z 53 % jílnaté částice, s malým podílem jemného jílu, substrát tak lze klasifikovat jako půdu jílovitohlinitou, viz tab 2. Charakteristickou vlastností výsypky je maloplošná nehomogenost jejich substrátu a to jak ve fyzikálních tak i chemických

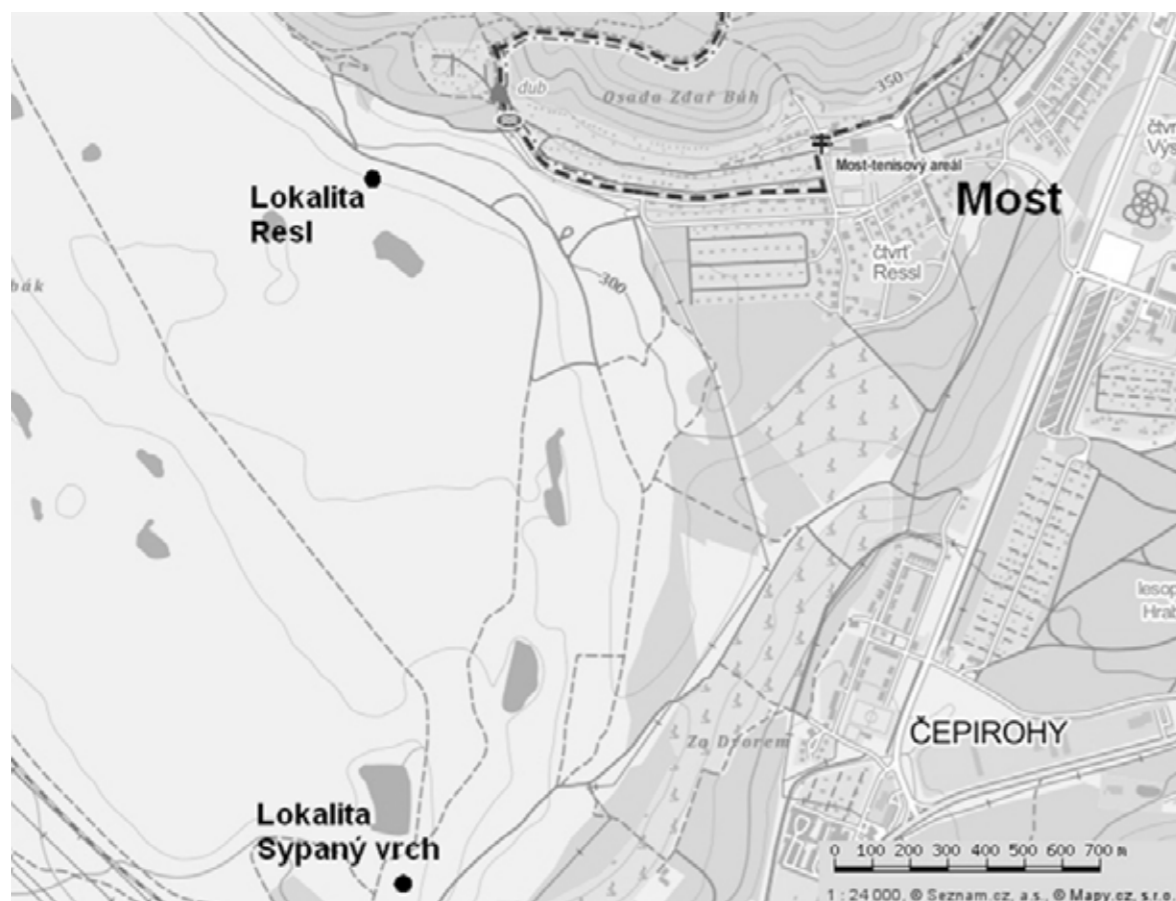
vlastnostech (Štýs 1981, Dimitrovský 1999, Čermák, Kohel, Dederá 2002, Slávik et Dimitrovský 2006, Šefl 2011). Tyto substráty se vyznačují neutrálním až mírně alkalickým pH, dobrým až vysokým obsahem výměnných bází (Ca, Mg, K) a nižším obsahem fosforu. Sorpční komplex je nasycený (Dimitrovský 1999, Šefl et Roubíková 2011).

Tabulka 2. Zastoupení frakcí dle zrnitosti (VUHÚ 2012)

Částice menší než 0,002 mm [%]	Částice menší než 0,01 mm [%]	Částice menší než 0,02 mm [%]
4	53	72

Limitujícím ekologickým faktorem pro růst dřevin jsou fyzikální vlastnosti substrátu, kdy vysoký obsah jílu snižuje jeho provzdušněnost a infiltrační schopnosti (Čermák et al. 1999, Čermák et Kohel 2003, Slávik et Dimitrovský 2006, Čermák et Ondráček 2006, Čermák 2007). Slatinická výsypka je mezi výsypkami mladé zemní těleso, zakládání skrývkových zemin bylo ukončeno r. 1999 (Kašpar et Měšková 2002), to se odráží i ve složení bylinného patra (Prach 2009, Prach et al. 2010, Šefl et Roubíková 2011).

Byly založeny dvě testovací plochy na tělese Slatinické výsypky s odlišným sklonem a orientací svahů, viz obr. 1.



Obr. 1 Poloha testovacích ploch na Slatinické výsypce. Lokality Resl a Sypaný vrch

zdroj: www.mapy.cz

Lokalita Resl se nachází na plošině mírně ukloněné k jihu s několika maloplošnými terénními sníženinami. Na převážné části plochy činila pokryvnost bylinného patra 70–100 %. Mocnost humusového horizontu dosahovala 4–5 cm. Dominantními druhy v bylinném patru byly *Daucus carota*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Trifolium dubium*, *Trifolium repens*, *Tussilago farfara*.

Vrchní humusový horizont (do 5 cm hloubky) na lokalitě Resl byl alkalický, pH 7,6. Horizont výsypkového substrátu byl silně alkalický, pH 7,8. Obsah bází ve výsypkovém substrátu byl střední až velmi vysoký, obsah humusu byl nízký (Šefl et Roubíková 2011). Obsah celkového dusíku v organomine-

rálním horizontu byl poměrně vysoký - 0,02 % (VUHÚ 2012). Lokalita Sypaný vrch je umístěna na mírně vypouklém svahu o sklonu do 5° s orientací k západu až k severozápadu. V dolní části svahu byla plocha sezóně, zvl. v jarním období zamokřená. Na celé ploše dosahovala pokryvnost bylinného patra 100 %, druhové složení bylo poměrně homogenní, převažovaly traviny. Mocnost humusového horizontu dosahovala 2–4 cm. Dominovaly druhy *Achillea millefolium*, *Cirsium vulgare*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Elytrigia repens*, *Festuca pratensis*, *Lolium perene*, *Lotus corniculatus*, *Phleum pratense*, *Tussilago farfara*. Půdní reakce humusového horizontu byla v horní části svahu neutrální, v dolní části svahu byla slabě kyselá. Výsypkový substrát byl kyselý, pH 5,5. Obsah bází ve výsypkovém substrátu byl dobrý až velmi vysoký, obsah humusu byl střední. Podrobnější popis testovacích ploch uvádíme v dřívější studii (Šefl et Roubíková 2011).

Metodika

V průběhu vegetačních období let 2010–2012 byla hodnocena mortalita a růst sazenic lesních dřevin vysázených pro účely tohoto testu na výše uvedených lokalitách.

Do testu byly zahrnuty dřeviny odpovídající potenciální přirozené vegetaci dané oblasti, jednalo se o doporučené druhy metodikami autorů Čermák a kol. (1999), Čermák a Ondráček (2009): *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur* a *Tilia cordata*. Výjimkou byl *Taxus baccata*, který byl do testu zahrnut za účelem porovnání jeho růstových schopností s jeho výsadbami v oblasti Sokolovské pánve. A také z důvodu ověření klasifikace této dřeviny jako dřeviny velmi vhodné pro lesnickou rekultivaci (Dimitrovský 1999).

Pro výsadbu na lokalitě Resl byly zvoleny druhy *Acer campestre* a *Quercus robur* a pro lokalitu Sypaný vrch byly zvoleny druhy, *Carpinus betulus*, *Taxus baccata* a *Tilia cordata*.

Tabulka 3. Přehled dřevin, původ a typ sadby zahrnutých do testu v roce 2010–2012

Zkratka dřeviny, vyhl. č. 84 / 1996 Sb.	Dřevina	Původ (PLO)	Typ sadby, příloha 7 vyhl. č. 29 / 2004 Sb.
DB	<i>Quercus robur</i>	17	1-1, 1-2
BB	<i>Acer campestre</i>	17	1-1, 1-2
TS	<i>Taxus baccata</i>	neznámý	kr2, kr3
LP	<i>Tilia cordata</i>	17	1-1, 1-2
HB	<i>Carpinus betulus</i>	neznámý	1-1, 1-2

Výsadba byla provedena 21. 4. 2010. Charakter sadebního materiálu ve smyslu věku, kvality kořenového systému se měl shodovat se standardy užívanými v lesnické praxi. Pro každý druh byl zajištěn sadební materiál generativního původu dvou věkových skupin – mladší, 2leté dále v textu označované „m“ a starší 3leté dále v textu označované „v“. Zvoleny byly prostokořenné sazenice s výjimkou sazenic *Taxus baccata* (viz tabulka 3.), ten byl na trhu pouze jako sazenice obalovaná, vegetativně množena. Sazenice byly vysazeny po 25 kusech do řad, tvořených stejnou dřevinou a stejnou věkovou kategorií. Řady se čtyřikrát na ploše opakovaly a to tak, že byly střídány s druhem jiným, z důvodu omezení vlivu půdní nesourodosti testovací plochy. Na ploše tak bylo vysazeno 50 sazenic mladší věkové kategorie druhu a 50 sazenic starší věkové kategorie druhu, celkem tak na ploše bylo vysazeno 100 sazenic příslušejících jednomu druhu. Spon výsadby byl 1x1,2 m. Orientace řad byla přizpůsobena geomorfologii pokusných ploch – na obou plochách byly řady výsadby orientovány ve směru východ-západ. Na lokalitě Sypaný vrch bylo nutno přihlídnout ke sklonu svahu, výsadba tam byla provedena po svážnici. Osazované plochy byly prosté vysoké buřně.

Výsadba byla provedena do jamek o rozměrech cca 25x25 cm (2leté sazenice) až 35x35 cm (3leté sazenice) v závislosti od velikosti kořenového systému. Sazenice po výsadbě a ani v průběhu vegetační sezóny nebyly zavlažovány. V průběhu vegetace byly plochy dvakrát vyžuty. Obě plochy byly oploceny a chráněny proti okusu zvěří.

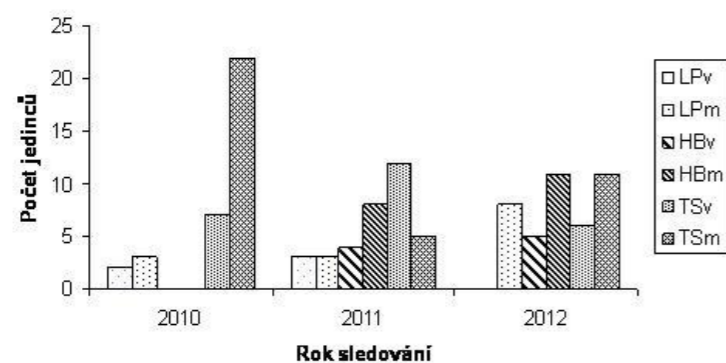
Stav sazenic byl zaznamenán krátce po výsadbě (v květnu) a poté vždy po ukončení vegetační sezóny (po 15. dni měsíce září). Sledovány byly následující charakteristiky:

- Mortalita – odumření rostliny bezprostředně po výsadbě nebo v průběhu vegetační sezóny.
- Zdravotní stav – kareční jevy na asimilačních orgánech, zasychání terminálního pupenu a hlavní osy sazenice, utěti hlavní osy sazenice a následná tvorba adventivních výhonů.
- Tloušťka kořenového krčku – byla zjišťována posuvným měřidlem s přesností na 0,1 mm.
- Výška sazenice, ve smyslu výška živé části sazenice – měřena svislá vzdálenost nejvýše položeného živého pupenu na ose kmene v jeho přirozené poloze nad povrchem země tzn. vychýlené terminální výhony, nebyly při měření napřimovány, vychýlené terminální výhony jsou charakteristické pro *Carpinus betulus*. Pokud se vrcholový pupen nacházel na převislém výhonu, byla měřena výška nejvýše položeného pupenu na sazenici.

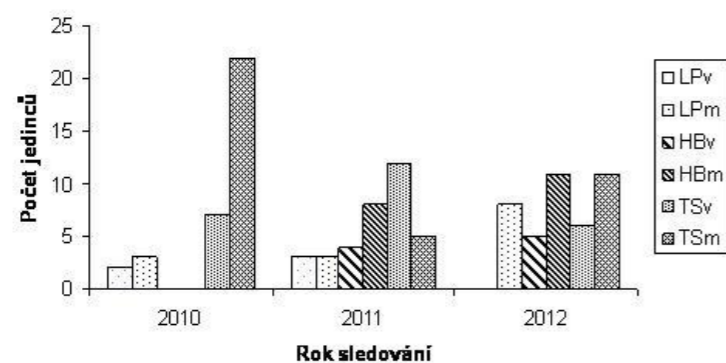
Pro všechny výběry byly vyhotoveny statistické charakteristiky – interval spolehlivosti, určení odlehých a extrémních hodnot. Tloušťka kořenového krčku a výška sazenic byly počítány jako aritmetický průměr hodnot všech jedinců. Pro výpočet byly použity programy Statistica a Excel. Pro vyhodnocení významnosti rozdílů byl nejprve použit jednostranný F-test pro zjištění shody rozptylů a podle výsledku dále T-test pro shodný či neshodný rozptyl pro porovnání shody středních hodnot dvou výběrů. Kdy platí, že p - hodnota $< \alpha$ zamítá nulovou hypotézu a p – hodnota $> \alpha$ nezamítá nulovou hypotézu.

Výsledky

V roce 2010, tj. v roce výsadby, dosahovala celková mortalita na plochách 10 % celkového počtu sazenic, v roce 2011 to 7 % a v roce 2012 to 8 % celkového počtu sazenic. Za celé období tří let dosáhl celkový úhyn 25 % celkového počtu sazenic. Nejvyšší mortalita za celé období (2010-2012) byla zaznamenána u *Taxus baccata* 63 % sazenic (25 ks TSv, 38 ks TSm; v roce výsadby 29 % sazenic), u *Carpinus betulus* 28 % sazenic (9 ks HBv, HBm 19), u *Tilia cordata* 19 % (5 ks TLv, 14 ks TLM), u sazenic *Acer campestre* (0 ks BBv, 5 ks BBm), sazenic u *Quercus robur* 24 % (16 ks DBv, 11 ks DBm; v roce výsadby 20 %) viz obr. 2. a obr. 3.

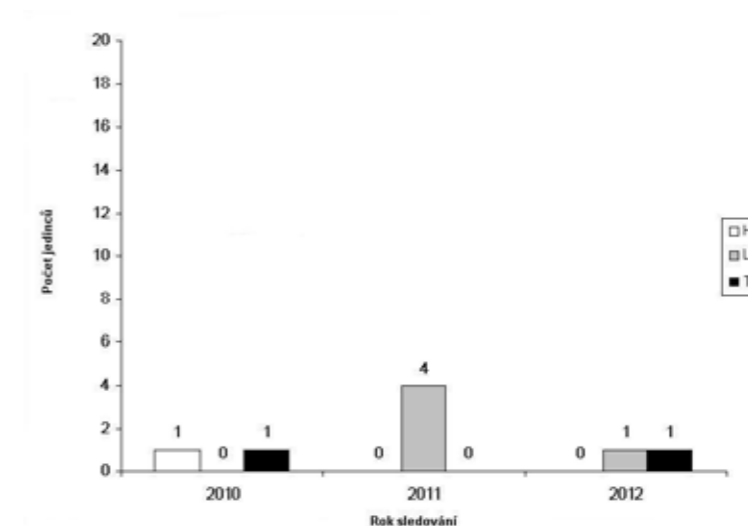


Obr. 2 Mortalita sazenic na lokalitě Sypaný vrch

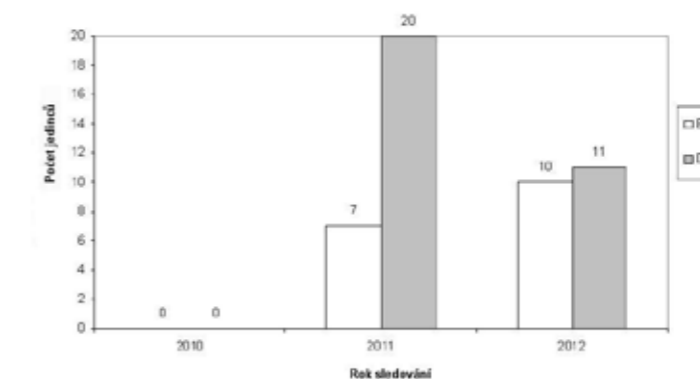


Obr. 3 Mortalita sazenic na lokalitě Res

U sazenic bylo pozorováno odumírání hlavní osy viz obr. 4 a obr. 5. Na ploše Sypaný vrch bylo odumírání hlavní osy pouze ojedinělé, avšak na lokalitě Resl bylo odumírání hlavní osy pozorováno u všech druhů, nejvíce u *Quercus robur* – v roce 2011 nastalo u 20 sazenic (11 ks DBv, 9 ks DBm, tj. 23 % sazenic v rámci druhu) a v roce 2012 nastalo u 11 sazenic (7 ks DBv, 4 ks DBm), dále vysoká četnost odumření hlavní osy sazenice byla pozorována u *Acer campestre* – v roce 2011 nastalo u 7 (4 ks BBv, 3 ks BBm), a v roce 2012 nastalo u 10 sazenic (7 ks BBv, 3 ks BBm).

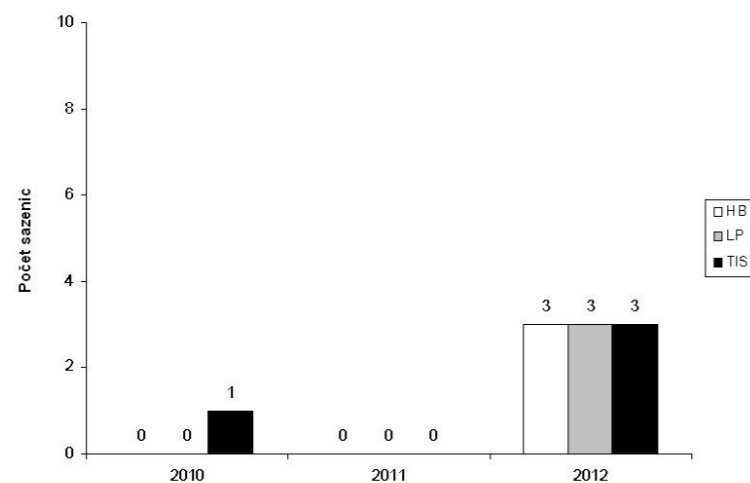


Obr. 4 Četnost sazenic s odumřelým terminálním pupenem na lokalitě Sypaný vrch

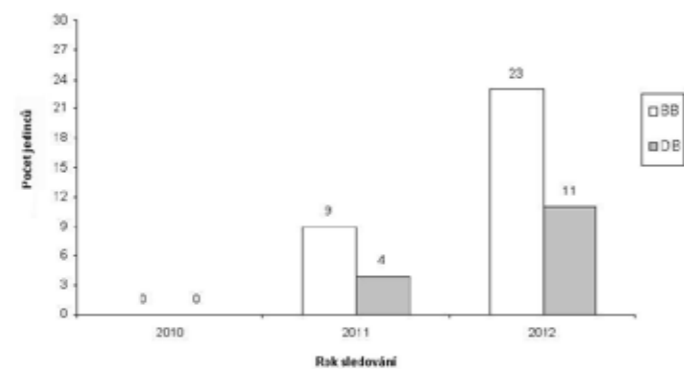


Obr. 5 Četnost sazenic s odumřelým terminálním pupenem na lokalitě Resl

V průběhu testu došlo k posekání 57 sazenic (tj. 11 % z celkového počtu hodnocené výsadby), a to zejména ve vegetačních sezónách 2011 a 2012 na lokalitě Resl viz obr. 6 a 7. Nejvíce byly poškozeny výsadby sazenic na okrajích ploch. Celkem bylo na lokalitě Resl za celé sledované období kosením poškozeno 47 sazenic, tj. 23 % hodnocené výsadby na ploše. To se promítlo do hodnocení vývoje růstové dynamiky sazenic.



Obr. 6 Počet pokosených jedinců na lokalitě Sypaný vrch



Obr. 7 Počet pokosených jedinců na lokalitě Resl

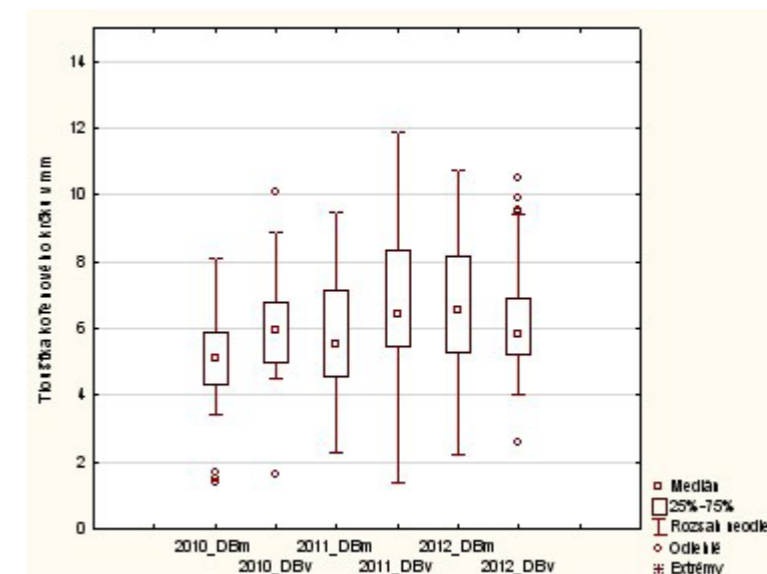
Registrovány byly výmladky ze spodní části osy sazenice jako fyziologická reakce na poškozený hlavní vrchol a také byly zaznamenány sazenice, které z kořenového systému obrazily, a které již byly v předchozím měření registrovány jako uhynulé. V roce 2012 to byla 1 sazenice *Quercus robur* na lokalitě Resl a na lokalitě Sypaný vrch bylo registrováno 7 sazenic *Taxus baccata* a 1 sazenice *Tilia cordata*. Růst výmladků byl zaznamenán u 6 sazenic *Acer campestre*.

Vývoj tloušťky kořenového krčku sazenic je popsán v tabulkách 4., 5. a je znázorněn v grafech na obr. 8 až 13. Hodnoty tloušťky kořenového krčku jsou poměrně vyrovnané. Dokazuje to poměrně malý rozptyl hodnot. Odlišnosti v rychlosti růstu se projevily převážně až ve třetím roce růstu na ploše a to odlehlými a několika extrémními hodnotami. Ty byly zaznamenány u *Quercus robur* a *Acer campestre*.

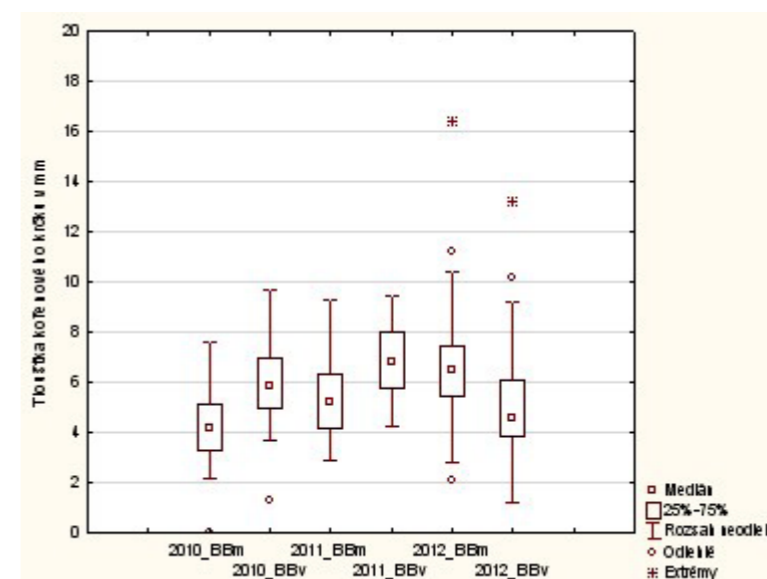
Tabulka 4. Statistické charakteristiky průměru kořenového krčku na lokalitě Resl

Rok	Dřeviny	Průměr	Medián	Precentil 25%	Precentil 75%	Počet jedinců
2010	BBm	4.4	4.7	3.5	5.4	48
2010	BBv	5.9	5.9	5.1	7.1	50
2010	DBm	5.0	5.1	4.4	6.1	43
2010	DBv	5.8	6.0	5.0	6.8	36
2011	BBm	4.9	5.2	4.4	6.4	43
2011	BBv	6.3	6.9	5.8	8.2	50
2011	DBm	5.7	5.7	4.6	7.5	40
2011	DBv	6.1	6.4	5.4	7.9	31

Rok	Dřeviny	Průměr	Medián	Precentil 25%	Precentil 75%	Počet jedinců
2012	BBm	5.4	6.5	5.7	7.5	50
2012	BBv	7.2	4.6	3.8	6.5	47
2012	DBm	6.7	6.6	5.3	8.3	45
2012	DBv	7.3	5.8	5.2	6.9	31



Obr. 8 Distribuce hodnot tloušťky kořenového krčku *Acer campestre*

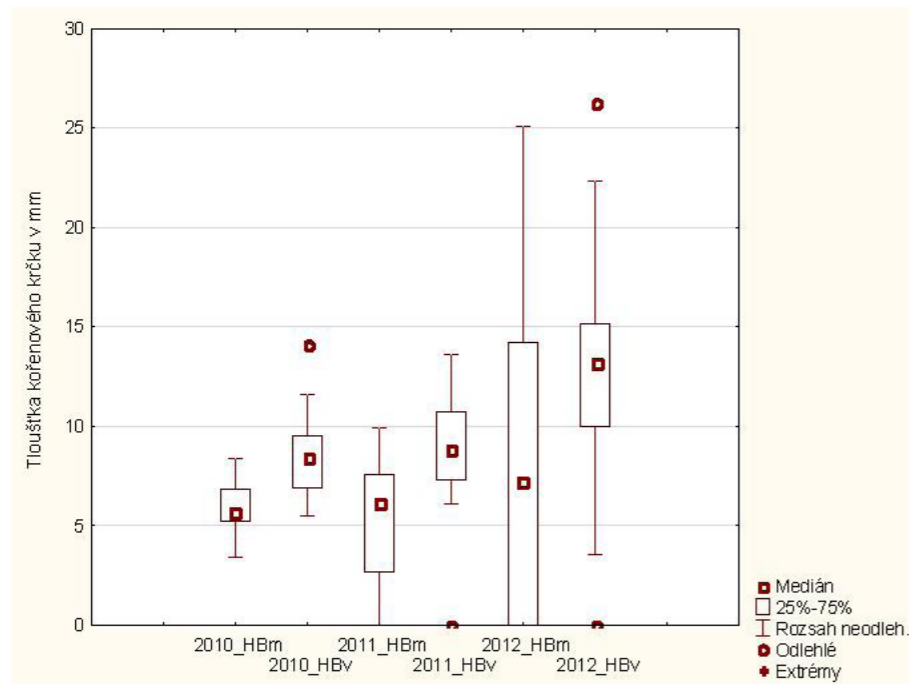


Obr. 9 Distribuce hodnot tloušťky kořenového krčku *Quercus robur*

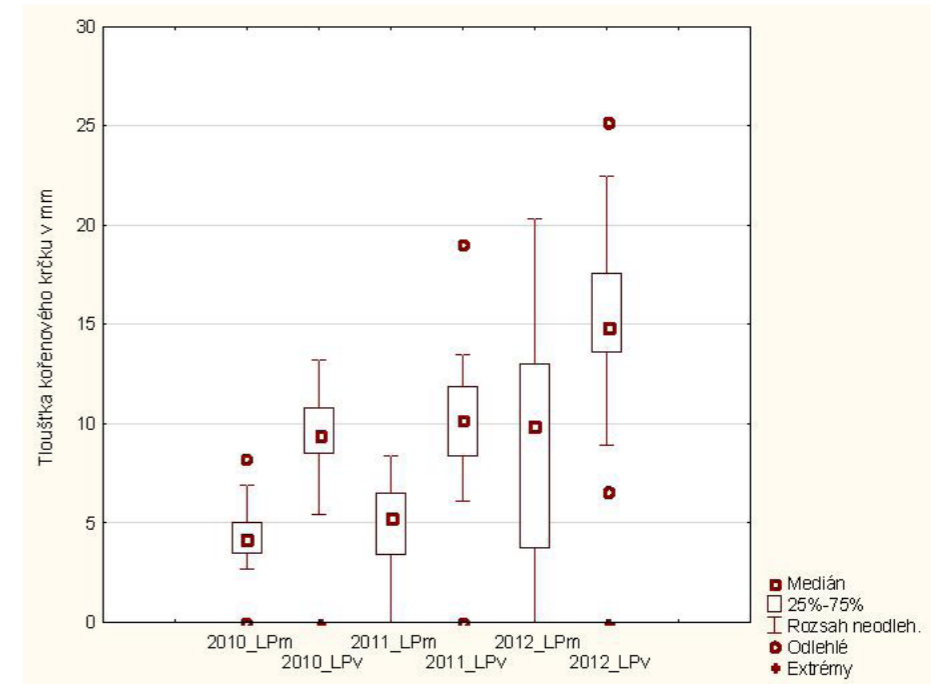
Distribuce hodnot v intervalu spolehlivosti v tříletém období napovídá, že se začíná rozrůžňovat růstová dynamika jednotlivých sazenic. Nejvyrovnanější rozptyl hodnot v růstu kořenového krčku vykazuje *Acer campestre* (patrně z percentilů) a to u mladších i starších jedinců. Jedinci *Quercus robur* mají širší rozsah hodnot percentilu nežli *Acer campestre*. V roce 2012 u větších sazenic *Quercus robur* došlo k snížení průměrné tloušťky kořenového krčku a snížení rozptylu hodnot tloušťky, to je způsobeno úbytkem jedinců v hodnoceném souboru, který vedl ke změně hodnot popisné statistiky. U *Carpinus betulus* v roce 2012 splývá 25% percentil a spodní hranice intervalu spolehlivosti i směrodatné odchylky. U *Taxus baccata* je malý rozptyl hodnot tloušťky v celém sledovaném období způsobený průběžným progresivním úhynem.

Tabulka 5. Statistické charakteristiky průměru kořenového krčku na lokalitě Sypaný vrch

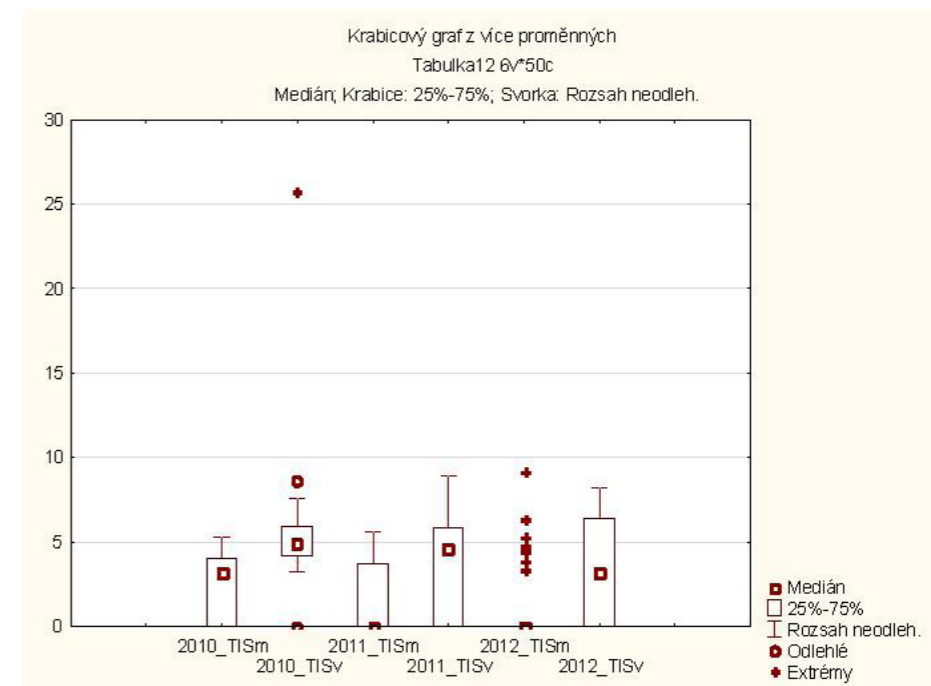
Rok	Dřeviny	Průměr	Medián	Precentil 25%	Precentil 75%	Počet jedinců
2010	HBm	5.9	5.9	5.2	6.9	50
2010	HBv	8.4	8.5	7.0	9.7	50
2010	LPm	4.5	4.3	3.8	5.1	47
2010	LPv	9.6	9.6	8.6	11.3	48
2010	TISm	4.1	4.0	3.8	4.7	27
2010	TISv	5.8	5.3	4.7	6.3	42
2011	HBm	6.7	6.7	5.8	8.7	40
2011	HBv	9.2	9.2	8.1	10.9	46
2011	LPm	5.7	5.9	4.8	7.4	43
2011	LPv	10.5	10.8	9.2	12.1	46
2011	TISm	4.4	4.4	3.9	5.6	17
2011	TISv	5.9	5.9	5.1	7.3	29
2012	HBm	10.8	13.1	7.8	17.4	32
2012	HBv	13.8	14.4	12.3	18.3	45
2012	LPm	11.1	11.9	9.3	13.7	38
2012	LPv	15.8	16.1	14.2	18.7	46
2012	TISm	5.2	5.1	4.4	9.2	13
2012	TISv	6.1	6.4	5.6	7.5	26



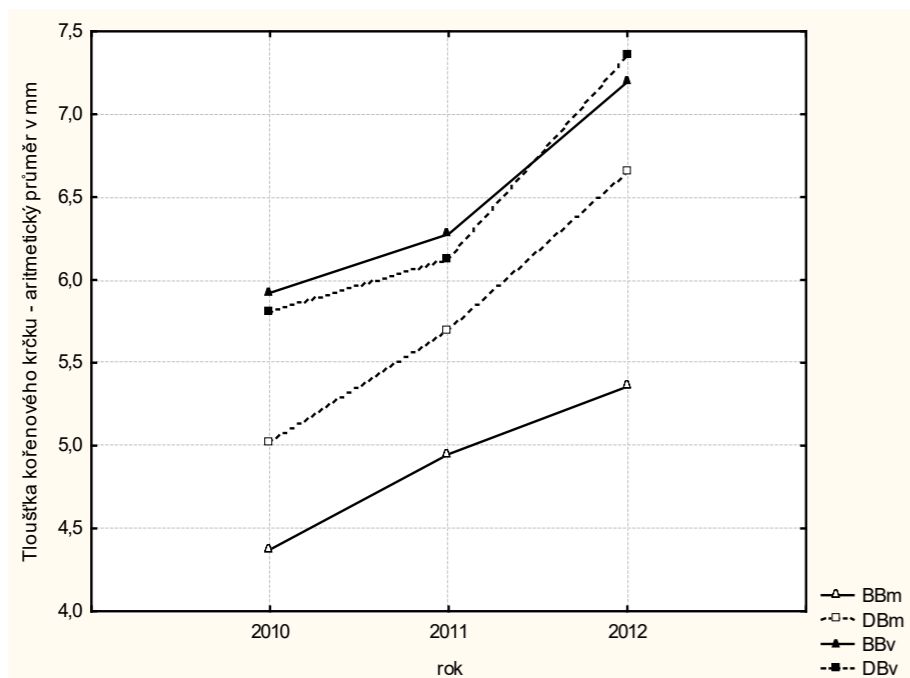
Obr. 11 Distribuce hodnot tloušťky kořenového krčku *Carpinus betulus*



Obr. 12 Distribuce hodnot tloušťky kořenového krčku *Tilia cordata*

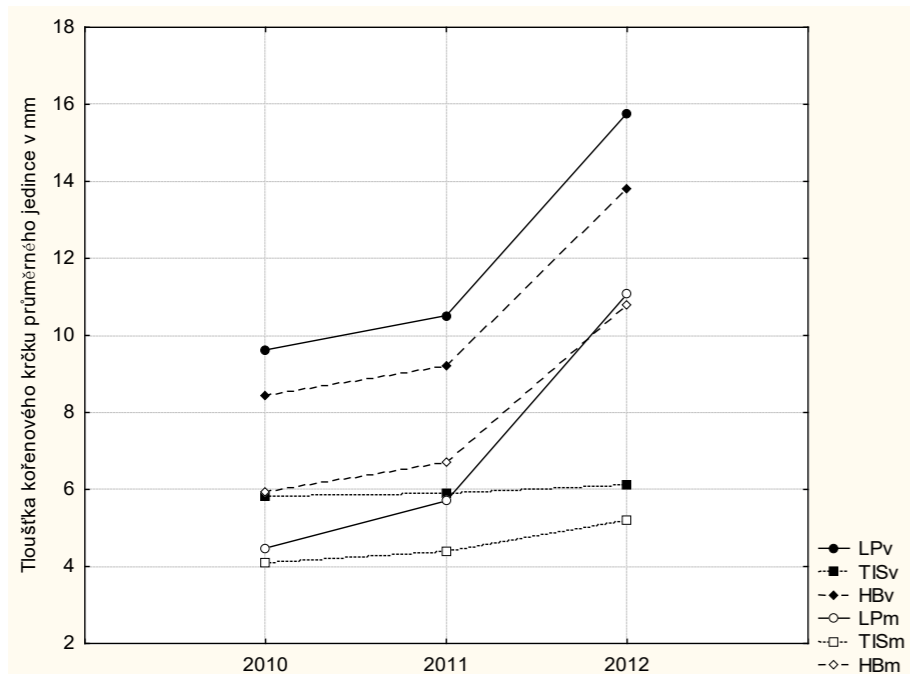


Obr. 13 Distribuce hodnot tloušťky kořenového krčku *Taxus baccata*



Obr. 14 Průměrná tloušťka kořenového krčku sazenic na lokalitě Resl

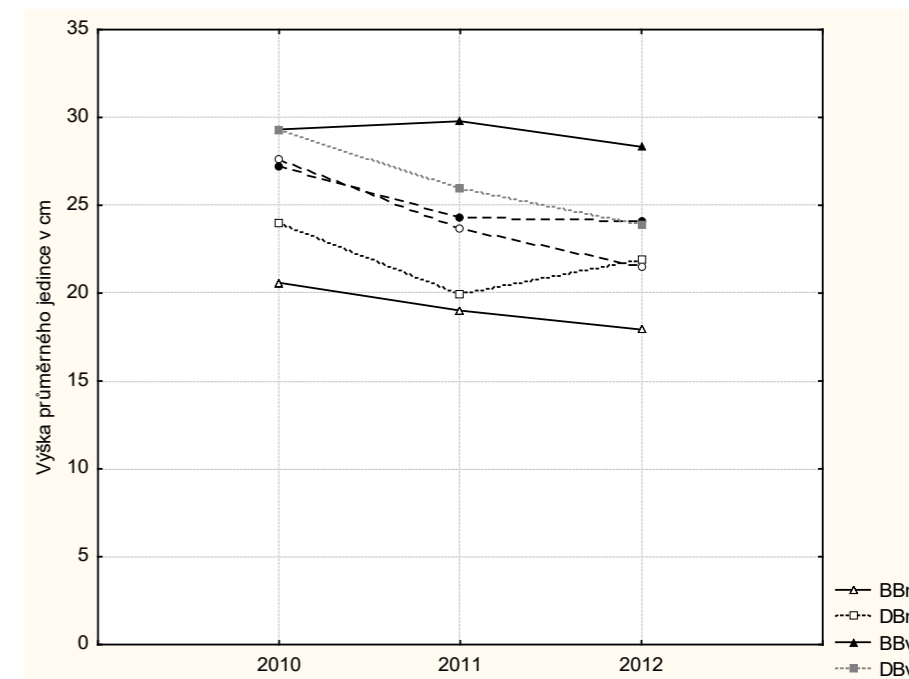
Na obr. 14–15 je zobrazen vývoj průměrné hodnoty tloušťky kořenového krčku v jednotlivých letech. Na lokalitě Resl mladší sazenice *Acer campestre* vykazovaly za vegetační sezónu 2011 větší tloušťkový přírůst kořenového krčku (0,5 mm) než sazenice starší (0,4 mm). V roce 2012 byl přírůst větší u starších jedinců – 1,1 mm, u mladších jedinců byl tloušťkový přírůst 0,4 mm. Mladší sazenice *Quercus robur* v roce 2011 vykazovaly také větší přírůst – 0,7 mm nežli starší – 0,3 mm. Za vegetační sezónu roku 2012 byl dosažen větší přírůst u starších jedinců – 1,2 mm, u mladších pak 1,0 mm.



Obr. 15 Průměrná tloušťka kořenového krčku sazenic na lokalitě Sypaný vrch

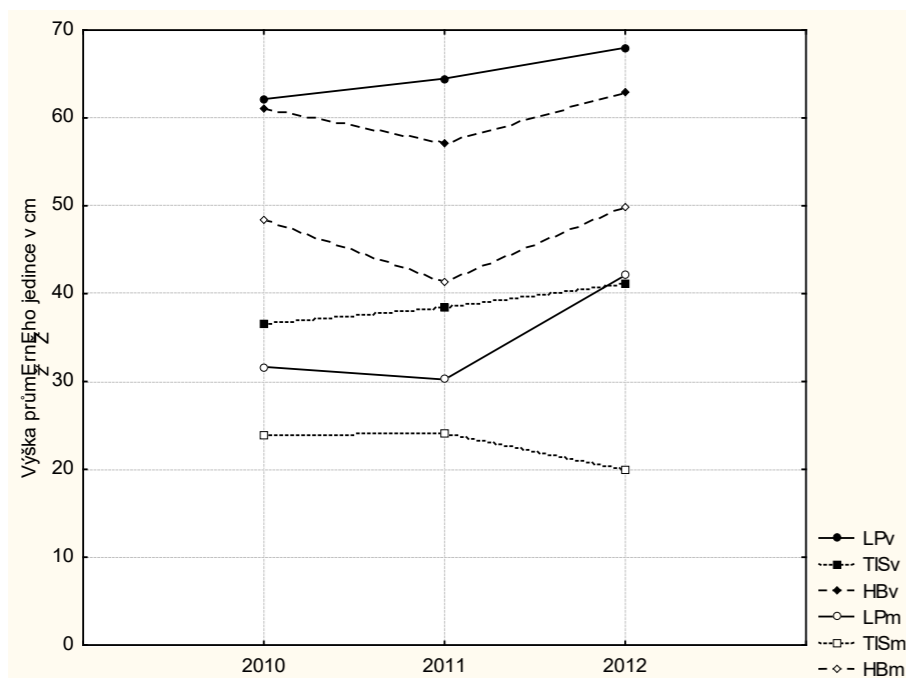
Na lokalitě Sypaný vrch sazenice obou věkových skupin u *Carpinus betulus* na konci vegetační sezóny roku 2011 dosahovaly stejného přírůstu 0,8 mm. Za vegetační sezónu roku 2012 byl dosažen přírůst u mladších jedinců 4,4 mm, u starších jedinců 5,6 mm. Sazenice *Tilia cordata*, mladší, na

konci vegetační sezóny roku 2011 dosahovaly vyššího přírůstu – 1,2 mm než starší – 0,9 mm. Za vegetační sezónu roku 2012 byl dosažen větší přírůst u mladších jedinců – 5,5 mm než u starších – 5,3 mm. Sazenice *Taxus baccata*, mladší, na konci vegetační sezóny roku 2011 dosáhly přírůstu 0,1 mm, u starších tloušťkový přírůst vůbec nenastal. Za vegetační sezónu roku 2012 byl přírůst u mladších jedinců 0,3 mm a u starších jedinců 0,2 mm. Z obr. 14 a 15 vyplývá, že největšího tloušťkového přírůstu dosahovaly dřeviny na lokalitě Sypaný vrch.



Obr. 16 Průměrná výška sazenic na lokalitě Resl

Vývoj výšek sazenic na lokalitě Resl představuje konstantní pokles za celé sledované období, obr. 16. Pokles výšky byl způsoben jednak posekáním při ožínání a jednak odumřením hlavní osy sazenice, obě poškození dokládáme obr. 5 a obr. 6. Pouze ve vybraných sezónách byl zaznamenán nárůst průměrné výšky u starších sazenic *Acer campestre* a mladších sazenic *Quercus robur*. U druhu *Acer campestre*, u starších jedinců, byl zaznamenán výškový přírůst 1 cm na konci vegetační sezóny roku 2011, na konci sezóny roku 2012 však nastalo snížení výšky o 2 cm. U mladších jedinců byl zaznamenán v sezóně 2011 pokles výšky o 2 cm a v sezóně 2012 další úbytek výšky o 1 cm. Sazenice *Quercus robur* mladší vykazují na konci sezóny roku 2011 úbytek výšky 4 cm a na konci sezóny 2012 vykazují nárůst výšky o 2 cm. Starší sazenice tohoto druhu vykazovaly úbytek výšky jak na konci sezóny roku 2011, tak i na konci sezóny 2012, v obou případech nastal pokles o 3 cm.



Obr. 17 Průměrná výška sazenic na lokalitě Sypaný vrch

Vývoj výšek sazenic na lokalitě Sypaný vrch představuje nárůst s výjimkou mladších sazenic *Taxus baccata* v celém sledovaném období viz obr. 17. Také na této lokalitě byly průměrné výšky ovlivněny posekáním sazenic při ožínání. U sazenic *Carpinus betulus*, mladších, nastal na konci sezóny 2011 pokles o 3 cm, na konci sezóny 2012 se výška zvýšila o 4 cm. U starších sazenic tohoto druhu také nastal na konci sezóny 2011 pokles výšky o 3 cm a na konci sezóny 2012 se výška zvýšila o 4 cm. U sazenic *Tilia cordata*, mladších, výška na konci sezóny 2011 poklesla o 1 cm a na konci sezóny 2012 se zvýšila o 6 cm. Výška sazenic starších na konci sezóny 2011 se zvýšila o 2 cm a o stejnou hodnotu se také zvýšila na konci sezóny 2012. U sazenic *Taxus baccata*, mladších byla zaznamenána na konci sezóny 2011 stagnace výšky (0 cm) a na konci sezóny 2012 se výška snížila o 3 cm. U starších sazenic tohoto druhu výška na konci sezóny 2011 narostla o 1 cm a na konci sezóny 2012 narostla o 2 cm.

F-test prokázal shodu rozptylu u druhů schodě rozptylů u *Acer campestre* v letech 2011, 2012, *Quercus robur* v letech 2010, 2012, *Carpinus betulus* v roce 2011 a *Tilia cordata* v roce 2012 a u ostatních druhů neshodný rozptyl. Rozptyly jednotlivých výběrů jsou patrné z obr. 8–13.

Statisticky významný rozdíl (párový T-test) v hodnotách tloušťkového přírůstu mezi mladšími a staršími jedinci u většiny druhů v každém roce kromě *Quercus robur*, u *Taxus baccata* v roce 2012 viz tab. 6.

Z hlediska průměrného tloušťkového přírůstu (viz obr. 14 a 15) je možno doporučit pro výsadbu u *Acer campestre* starší sazenice, *Quercus robur* mladší sazenice, *Tilia cordata* mladší sazenice a v případě *Carpinus betulus* je rozdíl v přirůstání tloušťky jen velmi malý. V případě *Taxus baccata* je vhodnější použít starší sazenice, ovšem je nutné upozornit na jeho celkově špatnou vitalitu.

Tabulka 6. Výstupy dvouvýběrového F- testu o shodě rozptylů a T-test (významný statistický rozdíl ve středních hodnotách výběrů podložený p-hodnotou T- testu je vyznačen šedými poli)

Hodnoty jsou uvedeny pro jednostranný test			p-hodnota F - testu	Typy rozptylů	p-hodnota T-testu	statisticky významný rozdíl
BBv	BBm	2010	0,00309825	neshodné	2,2786E-07	ano
BBv	BBm	2011	0,22284488	shodné	3,3527E-06	ano
BBv	BBm	2012	0,18267048	shodné	0,00081836	ano
DBv	DBm	2010	0,18052267	shodné	0,00137591	ano
DBv	DBm	2011	0,02729014	neshodné	0,02062548	ano
DBv	DBm	2012	0,23233664	shodné	0,73875893	ne
HBv	HBm	2010	0,00092806	neshodné	5,3731E-13	ano
HBv	HBm	2011	0,1724811	shodné	1,03E-08	ano
HBv	HBm	2012	0,02295536	neshodné	0,0181786	ano
LPv	LPm	2010	0,00074139	neshodné	5,9972E-28	ano
LPv	LPm	2011	0,00158254	neshodné	2,3448E-19	ano
LPv	LPm	2012	0,23465595	shodné	5,77E-09	ano
TISv	TISm	2010	4,1355E-14	neshodné	0,00102073	ano
TISv	TISm	2011	0,01609077	neshodné	7,4024E-06	ano
TISv	TISm	2012	0,13760449	neshodné	0,06094626	ne

Diskuze

V roce výsadby sazenice trpěly povýsadbovým šokem, byl zaznamenán nejvyšší úhyn dosahující až 20–29 % vysazených sazenic v závislosti od taxonu. Na lokalitě Sypaný vrch k vysokému úhynu přispěl *Taxus baccata*, který se na výsypkách prakticky nepoužívá, zde byl do testu experimentálně zařazen. Zajímavým jevem je zpožděný úhyn u *Carpinus betulus* zaznamenaný v následujících letech po roce výsadby, lze předpokládat, že souvisí s nedostatkem vláhy ve vegetačních sezónách roku 2011 a 2012. Vysoký úhyn byl v roce výsadby také zaznamenán u *Quercus robur* (20 %). U *Acer campestre* nebyl pozorován zvýšený úhyn v roce výsadby.

Extrémní podmínky stanoviště v letech 2011 a 2012, zejména nedostatek vláhy, se projevoval zasycháním hlavní osy sazenic a opožděným nástupem rašení a to zejména na lokalitě Resl u *Quercus robur*.

Výškový a tloušťkový přírůst dřevin negativně ovlivnilo opakované poškození sazenic při vyžínání ploch ve vegetačních sezónách 2011 a 2012, poškození v roce 2012 bylo velmi silné na lokalitě Resl, kdy bylo poškozeno 20 % (34 ks) sazenic.

Průměrná výška sazenic v průběhu celého sledovaného období u většiny taxonů klesla, pouze u *Tilia cordata* a *Carpinus betulus* a starších sazenic *Taxus baccata* vzrostla. Poškození hlavních os sazenic posekáním a snížením počtu sazenic úhynem se promítly do hodnot rozptylu u jednotlivých výběrů, např. v roce 2012 je tento vliv patrný na statistických charakteristikách druhů *Quercus robur*, *Acer campestre*.

U tloušťkového přírůstu byl prokázán u všech dřevin statisticky významný rozdíl v rámci taxonu mezi skupinami mladé a staré sazenice, a to jak v roce 2011, tak i v roce 2012. V průběhu celého sledovaného období byl zjištěn u všech sazenic tloušťkový přírůst. Podle velikosti úhrnného přírůstu za vegetační období 2010–2012 lze dřeviny sestupně seřadit od největšího u *Tilia cordata* (5,5 mm), přes *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Acer campestre*, po *Taxus baccata* (0,2 mm). Na tloušťkovém přírůstu se vedle růstové dynamiky, která je vlastní taxonu, podílely podmínky stanoviště. Rychleji rostoucí dřeviny *Tilia cordata* a *Carpinus betulus* byly vysázeny na méně exponovaném stanovišti. Údaje o přírůstu dřevin pochází ze dvou ekologicky rozdílných lokalit, proto nelze tloušťkové přírůsty mezi dřevinami porovnávat. Kupka a Dimitrovský (2011) hodnotí *Carpinus betulus*, *Quercus robur* jako druhy náročné na vlastnosti substrátu. Půdní substrát našich testovacích ploch je živinami dobře zásobený, limitujícím faktorem jsou však fyzikální vlastnosti umocněné teplým a suchým

klimatem oblasti. Toto zjištění učinili také Čermák a kol. (1999), Čermák a Ondráček (2009). Dimitrovský (1999) uvádí odlišné hodnocení druhů *Carpinus betulus* a *Taxus baccata*. Druh *Carpinus betulus* hodnotí jako méně vhodnou dřevinu a *Taxus baccata* naopak hodnotí jako dřevinu velmi vhodnou. Tento autor však vychází z ekologických podmínek Sokolovské pánve, kde jsou odlišné klimatické podmínky. Vhodnost věkových skupin sazenic pro výsadbu byla hodnocena na základě úhynu, přírůstu tloušťkového a výškového. Starší, tj. 3leté sazenice byly vyhodnoceny až na výjimku, jako vhodnější. Starší sazenice jsou vhodnější ve všech hodnocených atributech v případě *Tilia cordata* a *Carpinus betulus*. Také starší sazenice *Taxus baccata* lze hodnotit za vhodnější – byl u nich zjištěn menší úhyn a větší výškový přírůst. Mezi věkovými kategoriemi *Quercus robur* a *Acer campestre* nebyl zjištěn žádný rozdíl ve velikosti přírůstu, přesto lze hodnotit jako vhodnější starší sazenice *Acer campestre*, protože byl u nich zjištěn menší úhyn. Pouze mladší sazenice *Quercus robur* lze hodnotit jako vhodnější pro svůj menší úhyn.

Závěr

V letech 2010–2012 byl proveden test ujmavosti a růstu lesních dřevin na tělese Slatinické výsypky v Mostecké pánvi. Půdním substrátem byl šedý jíl s mírně zásaditým pH, dostatkem živin a obecně předpokládanými nepříznivými fyzikálními vlastnostmi. Výsadba proběhla způsobem uplatňovaným v běžných provozních podmínkách při lesnických rekultivacích. Test navazoval na práce autorů Čermák a kol. (1999), Dimitrovský (1999), Čermák a Ondráček (2009), Kupka a Dimitrovský (2011), Šefl a Roubíková (2011).

Zvoleny byly 2 plochy s rozdílnými ekologickými podmínkami. Na ploše s reliéfem plošiny byly testovány *Acer campestre*, *Quercus robur*, na vláhově příznivější ploše orientované k severozápadu pak *Carpinus betulus*, *Taxus baccata*, *Tilia cordata*. Sazenice byly testovány ve dvou věkových skupinách (2 a 3leté). Sledovány byly charakteristiky – úhyn, zdravotní stav, tloušťkový přírůst, výškový přírůst.

Úhyn za celé sledované období dosáhl 142 sazenic, tj. 28 % celkového počtu sazenic. Nejvyšší úhyn nastal v roce výsadby, v následujících dvou letech pak byl vyrovnaný a stálý. Úhyn se lišil v závislosti od druhu. Nejvyšší úhyn za celé období byl zaznamenán u *Taxus baccata* (63 %, z toho 29 % v roce výsadby), dále pak u *Carpinus betulus* (28 %), u *Tilia cordata* (19 %), u *Quercus robur* (24 %, z toho 20 % v roce výsadby).

Obecně největšího tloušťkového přírůstu dosahovaly dřeviny na lokalitě Sypaný vrch. Na základě výsledků našeho pozorování uvádíme testované dřeviny v sestupném pořadí podle vhodnosti pro ekologické podmínky Slatinické výsypky: *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Acer campestre*. Jako druh nevhodný pro uvedené stanoviště byl vyhodnocen *Taxus baccata*.

Na výškový přírůst dřevin (a také podle obecných postulátů, také na přírůst tloušťkový) mělo negativní vliv posekání sazenic při vyžínání, kdy v roce 2012 na lokalitě Resl bylo posekáno 20 % (34 ks) sazenic. Pokles výšky sazenic ve sledovaném období je tak dílem obrazem kvality péče o výsadby na rekultivovaných plochách.

Souhrn

U dřevin *Taxus baccata* a *Quercus robur* nastal výrazný úhyn v roce výsadby dosahující nebo přesahující 20 % celkového počtu sazenic, naopak u *Carpinus betulus* nebyl úhyn v roce výsadby vůbec zaznamenán. V dalších letech byl zaznamenán úhyn konstantní, udržující si míru úhynu vlastní taxonu – mezi 2 a 17 %. Nejvyšší úmrtnost byla zaznamenána u *Taxus baccata*. Na lokalitě Resl druhy *Quercus robur* a *Acer campestre* často trpěly usycháním hlavního výhonu. Největšího přírůstu tloušťkového krčku dosahovaly druhy *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Quercus robur*. Naopak nejnižší přírůst vykazoval *Taxus baccata*. Výškový a tloušťkový přírůst v roce 2012 byl silně negativně ovlivněn posekáním sazenic. Jako velmi vhodný druh pro Slatinickou výsypku lze pokládat *Tilia cordata*, a jako druhy vhodné *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Acer campestre*. Za druh nevhodný pro tento typ ekotopu *Taxus baccata*.

Seznam literatury

BAŽANT V., SLÁVIK M., REMEŠ J. (2010) Dynamika růstu dřevin na výsypce Šmeral na Mostecku. Zpravodaj Hnědé uhlí. 3: 24–31. ISSN: 1213-1660.

ČERMÁK P., KOHEL J., DEDERA F. (1999) Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru (metodika pro praxi). Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

ČERMÁK P., KOHEL J. (2003) Hodnocení půdotvorného procesu antropozemí Severočeské hnědouhelné pánve, jejich kategorizace a využití. VÚMOP Praha.

ČERMÁK P. (2007) Stanovení růstové vitality hodnocených taxonů dřevin. VÚMOP Praha.

ČERMÁK P., ONDRÁČEK V. (2009) Stanovištní a rhizologické vlastnosti dřevin využívaných při zalesňování výsypek Severočeské hnědouhelné pánve. Metodika. VÚMOP Praha.

ČHMÚ (2012) Průměrné hodnoty srážek a teplot za období 2011–2012. Automatizovaná meteorologická stanice Kopisty. Nepublikovaný manuskript. Praha: Český hydrometeorologický ústav

DIMITROVSKÝ K. (1999) Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha, 66 pp.

JENIŠTA J., ŠVEC J. (2003) Zkušenosti získané při sledování klimatu na výsypkách na Mostecku, Rožnovský, J., Litschmann, T. [eds.]: Seminář „Mikroklima porostů“, Brno, 2003, ISBN 80-86690 05-9, str. 187–193

KAŠPAR J., MĚSKOVÁ L. (2002) Nová krajina Mostecká po těžbě hnědého uhlí. Sympozium 41. ročník: Hornická Příbram ve vědě a technice.

KUPKA I., DIMITROVSKÝ K. (2011) Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na Sokolovsku: Review. Jíloviště: Zprávy lesnického výzkumu, 6: 52–56 ISSN: 0322-9688.

PRACH K., HOBBS R. J. (2008) Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites – Restoration Ecology 16 (3): 363–366.

PRACH K. (2009) Ekologie obnovy narušených míst I. – Živa 2009,1: 22–24

PRACH K. (2010) Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. In Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. [eds.]: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice: 7–9. ISBN 978-80-87267-09-7

PRACH K., WALKER L. R. (2011) Four opportunities for studies of ecological succession – Trends in ecology & evolution. 26(3) 119–23.

SLÁVIK M., DIMITROVSKÝ K. (2006) Rhizologická měření u lesních dřevin na výsypkách. In Neuhöferová, P. [ed.]: Zalesňování zemědělských půd. Výzva pro lesnický sektor. Kostelec nad Černými lesy. KPL FLE ČZU v Praze a VS Opočno, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 139–153.

ŠTÝS S. (1981) Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha, 678 pp.

ŠEFL J. (2008). Teoretická východiska volby druhové skladby při lesnické rekultivaci výsypek. In Blažková M. [ed.]: Modelové řešení revitalizace průmyslových regionů a území po těžbě uhlí na příkladu Podkrušnohoří. Sborník z konference 15. září 2008, FŽP UJEP, Ústí nad Labem.

ŠEFL J. (2011) Aplikace alginátů v lesnických rekultivacích na výsypkách po těžbě hnědého uhlí. Studia Oecologica, V., FŽP UJEP. Ústí nad Labem: 102–110.

ŠEFL J., ROUBÍKOVÁ I. (2011) Růst lesních dřevin na Slatinické výsypce. Studia Oecologica. V., FŽP UJEP. Ústí nad Labem: 83–101.

VRÁBLÍK P., VRÁBLÍKOVÁ J. (2003) Poznatky ze sledování mikroklimatu na výsypkách. Rožnovský J., Litschmann T. [eds.]: Seminář „Mikroklima porostů“, Brno, 2003, ISBN 80-86690 05-9, str. 187–193.

VÚHU (2012) Výsledky rozborů půdních vzorků. Nepublikovaný manuskript. Most: Výzkumný ústav hnědého uhlí.