

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů

**Srovnání vývoje prostokořenných a
krytokořenných sazenic buku lesního
v prvních letech po výsadbě v oblasti severního
Plzeňska**

Disertační práce

Autor: Ing. Martin SKRZISZOWSKI

Školitel: Prof. Ing. Ivo KUPKA, CSc.

2009

Abstrakt

Práce se zabývá vývojem bukových sazenic v prvních čtyř letech po výsadbě. Hodnocen je vliv typu sadebního materiálu, hnojení a péče o sadební materiál včetně dvou způsobů obnovy (holosečného a clonného) na zejména stav a základní charakteristiky jejich kořenových systémů.

Výsledky práce ukazují, že krytokořenné rostliny mají menší poměr objemu KS/NČ (kořenový systém/nadzemní část), ale současně si zachovávají větší podíl objemu jemných kořenů, ve srovnání s rostlinami z prostokořenného sadebního materiálu.

Z hodnocení vlivu působení buřene vyplývá, že poměr objemu KS/NČ je u ožinovaných rostlin větší než u rostlin neožinovaných. Vyplývá z toho významný pozitivní vliv ožinu sazenic na jejich KS (nejen tedy na nadzemní část, jak se obvykle zdůrazňuje). Vliv působení buřene na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán. Průměrná hodnota tohoto parametru za čtyři sledované roky je stejná.

Z hodnocení vlivu hnojení vyplývá, že poměr objemu KS/NČ je větší u rostlin hnojených v porovnání s rostlinami nehnojenými. Také zde je tedy ještě významnější vliv na KS, než na vývoj nadzemních částí rostlin. Vliv hnojení na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán.

Z hodnocení vlivu mikroklimatu stanoviště jako důsledku rozdílného obnovního způsobu vyplývá, že poměr objemu KS/NČ bukových rostlin rostoucích na volné ploše je větší, než u rostlin rostoucích pod clonou mateřského porostu. Vliv mikroklimatu na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán.

Klíčová slova

bukové sazenice, vývoj sazenic po výsadbě, kořenové systémy, hnojení, ožinování, hospodářský způsob

Abstract

Dissertation deals with performance of beech plant during the first four years after plantation. It statistically evaluates the influence of type of plantation, fertilization, after plantation care as well as management systems. The evaluation of root system and respected ratios are the basis for the evaluation. The data suggests that containerized seedlings and plants keep smaller ratio of root volume to shoot volume after plantation but on the other hand they have higher relative proportion of fine roots than bare-root seedlings.

Weed control has significantly high positive effect on root system volume as the ratio is better for plants where weed were under control. The results show the importance of weed control on root development which is the fact not very well known. However the fine root volume proportion was not affected by weed control.

Fertilization has significantly positive effect on ration between root volume and shoot volume. The data confirm that root growth is more significant than above-ground volume due to fertilization. Again the fine root volume is not influenced by fertilization.

Microclimatic conditions as the result of management system have positive effect of open area (clear cut) on ratio between root volumes and shoot volume. However the same effect was not proved for fine root volume ratio to root volume.

Keywords

beech plant, plant performance, root system, fertilization, weed control, management system

Čestné prohlášení

Prohlašuji tímto, že jsem disertační práci vypracoval samostatně za použití uvedené literatury a po odborných konzultacích s Prof. Ing. Ivo Kupkou, CSc.

Dne 30.9.2009

.....

Martin Skrziszowski

Poděkování

Děkuji tímto svému školiteli Prof. Ing. Ivo Kupkovi, CSc. Za veškerou pomoc jak při tvorbě této disertační práce, tak při společném publikování článků souvisejících s tematikou této disertační práce.

Zároveň děkuji Vladimíru Janečkovi za spolupráci při statistickém vyhodnocení naměřených hodnot a všem, kteří měli pro moji práci pochopení a podporovali mě.

OBSAH

1 Úvod	8
2 Cíl práce	11
3 Rozbor literatury	13
3.1 <i>Buk lesní</i>	13
3.2 <i>Krytokořenný sadební materiál (KSM)</i>	18
3.2.1 Historie.....	19
3.2.2 Výhody KSM.....	21
3.2.3 Nevýhody KSM.....	23
3.3 <i>Kořenový systém rostlin</i>	25
3.3.1 Jemné kořeny.....	28
3.3.2 Deformace kořenového systému.....	34
3.3.3 Řešení k zamezení vzniku deformací.....	37
3.4 <i>Soustava hnojení</i>	38
3.4.1 Historie.....	38
3.4.2 Klady a zápory používání hnojiv.....	40
3.5 <i>Změny v druhové skladbě lesů</i>	43
3.6 <i>Vliv zvěře na lesní dřeviny</i>	46
4 Metodika	50
4.1 <i>Stanovištní charakteristiky</i>	50
4.2 <i>Vliv typu sadebního materiálu</i>	52
4.3 <i>Vliv působení buřeně</i>	53
4.4 <i>Vliv hnojení</i>	55
4.5 <i>Vliv okusu zvěří</i>	55
4.6 <i>Vliv kvality stanoviště</i>	56

4.7 Vliv rozdílného mikroklimatu jako důsledek rozdílného obnovního způsobu.....	57
4.8 Postup hodnocení.....	58
4.9 Použité statistické metody.....	61
4.10 Přístroje použité při měření.....	63
5 Výsledky a diskuse.....	64
5.1 Vliv typu sadebního materiálu.....	64
5.2 Vliv péče o sazenice po výsadbě.....	66
5.2.1 Vliv působení buřeně.....	66
5.2.2 Vliv hnojení.....	68
5.2.3 Vliv okusu zvěří.....	70
5.2.4 Vliv mikroklimatu stanoviště jako důsledek rozdílného obnov. způsobu....	71
5.2.5 Vývoj sazenic buku v čase a ostatní výsledky.....	73
6 Závěr.....	82
7 Summary.....	84
8 Literatura.....	86

Seznam obrázků, tabulek a použitých zkratk

- Obr. 1** – Přirozená druhová skladba lesů ČR
Obr. 2 – Současná druhová skladba lesů ČR (2007)
Obr. 3 – Doporučená druhová skladba lesů ČR
Obr. 4 – Letecký snímek s označením lokality, kde probíhal výzkum
Obr. 5 – Obaly Quick Pot
Obr. 6 – Kořenový systém rostliny z KSM
Obr. 7 – Ožnutá část – volná plocha
Obr. 8 – Neožnutá část – volná plocha
Obr. 9 – Výsadba vně oplocenky
Obr. 10 – Omazané sazenice uvnitř oplocenky
Obr. 11 – Lokalita pod clonou
Obr. 12 – Lokalita volná plocha
Obr. 13 – Použitý dataloger Minikin
Obr. 14 – Instalovaný senzor datalogeru
Obr. 15 – Ožnutá rostlina – volná plocha
Obr. 16 – Neožnutá rostlina – volná plocha
Obr. 17, 18 – Okus zvěří na rostlinách po prvním období vegetačního klidu
Obr. 19 – Lokalita volná plocha
Obr. 20 – Lokalita pod clonou
Obr. 21 - Průměrný objem jednotlivých částí rostlin v ml
Obr. 22 - Průměrné hodnoty sledovaných parametrů v mm
Obr. 23 - Vliv různých aspektů na délku hlavního kořenu
Obr. 24 - Vliv různých aspektů na výšku NČ
Obr. 25 - Vliv různých aspektů na tloušťku kořenového krčku
Obr. 26 - Průměrný obsah vody v jednotlivých částech rostlin v %
Obr. 27, 28 - Kořenové systémy rostlin z KSM na konci čtvrtého vegetačního období

Tab. 1 - Vývoj poměru objemu KS/NČ sazenic buku v prvních letech po výsadbě dle typu sadebního materiálu

Tab. 2 - Podíl objemu jemných kořenů a KS bukových sazenic během čtyř let po výsadbě dle typu sadebního materiálu

Tab. 3 - Poměr objemu KS/NČ dle způsobu ošetření po výsadbě

Tab. 4 - Poměr objemu jemných kořenů a KS dle způsobu ošetření po výsadbě

Tab. 5 - Poměr objemu KS/NČ u hnojených a nehnojeých sazenic

Tab. 6 - Poměr objemu jemných kořenů a KS u hnojených a nehnojeých sazenic

Tab. 7 - Poměr objemu KS/NČ ovlivněný mikroklimatem stanoviště

Tab. 8 - Poměr objemu jemných kořenů a KS ovlivněný mikroklimatem stanoviště

KS – kořenový systém

KSM – krytokořený sadební materiál

LČR, s.p. – Lesy České republiky, státní podnik

NČ – nadzemní část

NLP – Národní lesnický program

1 Úvod

Lesy patří k nejvýznamnějším prvkům ekologické stability krajiny. Rozvoj lidské civilizace po celá staletí velmi vážně poznamenává lesní společenstva.

S rozvojem průmyslové revoluce a rostoucími požadavky na objem i kvalitu dřeva byly původní, převážně listnaté lesy nahrazeny jehličnatými monokulturami vzdálenými střeoevropským podmínkám.

Vláda České republiky projevila vůli k nápravě současného stavu lesů schválením „Zásad státní lesnické politiky“ formou Usnesení vlády ze dne 11. května 1994.

Jednou z hlavních zásad je zvýšení druhové diverzity dřevin v lesích a přiblížení se přirozené druhové skladbě lesů s přiměřeným uplatněním produkčně vhodných druhů.

Zmiňované zásady byly promítnuty i do nového zákona č. 289/1995 Sb., o lesích, ve znění pozdějších předpisů, který nahradil předchozí zákon č. 61/1977 Sb.

K tomuto novému zákonu byly roku 1996 vydány prováděcí vyhlášky, které kromě jiného stanovují pro jednotlivé hospodářské soubory minimální procentické zastoupení melioračních a zpevňujících dřevin v době zajištění lesního porostu. Tuto povinnost předchozí zákon vlastníkům lesa neukládal.

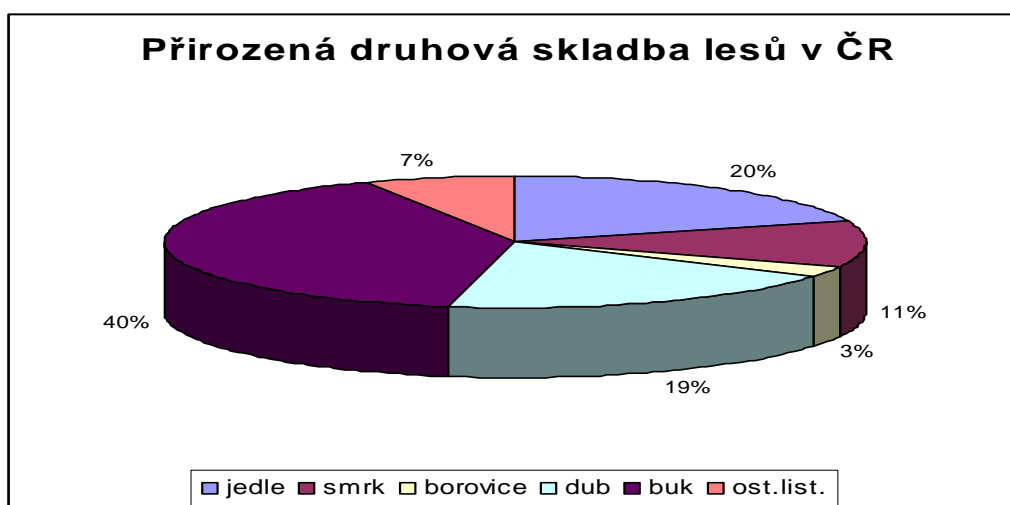
Převážnou většinu melioračních a zpevňujících dřevin tvoří dřeviny listnaté. Z tohoto důvodu je listnatým dřevinám poslední dobou věnována stále větší pozornost, a to jak na vědecké úrovni, tak v samotném lesním provozu.

Výše zmiňovaný minimální podíl je v praxi převážně dosahován výsadbou dvou listnatých dřevin, a to buku a dubu. Tato skutečnost je ovlivněna jak nabídkou lesních školek, které zaměřují svoji produkci především na tyto dvě dřeviny, tak častý nezájmem ze strany průmyslových zpracovatelů dřeva o sortimenty jiných listnatých dřevin.

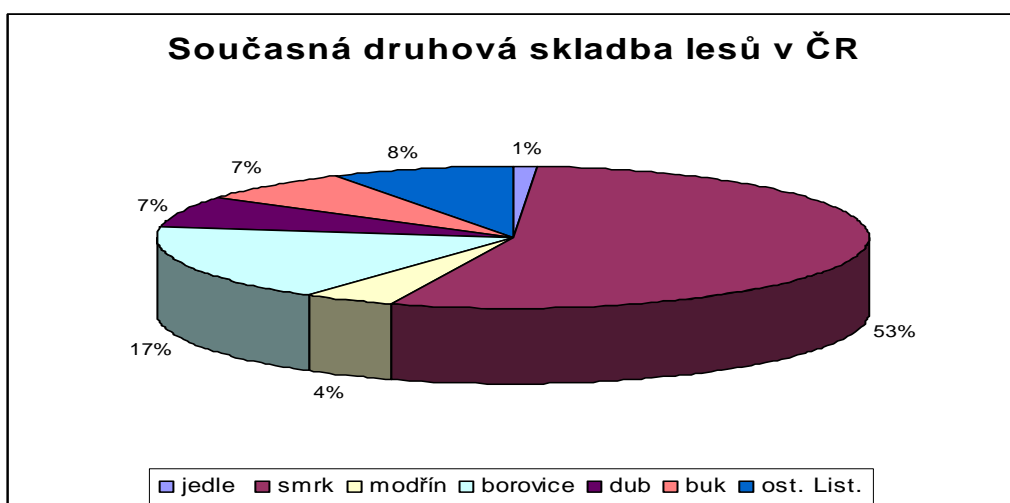
Tato skutečnost je příčinou, proč se dubový a bukový sadební materiál často dostává do poloh, které se nachází mimo jejich ekologický areál přirozeného výskytu.

Proto je cílem nás lesníků z dlouhodobého hlediska vytipovat lokality v hospodářských lesích, na kterých je možno zalesňovat těmito dřevinami za současného dosažení dostatečné objemové produkce i odolnosti těchto porostů proti biotickým a abiotickým činitelům.

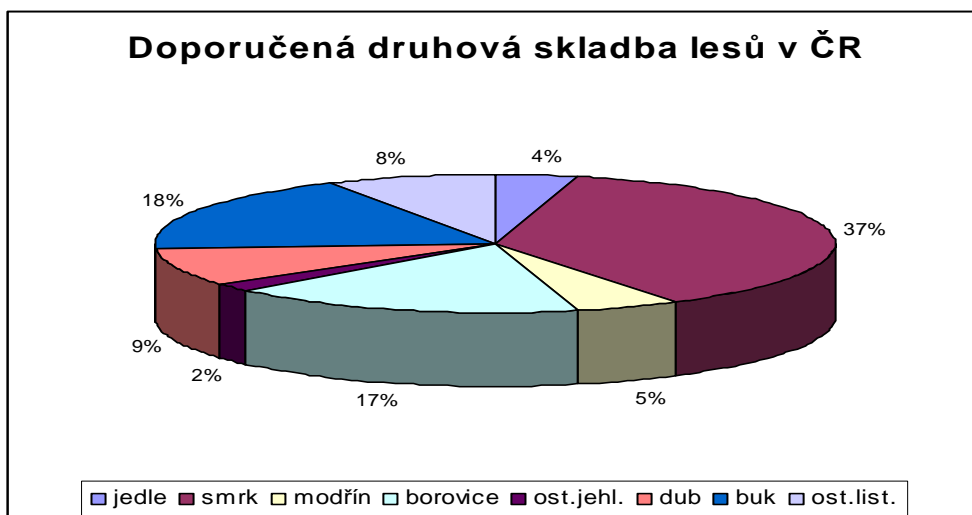
Jedním z posledních legislativních kroků, které se bezprostředně týkají lesního hospodářství je Usnesení vlády České republiky č. 1221 ze dne 1. října 2008 o Národním lesnickém programu (NLP) pro období do roku 2013. Podle tohoto NLP se podíl listnatých dřevin za posledních 50 let prakticky zdvojnásobil (1950 – 12,5 %, 2006 – 23,9 %). Přestože se podíl listnatých dřevin a jedle při obnově lesa zvýšil (2005 – 41,5 %), zastoupení autochtonních listnatých dřevin a jedle bělokoré je v podmínkách České republiky stále nedostatečné.



Obr. 1. Přirozená druhová skladba lesů ČR.



Obr. 2. Současná druhová skladba lesů ČR (2007).



Obr. 3. Doporučená druhová skladba lesů ČR.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit vývoj kořenového systému bukových sazenic během prvních čtyř let následujících po jejich výsadbě měřeními prováděnými na konci vegetačního období v ročních intervalech. Konkrétně bylo posuzováno:

- 1) zda se významně liší poměr objemu KS/NČ a poměr objemu JK/KS u sadebního materiálu prostokořenného a krytokořenného po sledované období (4 roky po výsadbě),
- 2) zda se významně liší poměr objemu KS/NČ a poměr objemu JK/KS podle způsobu a typu péče v prvních čtyřech letech po výsadbě,
- 3) zda se významně liší poměr objemu KS/NČ a poměr objemu JK/KS podle typu obnovního způsobu (4 roky po výsadbě),
- 4) jak se vyvíjí poměr objemu KS/NČ a poměr objemu JK/KS rostlin s přibývajícím věkem.

Kromě uvedených hlavních cílů byly stanoveny ještě vedlejší cíle a to zhodnocení vývoje KS bukových rostlin z hlediska vlivu:

- okusu zvěří,
- působení buřene,
- hnojení lesnickým hnojivem Silvamix Forte,
- ovlivnění mikroklimatu přítomností či absencí mateřského porostu.

Pro tento účel byly použity dva rozdílné druhy sadebního materiálu – prostokořenný a obalovaný (krytokořenný) a různé způsoby pěstební péče, kdy část rostlin byla ožínována nebo přihnojována, zatímco zbylá část byla pro srovnání nechána bez této péče. Také byl sledován vliv různé intenzity slunečního záření, jako důsledek dvou rozdílných obnovních způsobů v průběhu vegetačního období na vývoj KS. Podrobněji je tato problematika rozebrána v části metodika disertační práce.

Tématem disertační práce navazuji na svoji diplomovou práci s názvem Vývoj a architektura kořenového systému bukových sazenic – městské lesy Starý Plzenec, ve které jsem zkoumal vliv rozdílného způsobu výsadby (jamková x štěrbinová) na vývoj KS.

Účelem této disertační práce je přispět k bližšímu poznání vývoje KS u buku, který je základem dobře prosperujících bukových výsadeb.

Výzkum byl situován do oblasti severního Plzeňska. Buk se v této oblasti vyskytuje ve spodní části svého přirozeného výskytu na rozdíl od dubu, který zde má své ekologické optimum.

3 Rozbor problematiky

3.1 Buk lesní

Buk lesní (*Fagus sylvatica L.*) je přirozeně rozšířen po celé západní a střední Evropě s přímořským a přechodným klimatem. Bolte et al. (2007) definují severovýchodní Polsko a jižní regiony Baltických států jako hranici jeho rozšíření. Právě v této severovýchodní oblasti jeho přirozeného výskytu jej charakterizují jako značně úspěšnou dřevinu.

U nás tvoří buk v podhorských polohách stinné porosty (bučiny) s charakteristickou skladbou bylinného patra (*Actea spicata L.*, *Asperula odorata L.*, *Asarum europaeum L.*, *Daphne mezereum L.*, *Dentaria sp.*, *Lamium galeobdolon Nath.*, *Hedera helix L.*). Pro jeho malé nároky na světlo jej řadíme ke stinným dřevinám.

Jeho stinnost dokazují například Petritan et al. (2007), kteří porovnávali vliv stínění na javor klen (*Acer pseudoplatanus L.*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior L.*) a buk lesní (*Fagus sylvatica L.*). Zjistili, že při nízké míře osvětlení vykazuje buk nejmenší mortalitu, jasan vyšší a javor nejvyšší. Pokles mortality s přibývajícím světlem byl nejstrmější u buku a více pozvolný u jasanu a javoru. Při osvětlení odpovídajícím 15 % z hodnoty slunečního záření dopadajícího na koruny mateřského porostu se mortalita u všech tří dřevin blíží nule.

Buk nesnáší delší stínění než 40 let, pokud stínění trvá déle, dochází ke zhoršení jakosti kmene, případně úhynu. Ke zhoršení jakosti kmene dochází však jak při nedostatku, tak nadbytku světla. Při plném oslunění vznikají silné, pozdě odpadávající větve, zanechávající velké jizvy, které jsou vstupní branou pro houbové infekce a podporují vznik nepravého jádra (Košulič 2007).

K nízkým teplotám je buk dost citlivý a zvláště v mládí trpí často pozdními a časnými mrazy. Tuto skutečnost dokumentují například Nigre, Colin (2007) na svém výzkumu bukového porostu o výšce 1,5-9 m, stáří 17 let, v oblasti Lyons-La-Forêt (Francie), kde pozdní mráz dne 15.5.1995 poškodil 71,7 % terminálních výhonů bukových rostlin, což vedlo ke vzniku vidličnatých růstových forem.

Jančařík (2000) upozorňuje na častý výskyt korních nekrotů u buku, které jsou vyvolávané řadou abiotických a biotických (především hlívenky rodu *Nectaria*) činitelů, které vyvolávají na kůře nekrotické skvrny, někdy suché, jindy mokvající, různé velikosti od několika milimetrů až po velikost přes jeden metr, které se objevují v různých výškách na kmenech. Tyto skvrny se někdy hojí, jindy tvoří rozsáhlé nádory různé novotvary vyúsťující někdy až v zaškrcení kmene.

Jako dřevina přímořského a přechodného klimatu buk těžko snáší velké teplotní a vlhkostní rozdíly a snadno pak podléhá konkurenci ostatních dřevin. Naproti tomu v optimálních podmínkách klimatických a půdních je dřevinou velmi konkurenčně silnou a vytváří pak čisté, stinné porosty (Fér 1992).

Tuto skutečnost potvrzuje například Bezecný (1992) když uvádí, že buk díky své konkurenční schopnosti vytváří stejnorodé přírodní lesy. Podobně Zatloukal (2004) charakterizuje buk jako dřevinu, která má schopnost tvořit přirozené porosty jen s malou příměsí dalších dřevin a to především v bukovém a zčásti i dubo-bukovém a jedlo-bukovém lesním vegetačním stupni.

Špulák (2005) charakterizuje buk v podmínkách České republiky jako dřevinu s velmi širokou ekologickou amplitudou, jež je součástí lesních ekosystémů od 2. do 7. lesního vegetačního stupně.

To potvrzuje i Balcar (2005), který na základě výzkumu v Jizerských horách zjistil, že v nadmořské výšce 950 – 980 m roste již buk zřejmě na okraji svých ekologických možností, neboť během 3 let uhynula založená buková kultura v důsledku klimatických stresů (výjimku tvoří populace vysazená do kultury olše zelené).

U nás roste buk téměř po celém území mimo lužní lesy v nadmořských výškách zhruba od 300 do 1000 m s těžištěm ve 4. lesním vegetačním stupni, kde tvořil dříve rozsáhlé souvislé čisté porosty. V nižších polohách, kde tvoří směsi s dubem, roste většinou na severních svazích nebo inverzních stanovištích s větší půdní vlhkostí. Ve vyšších polohách pak roste ve smíšených lesích se smrkem, popř. s příměsí jedle, se kterými vytváří tzv. „Hercynskou směs“, která se vyznačuje vysokou produkcí dřevní hmoty. Výškové minimum výskytu v ČR je cca 120 m (Lužická pískovcová vrchovina, údolí Labe u Hřenska), maximum 1250 m (Hrubý Jeseník, Velká kotlina).

Hladík et al. (1993) uvádí rozmístění buku v horských oblastech Karpat podle nadmořské výšky takto – v 5. lesním vegetačním stupni (LVS) má buk 23 %, v 6. LVS už je kompetiční síla buku tlumena a zaujímá 15 % a v 7. LVS již jen 2 % plošného zastoupení.

Jeho poměrně jemné listí se snadno rozkládá, netvoří surový humus, takže má vcelku příznivý vliv na půdu. Buku se nejlépe daří na vlhčích, svěžích, minerálně silných a vápnem bohatých půdách. Dříve byl u nás mnohem více rozšířen. Značná část plochy jeho porostů byla však nahrazena kulturními porosty smrku a borovice (Fér 1992).

Jak uvádí Uhlířová a Kapitola (2004), buk byl naší přirozeně nejrozšířenější dřevinou. Jeho areál subatlantského typu zasahuje od západní Evropy až na Balkán.

Buk optimálně roste na dobře provzdušněných, minerálně bohatých půdách se stálou vlhkostí. Nesnáší záplavy, zamokřené, silně oglejené a ulehle půdy. Nevyhovují mu ani chudé a suché písčité půdy. Ve vyšších a chladnějších polohách dává většinou přednost vápencovým a dolomitickým podkladům. Půdu výrazně ovlivňuje silným zástiněm a bohatým opadem, který ji obohacuje o dusík a vápník. Za příznivých vlhkostních podmínek působí příznivě na tvorbu humusu. Naopak na sušších svazích, zejména na vápenci, bývá rozklad listí silně omezen. Na takových stanovištích pak dochází k hromadění opadu, znemožnění existence bylinné vegetace, čímž vznikají tzv. nahé bučiny (*Fagetum nudum*). Je dřevinou mírného oceánického až suboceánického klimatu, náročnou na vláhu a citlivou k suchu a k pozdním mrazům. Nesnáší velké teplotní výkyvy a vyhýbá se mrazovým kotlinám. Vyžaduje alespoň pětíměsíční vegetační dobu. Potřebuje dostatečné množství srážek, rovnoměrně rozložených během roku; optimum je nad 800 mm ročního úhrnu. Přítomnost buku v lesních porostech pramenných oblastí zabraňuje při velkých srážkách povrchovému odtoku a snižuje nebezpečí vzniku povodní. Buk je považován za naši nejstinnější listnatou dřevinu. Má mykorhizu s četnými druhy hub. Na osluněných stěnách trpí korní spálou. Buk je ve srovnání se smrkem mnohem odolnější vůči imisnímu zatížení, ale méně odolný k vlivům přízemního ozonu. Ve stáří podléhá houbovým chorobám. V mládí bývá silně poškozován okusem zvěří (Fér 1992).

Kutschera, Sobotik (1997) charakterizují buk jako dřevinu velmi přizpůsobivou, co se týká její růstové formy. Na stanovištích, na kterých se jí daří nejlépe, vytváří vysoké, rovné kmeny. Na svazích bohatých na sníh jsou kmeny silně pokřivené, šavlovitého tvaru. Na teplých jižních svazích tvoří stejně jako klečové křoví hranici lesa. Za rozmanitost

růstových forem vděčí buk své schopnosti růstu z pařezové výmladnosti. Schopnost buku růst na kamenitých, dokonce i skalnatých stanovištích je dána tím, že jeho hlavní kořen ztrácí poměrně brzy růstovou schopnost. Poblíž kořenového krčku vzniká věnec silnějších postranních kořenů, které se často navzájem prorůstají, díky čemuž je KS obzvláště pevný. Buk je dřevina se srdčítým typem KS (Pejchal 2004).

Poměrně malou plasticitu této dřeviny vůči ostatním listnáčům dokumentují na svém výzkumu Schmull a Thomas (2000), kteří porovnávali rozdílné reakce buku lesního (*Fagus sylvatica L.*), dubu letního (*Quercus robur L.*) a dubu zimního (*Quercus petraea L.*) na podmáčení půdního profilu. Na základě získaných výsledků vyvozují závěr, že dub zimní a v menší míře i dub letní lépe snášejí období, kdy je půdní profil podmáčen, než buk lesní, a to díky rozdílné struktuře KS, kdy vzorky obou dubů začnou vytvářet aditivní kořeny, zatímco buk nikoli. Dalším faktorem je i jejich lepší regulace tvorby listové biomasy v závislosti na hydraulické vodivosti KS.

Jak uvádí Remeš et al. (2004), buk je jednou ze základních melioračních a zpevňujících dřevin v rámci lesního hospodářství České republiky, přičemž Šach (2004) charakterizuje meliorační a zpevňující dřeviny jako dřeviny, které zamezují zhoršování zdravotního stavu lesů, zvyšují bezpečnost produkce a snižují produkční ztráty.

Podle Juráska (2007) náleží buk ke dřevinám, které mohou podstatně zvýšit stabilitu lesních ekosystémů.

Mráček a Krečmer (1975) zase zdůrazňují jeho hospodářský význam, kdy zařazují buk mezi deset ekonomicky nejvýznamnějších lesních dřevin z hlediska jejich uplatnění v našich hospodářských lesích. Buk nemá ve výběrném lese příznivé podmínky pro tvorbu kvalitních kmenů, ale je důležitou meliorační a stínící dřevinou. Stíněním potlačuje buřň a usměrňuje výškovou diferenciaci spodní a střední etáže, čehož dosáhneme vytěžením určitého buku v příhodnou dobu. Pro tyto účely se doporučuje zastoupení buku v porostech do 15 % (Truhlář 1996).

Podobné zastoupení buku ve výběrném lese uvádí také Zakopal (1960). Podle něho by buk měl dosahovat nutného minimálního zastoupení 20 % ze zdravotních a produkčních důvodů. Naproti tomu Schütz (1989) uvádí, že v lese s typickou výběrnou strukturou by podíl buku neměl přesahovat 20 %.

Podrázský s Remešem (2005) shrnují zastoupení buku od původních 37,9 % přes současných 6,2 % s cílem jeho navýšení na zhruba 18 % porostní plochy České republiky.

Uvedené cíle a potřeby jsou zdůvodňovány nutností stabilizace lesů, obnovy jejich biodiverzity a potřebou zvýšení plnění ekologických a environmentálních funkcí lesů na našem území. Opětovné zavádění buku tak představuje v současné době jeden z hlavních úkolů i problémů našeho lesnictví. V případě přítomnosti buku v mateřském porostu se většinou daří buk přirozeně zmladit. Potíže většinou nastávají při nutnosti obnovy umělé. Podsadby se přitom uvažují jako vhodný způsob pro zavádění této dřeviny do lesních porostů, zejména vzhledem k citlivosti buku na poškození biotickými faktory holé plochy.

Buk je zpravidla doprovodnou dřevinou v porostech, kde roste spolu s jedlí a působí příznivě na půdu (Vyskot et al. 1978).

Podrázský a Remeš (2005) dokládají na svém výzkumu příznivý vliv listnatých dřevin na stav humusových forem v nižších polohách, když uvádějí, že ve smíšeném porostu byla dosažena zásoba nadložního humusu 8,05 t/ha, v lipovém porostu 3,16 t/ha a desetkrát více, tj. 31,40 t/ha v porostu smrku. Podobně tomu bylo i se základními charakteristikami půdního sorpčního komplexu a s přístupnými živinami. Stav půdního chemismu byl celkově nejpříznivější v porostu smíšeném, každý monokulturní porost vykazoval známky jednostranné zátěže půdy. Podobně Šarman (2005) zmiňuje možnost ovlivnit koloběh látek a tím i zlepšení půdních vlastností dřevinnou skladbou.

Budde, Schmidt (2004) zmiňují produkčně vhodné smíšení původních bukových porostů s douglasku tisolistou, přičemž studie v Německu neukázaly žádný negativní dopad podrostu douglasky na původní bukové porosty.

Kantor et al. (2004) pro změnu vyzdvihují mimořádné produkční schopnosti buku ve směsi s modřínem na živných stanovištích Školního lesního podniku Křtiny, kdy celková zásoba ve věku 172 let dosáhla 1238 plm na hektar. Kromě toho autoři upozorňují na mimořádně velkou dynamiku růstu i přestárlých buků v příznivých stanovištních podmínkách.

To potvrzuje ze zahraničních autorů i např. Guericke (2001), který dospěl k závěru, že smíšený porost modřínu s bukem zřetelně převyšuje produkci stejnorodého porostu buku a množství produkce smíšeného porostu silně závisí na stupni smíšení. Zásoba buku ve smíšených porostech, oproti bukovým monokulturám nijak výrazně neklesá. To platí ale

jen do určité výše zastoupení modřínu. Při vyšším zastoupení než 30 % má již modřín negativní vliv na bukový porost, který velmi ztrácí na produkci a kvalitě a sám modřín dosahuje menšího průměrného objemu kmene (Klíma 2007).

Šach (2005) uvádí, že z hlediska dřevoprodukční funkce nelze ve středohorských polohách vliv příměsi buku na objem produkce smrkových porostů jednoznačně prokázat. Z hlediska pedomeliorační funkce zařazuje buk k dřevinám se středním pedomelioračním účinkem.

Vacek et al. (2005) během svého výzkumu základních porostních typů Krkonoš zjistili, že půdní chemismus byl díky zastoupení melioračních a zpevňujících dřevin celkově nejpříznivější v bukových porostech, dále ve smíšených a nejméně příznivý ve smrkových porostech.

Bohatý KS buku zmiňují například Finér et al. (2007), kteří při svém výzkumu zjistili, že průměrná biomasa jemných kořenů u buku je 389 g/m², zatímco u smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) činí 297 g/m² a u borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) pouze 277 g/m². Biomasa jemných kořenů u buku klesá s přibývajícím věkem porostu, zatímco u borovice s přibývajícím věkem roste. K tomuto závěru dospěli na základě výzkumu 36 porostů buku, 71 porostů smrku a 43 porostů borovice.

Ve výběrném lese buk často figuruje, z pohledu produkce dřeva, jako podružná dřevina, avšak plní významnou meliorační a výchovnou funkci pro jedli a smrk (Šálek 2002).

Co se týká kvalitativní produkce bukových porostů na bývalých zemědělských půdách, mají tyto velmi nízkou kvalitu. U uměle zakládáných bukových porostů je jedním z rozhodujících kritérií kvalita sadebního materiálu, která výrazně ovlivňuje jejich vývoj z hlediska kvalitativní produkce (Štefančík 2008).

Podle koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin pro období 2000 - 2009 (2000) bude buk i do budoucna strategickou listnatou dřevinou.

3.2 Krytokořenný sadební materiál (KSM)

Krytokořenný (obalený) sadební materiál jsou rostliny vypěstované v umělých obalech naplněných substrátem (ČSN 482115).

3.2.1 Historie

Šmelková (2004) považuje za začátky používání KSM konec 18. století, kdy se z přirozených náletů vyzdvihovaly semenáčky spolu s hroudou zeminy a přesazovaly se na volná místa.

Jedna z prvních zmínek o využití sadebního materiálu vypěstovaného v obalech a použitého ve větší míře při obnovách lesa pochází ze Severní Ameriky. KSM zde byl uplatněn v průběhu třicátých let minulého století v rámci projektu „The Great Plains Forestry Project“. Použity byly papírové buňky – obaly „Tappaper pot“ – obdoba pozdějších Paperpotů (Mauer et al. 2006).

Norská firma Jiffy uvedla v padesátých letech na trh rašelinocelulózové kelímky Jiffy peat pot (Nárovcová a Nárovec 2004).

K využití plastu pro výrobu KSM došlo poprvé v sedmdesátých letech v Kanadě. Jednalo se o obaly nazývané podle designéra Waltersovy tuby (Mauer et al. 2006).

KSM lesních dřevin je v České republice vysazován již 40 let (Nárovcová a Nárovec 2004). To potvrzují i Mauer et al. (2006), kteří uvádějí, že v České republice byly obaly určené pro pěstování KSM výzkumně i provozně využívány od druhé poloviny šedesátých let a jednalo se především o obaly typu sáčků z polyetylenu nebo různých textilií.

Již Dušek et al. (1970) upozorňovali na značný ekonomický efekt při zalesňování sazenic s obalenými kořeny, zejména pro zalesňování ploch s extrémními stanovištními podmínkami a pro výsadbu vzácnějších druhů nebo ekotypů dřevin.

Podle Juráska et al. (2004) se hlavní podíl produkce obaleného sadebního materiálu v minulosti soustřeďoval na obaly středního objemu pohybující se od 0,5 do 1,0 litru.

V sedmdesátých letech minulého století se přistoupilo i k ověřování technologií pěstování KSM v obalech malých objemů. Právě tyto technologie tzv. „středního typu“ (Neruda, Švenda 2000) o objemu jednotlivých pěstebních buněk 0,2 až 0,3 l, v nichž se pěstují semenáčky nebo sazenice maximálně v dvouletém pěstebním cyklu, jsou v současnosti nejvíce používány.

V polovině osmdesátých let byl při obnově lesů využíván KSM z více než 20 % celkové potřeby a předpokládalo se jeho rozšíření na 50 % (Mauer et al. 2006).

O perspektivnosti použití KSM hovoří podle Svobody (2006) i skutečnost, že ve vyspělých zemích má jeho podíl stoupající tendenci.

Optimální podíl krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin z celkového množství v České republice produkovaného a při obnově lesa vysazovaného sadebního materiálu je odhadován na 30 % (et al. 1999). V roce 2003 se tento ukazatel pohyboval na úrovni kolem 10 %, přičemž u LČR, s.p. tvořil 6,75 % (Zezula 2004). Často jde pouze o hrubý odhad, neboť údaje o dosahované produkci či realizovaném odbytu nejsou tuzemskými lesními školkami zveřejňovány (Jurásek 1996, Klečka 1997, Mauer 2000). Foltánek (2004) uvádí, že 43,4 % KSM dodaného pro LČR, s.p. největším dodavatelem lesních prací – společností Cewood a.s., tvoří buk. S 34,6 % následuje smrk, ostatní dřeviny jsou zastoupeny jen v řádu několika %. Dominantní postavení buku jak v podílu dřevin na obalované sadbě, tak v podílu obalovaných sazenic na umělé obnově dřevin ve stáních lesích potvrzuje též Zezula (2004).

Mauer et al. (2006) odhadují, že KSM by v průměru mohl dosahovat až 40 % z počtu uplatňovaného sadebního materiálu v podmínkách ČR, přičemž jeho úplné odmítnutí při obnově lesa je stejně chybné a biologicky a ekonomicky nepodložené, jako je jeho až 100 % preference.

Poněkud opatrnější je ve svých prognózách Bezecný (1992), který konstatuje, že podíl obalených sazenic v ČR může dosáhnout až 29 % s tím, že z celkové produkce obaleného sadebního materiálu by mělo být asi 25 % obalených semenáčků, 55 % obalených sazenic a 20 % obalených poloodrostků. Podíl jehličnanů na celkové produkci obalených semenáčků a sazenic by měl dosáhnout 75 %. Autor zahrnuje do kategorie obalovaných sazenic i sazenice hroudové, které byly vyzvednuty (nejčastěji z náletu) i se zemním obalem. Zalesňování těmito sazenicemi se však pro pracnost a nákladnost ve větší míře nerozšířilo.

Podaří-li se dosáhnout na trhu se sadebním materiálem v České republice cen, které umožní při využití všech výhod i ekonomicky zdůvodněné používání KSM, pak určitě dojde i u LČR, s.p. v relativně krátké době k výraznému zvýšení podílu tohoto sadebního materiálu v obnově lesa (Zezula 2004).

V současné době se KSM vyrábí v lesních školkách jen v omezené míře a většinou extenzívním způsobem, kdy plnění obalů a kontejnerových sadbovačů, výsevy i manipulace s obaly či sadbovači je prováděna ručně. V mnoha školkařských provozech

dosud převažuje technologie „přebalování“ prostokořenných semenáčků do dočasně povolených obalů (Foltánek 2004).

Na Slovensku tvořil KSM okolo 4 % z celkového počtu vypěstovaných sazenic. Po transformaci lesního hospodářství jeho produkce klesla na cca 3 %, avšak v horizontu pěti let se předpokládá zvýšení podílu KSM na 10 % při umělé obnově (Šmelková 2004).

Situaci ve Švédsku přibližuje Procházková (2004), když uvádí, že přes 80 % sadebního materiálu smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a borovice pokroucené (*Pinus contorta* Dougl. ex Loudon) se pěstuje v obalech, zatímco Rantala et al. (2003) uvádějí, že sadební materiál produkovaný ve školkách pro potřeby umělé obnovy lesa je ve více než 90 % KSM, což je údaj platný pro celou Skandinávii. Foltánek a Pop (2008) konkretizují roční produkci sadebního materiálu lesních dřevin ve Švédsku na cca 350 mil. sazenic, z toho 85 % představuje obalovaná sadba.

3.2.2 Výhody KSM

K hlavním výhodám podle Juráska et al. (2004) patří:

- 1) Zkrácení doby pěstování s možností pružněji reagovat na poptávku mimo jiné i v případě nutnosti zalesnění kalamitních holin.
- 2) Výrazné prodloužení časového úseku, kdy je možné zalesňovat. Je tak možno efektivněji využívat pracovní síly v pěstební činnosti a zvládnout velké objemy zalesnění.
- 3) Intenzivní metody pěstování KSM umožňují přesunutí části zalesňování i na podzim, což je velmi významné vzhledem ke stále častějším epizodám sucha v jarním období.
- 4) Dodání určitého množství vhodného substrátu a živin pro počáteční období růstu po výsadbě.
- 5) Rychlejší odrůstání kultur založených KSM, zkrácení nezbytné péče o ně (zejména ochrana proti buření) a dřívější dosažení stavu zajištěné kultury. Jurásek, Bartoš (2004) zjistili, že obalené semenáčky pěstované intenzivními postupy v porovnání s klasicky pěstovaným sadebním materiálem měly po výsadbě průkazně vyšší přírůst NČ, pokud byly umístěny do plastových chráničů. Tyto rozdíly se projevíly

ve všech nadmořských výškách. Pokud se toto zjištění opakovaně potvrdí, představovalo by to významný posun v poznacích o efektivní použitelnosti plastových chráničů pro buk.

- 6) Vyšší kvalita asimilačních orgánů. Podle Tučekové (2004) je jehličí u obalovaných sazenic smrku ztepilého o 50 % delší než u prostokořenných sazenic.
- 7) Možnost účinnější aplikace repelentů proti biotickým škůdcům již ve školce před expedicí. Významná je i možnost uplatnění umělé mykorrhizace.
- 8) Při použití krytokořenného sadebního materiálu umožňuje legislativa snížit minimální hektarové počty sazenic až o 20 %.
- 9) Ochrana kořenů během manipulace a z ní vyplývající nižší šok z přesazení, vyšší ujímavost a rychlejší obnova růstu po výsadbě. U výpěstků z intenzivních technologií (plugů) je rychlé obnovení růstu kořenů podporováno předchozím "řezem vzduchem", kdy se vytváří větší množství kořenových základů, z nichž se po výsadbě v optimálních podmínkách rozrůstá kvalitní KS. V případě technologií pěstování sadebního materiálu na vzduchovém polštáři dochází k zaschnutí kořenů na rozhraní obalu a vzduchového polštáře a následně ke zmnožení jemných kořenů uvnitř obalu Nárovcová a Nárovec (2004).

Tučeková (2004) při svém výzkumu adaptace jednoletých krytokořenných semenáčků typu Jiffy-7 Forestry v Nízkých Tatrách zjistila, že ujímavost těchto obalovaných sazenic dosáhla 97-98 % oproti 75 % u prostokořenných sazenic s tím, že architektura KS krytokořenných výsadeb smrku ztepilého je průměrná.

Podobně Wilson et al. (2007) během výzkumu výsadeb obalovaných a prostokořenných sazenic dubu červeného (*Quercus rubra L.*) v Ontariu (Kanada), dospěli ke zjištění, že první vegetační sezonu přežilo 100 % obalovaných sazenic, naproti tomu u prostokořenných sazenic dosáhla mortalita 25 %. Kromě toho měl KS obalovaných sazenic vyšší počet vláknitých kořenů, nežli tomu bylo u sazenic prostokořenných, které měly naopak více variabilní růst.

Jurásek, Bartoš (2004) upozorňují na velmi dobrou ujímavost sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica L.*) z intenzivních technologií a to nejen v nižších, ale i horských polohách. Intenzita přírůstu byla během dvou let po výsadbě u těchto výpěstků v porovnání s klasickým sadebním materiálem vyšší.

3.2.3 Nevýhody KSM

K nevýhodám podle Juráska et al. (2004) patří:

- 1) Zvýšené nebezpečí deformací kořenů.
- 2) Nebezpečí vysychání a vymrzání malých krytokořenných semenáčků a sazenic při nevhodném výběru stanoviště.
- 3) Vyšší vstupní cena, vyšší náklady na dopravu a další manipulaci.
- 4) Mauer, Palátová (2004a) zmiňují ještě větší predispozici pro založení porostů se sníženou kvalitou.

Sarvaš (2004) uvádí jako jeden z rozhodujících parametrů, který ovlivňuje úspěšnost pěstování KSM jeho odolnost na mraz z důvodu nebezpečí nedostatečného vyzrání NČ a tím poškození časnými podzimními (resp. pozdními jarními) mrazy.

Mnoho autorů (např. Jurásek 1989, Szabla 2003, Kupka 2004) uvádí, že intenzivními metodami pěstování buku v lesních školkách lze vypěstovat velmi kvalitní výsadbyschopný sadební materiál.

Jurásek (2006) rozděluje obaly používané v současnosti v našich lesních školkách do následujících kategorií:

- obaly nevhodné, působící závažné deformace kořenů (např. sáčky z umělohmotných úpletů a netkaných textilií), které by bylo žádoucí co nejrychleji vyřadit z používání,
- obaly dočasně tolerované (perforované sáčky z polyetylénu nebo laminovaného papíru apod.), kde se předpokládá jejich postupné nahrazení vhodnějšími typy,
- vhodné typy obalů, umožňující pěstování standardní kvality KSM, které jsou předmětem testování podle ČSN 48 2115. Výstupem je „Katalog biologicky ověřených obalů pro pěstování KSM lesních dřevin“.

Jednou ze základních podmínek úspěchu zalesňování je u KSM podle Juráska (2006) dostatečná hloubka výsadby. Obalené sazenice je nutno vysazovat tak, aby povrch obalů byl pod úrovní půdy a mohl být zakryt zeminou. Omezí se tím u některých obalů, zejména u obalených semenáčků, jejich vytahování mrazem, dále je sníženo nebezpečí obnažení obalů a kořenů slehnutím půdy, případně erozí.

Lokvenc (2001), Nárovcová a Nárovec (2004) zdůrazňují, že rozhodujícím ukazatelem vhodnosti jednotlivých obalů pro pěstování obalených sazenic, ale i

semenáčků, je jejich vliv na morfogenezi KSých systémů během pěstování a zejména během růstu po výsadbě. Obaly, které u konkrétních druhů dřevin vyvolávají omezení růstu a deformace KSých systémů, ať již jen v krátké době po výsadbě nebo ve vyšším stáří, a snižují tím stabilitu jedinců, nebo podmiňují napadení kořenů houbovými patogeny, jsou nepoužitelné.

Zajímavé porovnání vlivu různých obalů (Jiffy-7 Forestry a Lännen Plantek F) na některé parametry semenáčků buku lesního uvádí Tichá (2004), podle které je výška NČ semenáčků Jiffy vyšší jen o 6 %, ale její hmotnost až o 78 %. Kořenová soustava je lépe vyvinuta u semenáčků Lännen, kdy hmotnost kořenové sušiny je o 40 % vyšší a délka kořenů je vyšší o 10 % než u semenáčků Jiffy.

Vliv obou zmiňovaných obalů na deformace KSého systému zkoumala Šmelková (2004), která uvádí, že u krytokořených semenáčků je výskyt deformací častější, než u prostokořených – u smrku, buku a dubu o 9 až 14 %, u borovice o 4 %, semenáčky modřínu vypěstované v tabletách Jiffy měly 2,5krát více deformovaný kořen než prostokořenné, semenáčky modřínu pěstované v obalech Lännen měly mnohem méně deformovanou kořenovou soustavu než prostokořenné.

Podle Lokvence (1997) nelze posuzovat negativní vliv deformací na kvalitu kultur podle krátkodobých šetření uskutečněných v prvních fázích růstu kultury. Může se zjistit a komplexně projevit až ve vyšším věku, často i ve stadiu mlazin a tyčkovin. Z těchto důvodů mají pro stanovení vhodnosti obalu a technologie pěstování sadebního materiálu s obalenými kořeny rozhodující význam poznatky získané z analýz růstu starších porostů. Stejně tak ekonomickou efektivnost použití KSM je třeba posuzovat až ve fázi zajištěné kultury, kdy se nám do vyšších vstupních nákladů promítne i úspora nákladů na pěstební péči. Tato hodnocení prokazují ekonomickou efektivnost použití KSM (Jurásek et al. 2004).

To potvrzuje i Tomiczek (2000), který upozorňuje na množící se případy vyvracení nebo odumírání kultur 5-10 let po jejich založení krytokořenými sazenicemi v Rakousku. Detailní analýzy KSých systémů těchto stromů ukázaly, že KSý systém je nedostatečně vyvinut a omezuje se jen na původní prostor obalu. Překvapivě taková poškození sledoval autor nejen na soudržných hutných půdách.

S pěstováním KSM ve foliových krytech souvisí i použití různých typů hnojiv (Nárovec 2001).

3.3 Kořenový systém rostlin

Dušek et al. (1970) charakterizují KS jako soubor všech kořenů, které vznikly postupným rozvětvením jediného hlavního (primárního) kořenu a kořenů adventivních.

Podle Janovského (2004) lze KS stromu, na vyšší úrovni i určitého lesního ekosystému, chápat jako statickou a nutriční základnu těchto živých systémů.

Pejchal (2004) charakterizuje KS jako soubor všech kořenů jedince, bez ohledu na jejich ontogenetický původ.

Perez (2007) definuje kořeny jako specializované orgány rostlin, sloužící jako nástroj příjmu vody a živin, biotických interakcí, reakcí na stres a mechanické podpory. Biologickou interakci kořenů se svým okolím zmiňuje též Whipps (2001), který uvádí, že ztráta organického materiálu z kořenů poskytuje energii pro rozvoj aktivních mikrobiálních populací v rizosféře kolem kořenů.

Šebánek et al. (1983) zmiňují vliv kořenu na udržení optimálního obsahu živin v rostoucích NČ rostlin, kdy při nadbytečné výživě se živiny hromadí v kořenu a pouze malá část jich postupuje do nadzemních orgánů. Při nedostatečné výživě naopak kořen poskytuje nadzemním orgánům potřebné množství živin.

Mauer a Palátová (2004b) nazývají KS všestranným základem stromu – zajišťuje mechanickou stabilitu, příjem vody a výživu stromu. Pokud není KS přirozeně rozvinut (je-li deformován, je-li v poměru k výšce NČ malý nebo nemá-li přirozenou architekturu) může to vést nejen k mechanické nestabilitě stromu, ale KS se může stát významným predispozičním faktorem chřadnutí a odumírání stromů. Kořeny a vůbec celá rhizosféra plní řadu primárních, pro rostlinu životně důležitých, avšak obtížně definovatelných funkcí. Vedle prostého mechanického kotvení stonku, resp. kmene u dřevin, je KS vysoce metabolicky aktivní. KS netvoří naprosto autonomní jednotku, ale typické jsou rozličné síťovité interakce, na kterých participují organismy na různém stupni organizace, např. bakterie plní nezastupitelnou úlohu při koloběhu řady prvků. Klasickým příkladem jsou vazači vzdušného dusíku, spojování především s vikvovitými rostlinami (*Rhizobium* sp. div.).

Kořeny obsahují řadu buněčných typů, které přispívají k získání živin a jejich následnému přesunu do xylému. Činnost těchto buněk musí být koordinována, aby bylo zaručeno doručení živin do NČ v takové míře, která odpovídá požadavkům růstu. Dělení

transportních procesů mezi různými buněčnými typy je proto nezbytné pro efektivní fungování kořenů. Toto dělení probíhá na úrovni proteinů, organel a buněk v závislosti na tom, jakým způsobem jsou živiny přijímány kořeny a doručovány do xylému (Tester a Leight 2001).

Podle Ravena a Edwardse (2001) se kořeny, jakožto orgány odlišitelné vývojově a anatomicky od NČ rostlin vyvinuly u sporofytů v dobách časného Devonu (cca. před 410-395 miliony let). Před 375 miliony let pronikaly kořeny, jako orgánové struktury skoro do 1 metru hloubky substrátu, přičemž s rostoucím podílem CO₂ v atmosféře značně zvětšovaly svůj objem. Následný vývoj kořenů přinesl bohatě větvené osy od průměru 40 mikrometrů, což je spodní limit omezující transport na delší vzdálenosti.

Biomasa kořenů listnatých dřevin je obecně vyšší než je tomu u jehličnanů (Finér et al. 2007).

Kořenovému systému, jakožto pod zemí skryté části rostoucích rostlin byla v minulosti věnována jen malá pozornost, kterou lze dávat do souvislosti s poměrně pracným postupem při získávání potřebných údajů. Přes zvýšený zájem o studium KS od 80tých let minulého století je informací o KS lesních dřevin stále nedostatek. Lesnická rhizologie je mladá disciplína, jejíž terminologie není dosud zcela jednotná a ustálená (Palátová a Mauer 2004a).

To potvrzují také Leuschner et al. (2004), podle nichž existuje jen velmi málo informací o plasticitě velikosti a struktury jemných kořenů a morfologii jemných kořenů dospělých stromů.

Pages (2000) uvádí modelování architektoniky KS jako poměrně novou myšlenku, která se objevila v průběhu posledních 10 let, přičemž zpočátku byly tyto modely věnovány prostorovému rozmístění kořenů v půdě, jakožto základu pro příjem vody a živin. Tyto první modely, založené na pravidlech, která napodobují charakteristiky morfologických jevů, nabídly mnohá technická zdokonalení. Z nich vznikly za přispění značného úsilí submodely popisující interakce mezi kořeny a jejich vnějším prostředím. Avšak orgány rostlin, speciálně kořeny, nejsou v interakci jen s vnějším prostředím, ale také s něčím, co můžeme nazývat „vnitřním prostředím“, které je výsledkem celého procesu výsadby a interakcí mezi jednotlivými orgány.

Závislost vývoje KS na intenzitě slunečního záření zmiňuje například Dillaway et al. (2007) u dubu bílého (*Quercus alba* L.). Podobně tuto závislost sledovali i Coll et al. (2004) u buku, kdy vzrůstající dostupnost světla k dvouletým bukovým sazenicím zlepšovala jejich růst.

Krátkodobá morfologie kořenů je výrazně ovlivňována jak druhem dřeviny, tak stanovištními podmínkami. Tyto dva aspekty představují více než třetinu celkové variability (Ostonen et al. 2008). Podobné tvrzení předkládají i Rosenvald et al. (2008), podle nichž krátké morfologické adaptace kořenů souvisejí s dostupností půdních živin.

Závislost KS na vodním režimu zmiňují Alsina et al. (2007), podle nichž redukce srážek vede k větší tvorbě kořenové biomasy dubu cesmínovitého (*Quercus Ilex Linnaeus*) a pýřitého (*Quercus pubescent Willd.*). Roční distribuce srážek nemá významný efekt jak na hydraulickou vodivost kořenů, tak na morfologické znaky kořenů.

Vliv sucha a horka na kořeny prezentují Chiatante et al. (2005), podle nichž stimulují podmínky sucha na sazenice dubu cesmínovitého (*Quercus ilex, L.*) dočasné změny v celkové délce kořenů, počtu kořenových vrcholů, poměr hmotnosti sušiny NČ/KS a pronikání elektrolytu do kořenů. Patrný je též přesun kořenů do spodní části KS rostlin.

Podobně i Lahti et al. (2004) zmiňují, že půdní teplota je hlavním limitujícím faktorem kořenového růstu v boreálních lesích, přičemž i dočasný pokles půdní teploty nemá dlouho trvající významný efekt na biomasu rostlin smrku ztepilého (*Picea abies (L.) Karst.*), nebo na příjem živin.

Stejně tak vysoká půdní teplota může podle Norisady et al. (2007) vést ke snížení příjmu vody a dusíku rostlinou, což může vést ke zpomalení růstu NČ. Závěr vyvodil na základě výzkumu tropických stromů (*Acacia mangium Willd.*).

KS buku velmi dobře a bohatě prokořeňuje půdní profil. Podle Šebíka a Poláka (1990) má buk největší délku kořenů na 1 ha, a to 2520 km. V porovnání s bukem představuje celková délka kořenů smrku jen 53 % a kořenů dubu jen 29 %. Goff a Ottorini (2001) na základě výzkumu provedeného ve 30letém bukovém porostu v severovýchodní Francii dospěli k závěru, že stromy úrovněvé a částečně úrovněvé korunové vrstvy se podílejí více než 80 % na tvorbě jak přírůstové biomasy, tak i podzemní biomasy KS.

Pajtik et al. (2008) publikovali zjištění, že poměr kořenové biomasy k celkové biomase stromu klesá ve věku 1-10 let s rostoucí velikostí stromu s přibývajícím věkem,

přičemž tento poměr byl největší u dubu (46 %), buku (40 %), smrku (34 %) a borovice (20 %).

V souvislosti s KS buku stojí za zmínku existence tzv. vnitřních kořenů, kterou uvádí například Jeník (1994), kdy se uvnitř dutin starých stromů mohou vyvíjet adventivní KS z buněk hojivých tkání vznikajících při zlomení větví nebo prasknutí kmene. Po desítkách let větvení a druhotného růstu pronikají silné vnitřní kořeny vnitřní dutinou stromu vyplněnou humusem směrem dolů do půdy a výrazně vyztužují stárnoucí kmen stromu.

Všeobecný předpoklad, že KS a NČ rostlin jsou spolu v úzké spojitosti potvrzují například Raftoyannis et al. (2007) u jedle řecké (*Abies Cephalonica Loud.*), nebo Ribeiro et al. (2007) u dubu korkového (*Quercus suber L.*).

Podle Kupky (2007) je objemový poměr KS/NČ jedním z hlavních kvalitativních parametrů sazenic a jednou z určujících veličin pro ujímavost a růst nových výsadeb v lese. Výsledky výzkumu čtyřletých sazenic třešně ptačí (*Prunus Avium L.*) ukázaly signifikantní vztah mezi objemem KS a NČ.

Naopak Persson (2008) považuje za nejefektivnější kritérium pro hodnocení vitality rostlin jejich poměr sušiny živé/mrtvé biomasy jemných kořenů, přičemž tento poměr klesá konstantně s hloubkou. Tento závěr byl vyvozen na základě výzkumu lesních ekosystémů ve Švédsku.

3.3.1 Jemné kořeny

Jemnější kořenové struktury, nazývané jemné kořeny, zapojené do příjmu živin pomalou difusí z půdy se vyvinuly minimálně před 400 miliony let jako vyhřezení z kořenů (Raven a Edwards 2001).

Jemné kořeny vznikají několika způsoby v angiospermu. Buňky epidermis některých druhů tvoří asymetrické buňky které formují menší dceřinné buňky, ze kterých rostou jemné kořeny. U jiných druhů nemohou buňky epidermis formovat jemné kořeny (Dolan a Costa 2001).

Pod pojmem jemné kořeny zahrnuje většina autorů kořeny o průměru menším než 2 mm (Finér et al. 2007, Kukumägi et al. 2008, Liss et al. 1984, Majdi 2007, Makita 2008,

Matzne et al. 1986, Murach 1984, Palátová a Mauer 2004a, Persson 1978, Puhe et al. 1994, Weiss a Agerer 1986), případně kořeny o průměru menším než 1 mm (Clemensson-Lindell 1994, ČSN 48 2115, Konopka et al. 2007, Majdi et al. 2005, Majdi et al. 2007, Mauer 1989, Püttsepp et al. 2007, Persson 2008, Santantonio a Hermann 1985, Truus a Majdi 2008).

Jemné kořeny, které představují dynamickou složku KS, mají z hlediska výživy a příjmu vody pro dřeviny rozhodující význam. Protože jsou v přímém kontaktu s půdou, odrážejí citlivě všechny změny v půdně chemických podmínkách a mohou být citlivým indikátorem přirozeného i antropogenního stresu (Palátová a Mauer 2004a).

To potvrzují i Eichhorn a Grabowski (1991), když uvádějí, že stromy překonávají periody sucha tím lépe, čím větší mají podíl jemných kořenů a čím rovnoměrněji jsou tyto kořeny rozděleny v celkovém kořenovém prostoru. Okyselením a nerovnováhou živin vyvolaný ústup jemných kořenů z hlubších horizontů do svrchní půdy nebo nadložního humusu může zvyšovat nebezpečí náchylnosti k abiotickým a biotickým faktorům, obzvláště suchu a mrazovému vysychání.

Finér et al. (2007) uvádějí, že jemné kořeny hrají klíčovou roli v koloběhu a akumulaci uhlíku a živin lesních ekosystémů.

To potvrzují i Šebánek et al. (1983) podle nichž má kořenové vlášení rozhodující význam pro příjem a zásobování nadzemních orgánů minerálními živinami, neboť jeho sorpční plocha je obrovská.

Podle Duška et al. (1970) jemné kořeny zvětšují aktivní příjmový povrch kořenů. Systémem jemných kořínků a laterálních kořenů je zajišťován příjem vody, minerálních sloučenin a dalších živin ze substrátu. Dochází zde rovněž k syntéze aminokyselin, proteinů, ukládání asimilátů apod. Zároveň je do prostředí vylučována celá řada látek, které plní mimo jiné funkci primární chemické bariéry a vesměs inhibičně ovlivňují mikrobiotu v těsném sousedství kořenů a zabraňují přímému ataku patogenů.

Podobně Konopka et al. (2007) uvádějí, že jemné kořeny kořenové špičky jsou klíčovými komponenty v příjmu vody a živin rostlinami, přičemž kořenová hmota a počet kořenových špiček jsou největší ve svrchní půdní vrstvě a vykazují sezónní změny. Biomasa jemných kořenů roste do pozdního léta (srpen) a poté klesá, zatímco odumřelá hmota byla nejnižší v létě oproti jiným sezonám. K těmto závěrům autoři dospěli při

výzkumu 28letých výsadeb kryptomerie japonské (*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don) v Japonsku.

Reakci kořenů na půdní chemismus prokázali např. Ryan et al. (1993), podle nichž je primárním symptomem hliníkové toxicity u vyšších rostlin zpomalení kořenového růstu, přičemž primárním místem působení Al-toxicity na kořen je meristem.

Protože mají jemné kořeny krátkou dobu života, mohou na nich být rychle detekovány změny v půdně chemických podmínkách a jsou proto považovány za dobrý indikátor stresu prostředí. Množství jemných kořenů odráží také změny, ke kterým dochází v NČ stromu (Manderscheid a Matzne 1996).

To potvrzují i Ulrich et al. (1984), kteří uvádějí, že u stromů s více než 50 % ztrátou asimilačního aparátu je podstatně menší celkové množství jemných kořenů.

Naproti tomu Eichhorn (1987) konstatuje, že tvorba jemných kořenů není závislá na redukci asimilačního aparátu stromů. Mezi olistěním koruny a hmotností živých jemných kořenů však zaznamenal i on úzkou souvislost.

Citlivost jemných kořenů na změny v půdních podmínkách dokumentují Apostol et al. (2007), kteří prokázali vliv různé teploty v kořenové zóně na růst, výměnu plynů a kořenové dýchání obalovaných jednoletých sazenic dubu červeného (*Quercus rubra* L.), kdy tyto byly vystavovány různým teplotám (10, 15 a 25 °C) v jejich kořenové zóně, zatímco teplota vzduchu se neměnila. Délka letorostů, listová plocha a počet nových kořenů se snižovaly se snižující se teplotou kořenů, sušina biomasy NČ byla vyšší u rostlin vystavených teplotě 25 °C v porovnání s rostlinami vystavenými teplotě 10 °C. Opačný trend byl sledován u poměru biomasy kořenů k biomase NČ. Příjem kyslíku sazenic vystavených teplotě 10 °C byl o 65 % nižší než u rostlin vystavených teplotě 25 °C.

Devine a Harrington (2007) obecně konstatují, že půdní teplota ovlivňuje mnoho procesů v mladých lesních porostech včetně růstu a fenologie stromů, příjmu vody a mineralizace živin.

Naproti tomu Helmisaari et al. (2007) neprokázali žádnou výraznou interakci mezi zvyšující se teplotou a jemnými kořeny borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) se Finsku.

Podle Mauera et al. (2006) jsou limitními hodnotami pro růst kořenů 5 a 30 °C, přičemž optimum leží v rozmezí 17 až 25 °C.

Lahti et al. (2004) dospěli ke zjištění, že jemné kořeny rostlin smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) vystavených vyšším teplotám v průběhu vegetační sezony jsou mnohem rovnoměrněji distribuovány mezi minerální a organickou půdní vrstvou, nežli je tomu u rostlin vystavených nižším teplotám.

Jemné kořeny jsou většinou soustředěny v humusových horizontech Of a Oh a ve svrchní minerální půdě do hloubky 10 cm, s maximem výskytu ve vrstvě 0-5 cm (Ulrich a Pirouzpannah 1986).

Fritz et al. (2000) dávají atraktivitu humusových horizontů pro růst jemných kořenů do souvislosti s příznivějšími fyzikálně-chemickými vlastnostmi této vrstvy (neklade odpor kořenům, nedostatek kyslíku se nevyskytuje).

Také Hruška a Cenciala (2001) uvádějí, že v acidifikovaných půdách je většina KS soustředěna v organických horizontech a do minerální půdy proniká jen minimum kořenů.

Leuschner et al. (2004) uvádějí, že celková biomasa jemných kořenů a její horizontální a vertikální rozdělení jsou podobné v bukových porostech na chudých kyselých i zásaditých živných stanovištích, přičemž se pohybovala v rozmezí 320 – 470 g/m². Na všech stanovištích se však výrazně mění morfologické parametry jemných kořenů směrem od povrchu k nižším půdním profilům.

Konkrétní hodnoty týkající se jemných kořenů buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) poskytli také Zerva et al. (2007), kteří při výzkumu v severozápadním Řecku naměřili hodnoty pro živou biomasu 7,8 – 12,36 t/ha a pro celkovou biomasu 8,28 – 13,37 t/ha, přičemž vyšší hodnoty byly naměřeny od května do července. Z toho je patrné, že biomasa jemných kořenů se mění v průběhu roku. Více než 50 % celkové biomasy jemných kořenů se nacházelo ve svrchních 20 cm půdního profilu.

V podobném duchu konstatují Meinen et al. (2007), že hustota jemných kořenů výrazně klesá s půdní hloubkou.

Persson (2007) potvrzuje, že většina živých jemných kořenů se nachází v nejsvrchnější části humusové vrstvy a poměr živé/mrtvé jemné kořeny klesá s hloubkou. Přičemž značná variabilita jemných kořenů (biomasa, nekromasa, poměr živé/mrtvé jemné kořeny) souvisí s vlastnostmi stanoviště.

Podle Richtera et al. (2007) mnohé studie naznačují, že stromy rostoucí na kyselých, chudých půdách mají vyšší objem jemných kořenů a vyšší hustotu a hmotu jak

bio-, tak nekromasy v porovnání se stromy rostoucími na méně kyselých a na živiny bohatších půdách.

Tomu odpovídají i zjištění Bakker et al. (2007), že hnojení vede k redukci biomasy jemných kořenů borovice přímořské (*Pinus pinaster ssp.*) a ke kvalitativním změnám v jejich morfologii (vyšší specifická délka/plocha), nebo Trubata et al. (2007), podle nichž vykazují kořeny řečičku lentiškového (*Pistacia lentiscus L.*) vystavené nedostatku živin vyšší akumulaci kořenové biomasy.

Naopak podle Finéra et al. (2007) neexistuje žádná korelace mezi půdní kyselostí a biomasou jemných kořenů.

K zajímavému zjištění dospěli Yamashita et al. (2008) při výzkumu v Malajsii, kde na plochách, kde proběhla selektivní těžba dipterocarpu zjistili, že produkce jemných kořenů je větší na přibližovacích linkách, které byly vystaveny většímu tlaku než ostatní plochy, kde proběhla selektivní těžba.

Jemné kořeny mají vysokou míru respirace, tato je pak vyšší u menších kořenů o průměru do 0,3 mm, než u kořenů větších (Makita 2008).

Detailní mechanismus regulace růstu jemných kořenů není sice dosud dokonale znám, ale jedním z faktorů, které jej ovlivňují, je koncentrace přístupných živin v půdním prostředí (Vogt et al. 1993).

Podle Perssona (1983) může být podíl mrtvých jemných kořenů ukazatelem změn biotických a abiotických faktorů prostředí.

Celková biomasa jemných kořenů úzce souvisí s nadzemními parametry jako je výška stonku a jeho obvod, zatímco málo souvisí s věkem, čili je dobrým indikátorem kompetice na stanovištích. Základní porostní biometrická data, jako hustota porostu či kruhová plocha, nemají významný vliv na kořenovou biomasu buku (Curt a Prévosto 2004).

Zajímavý výzkum jemných kořenů dubu letního (*Quercus robur L.*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris L.*) v člověkem založených porostech na písčitéch půdách v severní Belgii uskutečnili Konopka et al. (2005). Při něm zjistili, že dub letní udržuje více živých jemných kořenů v zimě, zatímco borovice lesní produkuje více než dvakrát více jemných kořenů na jaře, přičemž v letním období mají obě dřeviny podobnou kořenovou hmotu. U obou vrcholů produkce jemných kořenů v měsících červen a červenec.

Ostonen et al. (2007) charakterizují specifickou délku kořenů (m/g) jako pravděpodobně nejvíce měřený morfologický parametr jemných kořenů, neboť charakterizuje závislost na hnojení, zavlažování, zvýšené teplotě, zvýšeném obsahu CO₂, hliníkovém stresu, redukci světla, stresu vyvolaném těžkými kovy a fyzikálních podmínkách půdy.

Jak uvádějí Curt et al. (2004), vertikální distribuce biomasy jemných kořenů u některých půdních typů pozitivně koreluje s obsahem organického uhlíku, celkového dusíku a většiny kationů.

Richter et al. (2008) uvádějí, že produktivita jemných kořenů u buku na stanovištích chudých na živiny tvoří polovinu čisté primární produkce. Na bohatých stanovištích je pak dominantní produktivita NČ rostlin.

Podobně Železník et al. (2008) při výzkumu proveniencí buku konstatují, že biomasa živých jemných kořenů (< 2 mm) tvoří do 33 % roční hrubé primární produkce, přičemž životnost jemných kořenů může být značně ovlivněna nadzemní teplotou, hloubkou kořenění, půdním typem, mykorhizou, extrémními výkyvy počasí a změnami klimatu.

Naproti tomu Truus a Majdi (2007) během svého výzkumu smrku ztepilého ve Švédsku nezjistili žádnou jasnou závislost mezi kořenovými parametry a zásobami živin v půdě.

Vztahem jemných kořenů buku a srážkových poměrů se zabývali Meier a Leuschner (2008), kteří zjistili, že letní sucha vedou ke zvýšené mortalitě jemných kořenů, ale na druhou stranu také stimulují náhradní tvorbu jemných kořenů na suchých stanovištích.

Také Cudlin et al. (2007) zmiňují, že kyselá depozice má významný negativní dopad na jemné kořeny, přičemž délka kořenů je více citlivá nežli kořenová biomasa. Nebyl zjištěn žádný významný vliv dusíkové depozice a troposférického ozonu na kvantitativní kořenové parametry. Zvýšení obsahu CO₂ v atmosféře mělo významný pozitivní efekt, zatímco sucho mělo významný negativní efekt na biomasu jemných kořenů.

Vliv nadzemního ozonu na růst jemných kořenů u buku dokumentují Winkler a Roller (2007) na výzkumu tříletých sazenic, když zjistili, že produkce jemných kořenů může být negativně ovlivňována stresem vyvolaným nadzemním ozonem.

V neposlední řadě je též produkce jemných kořenů u buku v silné spojitosti s výchovou lesních porostů a dobou, kdy jsou jednotlivé zásahy aplikovány (Montagnoli et al. 2007).

Podle Mauera et al. (2006) je u KSM větší část jemných kořenů téměř vždy soustředěna u povrchu kořenového balu.

3.3.2 Deformace KS

Antropogenním způsobem může být přirozená architektonika KS ovlivněna zejména v počátečních stádiích růstu. V důsledku nesprávné technologie pěstování sadebního materiálu či nevhodného způsobu výsadby mohou vznikat nevratné tvarové odchylky v uspořádání a směru růstu kořenů, které se běžně označují jako deformace. Za nejzávažnější deformaci KS je považován tzv. strboul (spirálovité proplétání kořenů), neboť vzájemným zaškrcováním horizontálních kořenů, vyvolaným jejich tloušťnutím, může dojít k zásadnímu narušení výživy a vodního režimu stromu. Následuje absence kůlu nebo panoh u dřevin s kůlovým, panohovitým nebo všestranně rozvinutým KS a nepravidelné rozložení KS (Mauer a Palátová 2004b).

Dalšími typy deformací KS jsou podle Mauera et al. (2006) zploštění do horizontální roviny, zploštění do vertikální roviny, jednostranné (vlajkovité) formy a deformace typu U a J (hlavní kořen je deformován ve tvaru těchto písmen). Jediným přijatelným typem deformace je vytvoření „chůdovitých“ kořenů, kdy kořen při svém růstu narazí na stěnu obalu a ihned se stočí do pozitivně geotropického směru růstu. Nesmí se vytvořit spirála (ani její náznak) a kořeny se nesmí vzájemně proplétat (obtáčet).

Podle Juráska a Martinové (2001), Pampe a Häsekera (2003) i Mauera a Palátové (2004b) jsou deformace KS lesnickou veřejností nejčastěji dávány do souvislosti s užitím KSM. Tuto skutečnost Mauer a Palátová (2004a) dokládají analýzou kvality KSM před výsadbou, provedenou ve 14 případech, s výsledkem, že 62 % rostlin mělo nejzávažnější deformace KS. Skutečností je, že při nevhodném pěstování KSM může dojít k deformacím

KS a tím i významnému ohrožení takto založených porostů. Důvodem je použití nevhodných obalů, nerespektování charakteru KS jednotlivých druhů dřevin, ale i příliš dlouhá doba pěstování sazenic v obalech k tomuto účelu vhodných. Je-li sadební materiál při výsadbě pouze deformován a není-li jinak oslaben, v normálních stanovištních podmínkách dobře odrůstá, byť šok z přesazení může trvat déle. Záleží na velikosti KS vysazovaných rostlin a lze dokonce říci, že v prvních vývojových fázích přirůstá takový materiál rychleji než materiál s nedeformovaným KS. Trvají-li příznivé podmínky i nadále, strom normálně přirůstá, i když jeho KS je nejen deformovaný, ale vzhledem k objemu (velikosti) NČ i podstatně menší, než je KS nedeformovaný. Dojde-li však k odchýlení stanovištních podmínek a vitality stromu od normálního stavu – imise, sucho, mraz, defoliace, dlouhodobé přemokření půdního profilu apod. – malý KS (na rozdíl od normálně vyvinutého KS) nestačí zajistit všechny funkce, strom ztrácí vitalitu a odumírá. Celý tento proces je umocňován tím, že většina našich dřevin je povinně mykorrhizních a malý KS má i menší mykorhizu. Deformace kořenů je nenormální stav a i když se to nemusí vizuálně projevit na růstu NČ, strom je již oslaben.

Podle Martinové (2004) dodržování obecně známých zásad pro pěstování sadebního materiálu v sadbovačích (vhodný tvar obalů, vzduchový polštář, odpovídající doba pěstování v obalech) sice riziko deformací KS minimalizuje, otázkou však zůstává další rozvoj kořenů po výsadbě do velmi odlišných a často značně nepříznivých půdních podmínek.

Mauer a Palátová (2004a) upozorňují na skutečnost, že v 80. letech minulého století docházelo ve Skandinávii k tak velkým plošným vývratům porostů založených KSM, že se dokonce uvažovalo o zákazu jeho použití při obnovách lesních porostů.

Většina stromů s deformovaným KS je napadena parazitickými houbami, zejména václavkou, outkovkou a kořenovníkem. Podle Juráska a Martinové (2001) bývá dáváno nebezpečí infekce václavkou do souvislosti se zvýšením koncentrace glycidů v ohybech deformovaných kořenů.

Tomiczek (2000) zjistil u vysazovaných stromů na rozdíl od přirozeného zmlazení vyšší výskyt napadení kořenů houbami a vyšší mortalitu.

Napadení deformovaných kořenů parazitickými houbami dokládají Mauer a Palátová (2004b) příkladem, kdy z 3500 ručně vykopaných stromů ve stáří 10-40 let jich 1900 mělo nejzávažnější deformace KS a téměř všechny deformované KS byly napadeny

agresivními parazitickými houbami – nejčastěji václavkou. U porostů založených KSM činil podíl deformovaných KS až 85 %. Tvorba adventivních horizontálních kořenů sice částečně KS zlepšuje, ale s výjimkou smrku důsledně neřeší ani mechanickou stabilitu, ani velikost KS.

Bártová a Mauer (2004) zmiňují, že jak na architekturu KS, tak na parametry NČ rostlin má značný vliv použitý typ sadbovače s tím, že nejvhodnější je varianta s vnitřními žebry a perforací dna a nejhorší je varianta ze zcela nepropustných plnostěnných sadbovačů se dnem.

Nejzávažnější deformace KS jsou podle Rychnovské (2004) příčinou významného regionálního poškození mladších porostů břízy bělokoré a smrku pichlavého v oblasti Krušných hor a smrku ztepilého v oblasti Orlických hor, Jizerských hor a střední Moravy. Současně autorka upozorňuje na skutečnost, že deformace KS se vyskytují u každé metody výsadby s tím, že u koutové výsadby převládá jednostranné zakřivení hlavního kořenu, u šterbinové výsadby svislé zploštění a u jamkové výsadby s vnitřním kopečkem je to povrchové rozložení kořenů.

Jinou příčinou vzniku deformací může být velký rozdíl mezi chemickým složením substrátu kořenového balu a kvalitou půdy. Je-li tento rozdíl velký, kořeny neprorůstají do okolní půdy a stáčí se v původním prostoru obalu (Mauer 1999).

Dalším důvodem může být též nepečlivá výsadba (nebo její nevhodný způsob) prostokořenných sazenic, kdy vznikají deformace, které mohou mít vážný vliv na další růst dřevin a stabilitu jednotlivých stromů i celých porostů (Strohschneider 1987).

Sledování řady autorů, např. Lokvenc (1987), Strohschneider (1987), Nörr a Mössmer (2003) potvrzují, že deformace KS vzniklé v ranných vývojových stádiích (tj. v lesních školkách a při výsadbě) jsou nevratné, i když bylo potvrzeno, že některé dřeviny jsou schopné regenerovat KS na základě svých dědičných dispozic a podmínek prostředí.

Podle Nárovcové a Juráska (2007) je zřejmé, že při důsledném uplatnění technologií produkce KSM (ověřený pěstební obal s ochrannými prvky zabraňujícími vzniku deformací, kvalitní vzduchový polštář, výsev bukvic s klíčkem kratším než 0,5 cm, homogenní substrát aj.) je reálné vypěstovat KSM buku bez kořenových deformací.

U buku je větší předpoklad vzniku kořenových deformací u bukvic s dlouhým, ohnutým kořínkem, naopak u bukvic s krátkým a rovným kořínkem je předpoklad vzniku

kořenových deformací minimální. Zatím nepublikované výsledky potvrzují závažnost vzniku deformací semenáčků buku při nesprávném výsevu bukvic (deformace klíčků, pokud jsou při naklíčení delší než 5 mm) (Malinová et al. 2006).

3.3.3 Řešení k zamezení vzniku deformací

Mezi konstrukční a technologická řešení k zamezení vzniku deformací KSM patří podle Mauera et al. 2006:

- 1) Zvětšování objemu obalu (ekonomické limity).
- 2) Zkracování doby pěstování v obalech.
- 3) Modifikace tvaru obalu tak, aby průřez měl hrany, které působí jako svodnice kořenů. Modifikace je účinná pouze ve spojení s volným dnem.
- 4) Přidávání přepážek na vnitřní stěny obalů. Počet vlisovaných žeber se pohybuje v rozmezí 4-12 na každý obal. Důležitým parametrem je výška žeber. U nedostatečně vystouplých žeber hrozí nebezpečí, že budou působit jako svodnice pouze pro první kořen rostoucí podél žebra, čímž se nerovnost mezi povrchem obalu a výškou žebra vyrovná a žebro ztratí svoji funkci. Protože účinnost žeber může být malá, je vhodnou kombinací k zamezení deformací KS využití žeber a perforace bočních stěn obalu.
- 5) Odstranění dna obalu. Na místě zaschlého kořene se vytvoří kalus, který po přesazení sadebního materiálu iniciuje tvorbu většího počtu kořenů vyšších řádů. Rozvinutá je nejen technologie spodního stříhu vzduchem, ale i bočního stříhu (perforace bočních stěn obalu).
- 6) Aplikace chemických látek inhibiční povahy – aplikace růstových inhibitorů na vnitřní stěny obalů. Bártová a Mauer (2004) dospěli k poznatku, že mědi, jako inhibitoru růstu kořenů, lze s výhodou použít pro omezení růstu bočních kořenů, její vliv však zatím nebyl jednoznačně prokázán na inhibici růstu silného kulového kořene.
- 7) Aplikace chemických látek typu fytohormonů (gibereliny, auxiny) v případě, že už deformace vznikly. Tyto látky vyvolávají zakládání a růst nových kořenů,

které by postupně mohly převzít funkce kořenů deformovaných. Často je však negativně ovlivňován růst NČ.

3.4 Soustava hnojení

Lesnický naučný slovník (1995) charakterizuje hnojení jako vzájemně provázaný komplex hnojivářských, hospodářských, diagnostických, projekčních, technických, biologických, chemických a dalších opatření, jimiž v konkrétních stanovištních poměrech optimalizujeme výživu pěstovaných rostlin a systematicky zvyšujeme půdní úrodnost.

Podle Duška et al. (1970) má hnojení vyrovnat nedostatky v zásobě půdních živin, a tím umožnit lepší a zdravější růst rostlin.

Jak uvádí Fox et al. (2007), hnojení zapříčiňuje nárůst listové plochy z důvodu vyšší dostupnosti půdních živin a tento nárůst listové plochy pak stimuluje růst rostlin.

Hnojení, které nelze ostře oddělit od chemické meliorace, má zlepšit všeobecný stav výživy a tím zvýšit vitalitu a toleranci dřevin (Hladík et al. 1993). Chemickou melioraci charakterizují Palátová a Mauer (2004b) jako opatření ke kompenzaci negativního vlivu kyselých depozic, tedy především snížení acidity a dalšího uvolňování hliníku, eliminaci vymývání bazických kationů ze sorpčního komplexu a tím vytvoření vhodnějšího prostředí pro vývoj KS a uspokojivé výživy lesních dřevin.

3.4.1 Historie

Průkopnické práce, zabývající se přípravou tabletovaných či jinak tvarovaných hnojiv, spadají již do období 30. let minulého století (Wilde a Wittenkamp 1942). Za počátek moderní výroby hnojivých tablet pro lesní hospodářství lze však označit teprve tzv. "Tree food pelets", které v roce 1960 uvedla na severoamerický trh firma Mora Chemical Corp. (Seattle) (Nárovec 2004). Praktické přihnojování výsadeb lesních dřevin však na severoamerickém kontinentu přineslo různorodé, na lesních půdách zpravidla "zklamávající" výsledky (Bengston 1979). Albaugh et al. (2007) uvádí, že v oblasti jihovýchodu USA bylo v letech 1969 – 2004 přihnojeno přes 16 miliónů akrů lesní půdy, přičemž 91 % této plochy tvořily porosty borovice kadidlové (*Pinus taeda L.*). Za vrchol

ve výměře hnojené plochy autoři považují rok 1999, kdy bylo hnojeno 1,59 miliónu akrů. (1 akr = 4 046, 873 m² pozn. autora)

V Československu v 80. letech představovaly jednu z úvodních etap (1976-1988) vývojové šarže hnojivých tablet Výzkumného ústavu agrochemické technologie v Bratislavě (VÚAgT). Na konci 80. let se pod obchodním názvem "Dukofert" uplatňovaly v lesnické praxi zejména na Slovensku (Nárovec 2004). Avšak i u těchto tablet prokázaly závěry aplikačních zkoušek, které popsal Lokvenc (1987), že jejich pomocí nelze zabezpečit požadované "zvýšení počátečního růstu" výsadeb v širším měřítku.

Mráček a Krečmer (1975) uvádějí, že hnojení v lesních kulturách a pod lesními porosty by mohlo být významným racionalizačním opatřením vedoucím ke zvýšení produkce dřeva na jednotce plochy, přičemž rozbor výživy lesních porostů, zásob minerálních živin v půdě a celkového stavu lesa ukazuje, že na 70 - 80 % plochy porostů smrku a borovice by bylo možno zvýšit produkci těchto lesů o 1,5 milionu plm.

Své zkušenosti s testováním agrochemické účinnosti hnojivých tablet, označovaných jako "Preform" a od roku 1986 vyráběných v Přerovských chemických závodech, popsali Jírovec a Štěnička (1991), kteří konstatují, že od tabletovaných hnojiv nelze očekávat takové zintenzivnění počátečního růstu sazenic lesních dřevin, které by vedlo k urychlenému odrůstání výsadeb buřeni a ke zkrácení období péče o kultury.

V České republice v 90. letech bylo operativní hnojení výsadeb hnojivými tabletami nejrozšířenější v imisních oblastech. Po roce 1993, kdy byla výroba hnojivých tablet Preform ukončena, dominovaly aplikace různých typů hnojivých tablet označovaných "Silvamix" (prvotní výrobce JZD v Práčích na Znojensku, dnes Ecolab Znojmo, spol. s r.o.). Zatímco u předchozích výrobků se vždy uvažovalo o vkládání hnojivých tablet do půdy ke kořenům sazenic (tj. na dno či okraj sadbové jamky), pak u hnojivých tablet Silvamix se prosazuje povrchová aplikace, resp. pokládání hnojiva na půdní povrch s mělkým vtlačení do půdy přišlápnutím vně obvodu průmětu korun přihnojovaných stromků (Nárovec 2004). Tento způsob hnojení vycházel z doporučení publikovaných v sousedním Německu (např. Burschel a Huss 1987). Šlo o koncept tzv. zásobního hnojení ("Depotdüngung"), jehož cílem bylo dlouhodobé zásobení ("dohnojení") založených výsadeb základními živinami prostřednictvím průmyslových hnojiv (hnojivých tablet) s pozvolnou rozpustností. Podrobnosti publikoval Kubelka (2001) v samostatné monografii "Silvamix – moderní hnojivo pro lesní hospodářství".

V posledních několika letech lze podle Nárovce (2004) na domácím trhu vysledovat snižující se poptávku lesního hospodářství po tabletovaných hnojivech. Celkový rozsah (výměra) tabletami přihnojených lesních kultur u nás každoročně klesá.

3.4.2 Klady a zápory používání hnojiv

Podrázský (2005) rozlišuje hnojení přímé a nepřímé. Při přímém hnojení jsou aplikovány živiny, které se přímo zapojují do koloběhu látek a zintenzivňují jej nad degradovanou, nebo i přirozenou úroveň. Naopak při hnojení nepřímém zvyšuje meliorační materiál intenzitu biologické aktivity, jako klasický případ uvádí vápnění. Živiny jsou mobilizovány zvýšenou aktivitou půdní bioty, mineralizací organické hmoty v půdě. To na druhé straně představuje i hlavní riziko těchto opatření: nadměrný a nepřirozený rozklad organické hmoty.

Příznivý vliv hnojení na růst sazenic lesních dřevin dokládá Kupka (2005), když uvádí, že výsledky výzkumu prováděného na školním lesním podniku České zemědělské univerzity v Praze jednoznačně potvrzují pozitivní efekt všech typů hnojiv na výškový růst jedle bělokoré. Hnojení je tedy účinným prostředkem ke zkrácení období, kdy je tato dřevina vystavena nepříznivým vlivům, které mohou být příčinou neúspěchu při její obnově.

Dostupnost živin v půdě ovlivňuje rychlost růstu, distribuci a složení kořenů. Ericsson a Kähr (1993) dokázali, že zásobování kořenů asimiláty se může měnit v závislosti na zásobení živinami. V pokusech se semenáčky břízy bělokoré zjistili, že růst kořenů na rozdíl od NČ byl redukován, pokud hořčík a draslík (nebo mangan) byly v deficitu.

Vývoj jemných kořenů je omezován výživou a biomasa jemných kořenů je v těsném vztahu k zásobě hořčíku v půdě (Hüttl 1991). Pozitivní vliv hořčíku v půdě na biomasu jemných kořenů a jejich distribuci v půdním profilu byl dokumentován řadou pokusů s hnojením hořečnatými hnojivy, např. Gonzáles-Gascón et al. (1990) prokázali, že růst jemných kořenů semenáček jedle závisí na zásobě hořčíku v půdě.

Na zvyšující se dávku hnojiv v substrátu krytokořenných semenáček buku lesního významně reaguje růst NČ, naopak poměr objemu KS/NČ se snižuje v důsledku relativně

vyššího nárůstu NČ. Průměr kořenového krčku se hnojením substrátu nemění, také nenarůstá procento deformací (Nárovcová a Jurásek 2007).

Podle Podrázského a Remeše (2007) působí aplikace hnojiva Silvamix jako vhodný pěstebně-meliorační zásah, který má i při nízké hmotnosti aplikovaných látek značný efekt tím, že zvyšuje výškový přírůst sazenic a později mladých stromků a výrazně urychluje odrůstání výsadby vlivu srnčí zvěře. Příznivý vliv trval při pokusu na jedli obrovské (*Abies grandis* (Douglas) Lindl.) v podmínkách Českomoravské vrchoviny 10 let s tím, že pravděpodobně ještě není ukončen.

Jak zjistili Kuneš et al. (2008) při pokusech ve smrkových kulturách ve věku 13 let v Jizerských horách, KS vzorníků přihnojovaných tabletami Silvamix Forte měly ve srovnání s jinými variantami pravidelnější rozložení kořenových větví kolem kmínku, což je důležité pro stabilitu stromů, které mohlo být dáno pravidelným rozmístěním hnojivých tablet po obvodu koruny. Co se týká porovnání účinků Silvamixu a mletého amfibolitu, pozitivní odezva kultur na aplikaci amfibolitu je ve sledovaných parametrech (mortalita, výška, výškový přírůst, tloušťka báze kmínků) mírnější než u hnojiva Silvamix.

Mauer et al. (2006) však upozorňují na skutečnost, že ke každé rostlině je třeba umístit minimálně 3 tablety v pravidelném trojúhelníkovém sponu. Menší počet tablet způsobí, že kořeny prorůstají pouze do jednoho či dvou míst s vysokou koncentrací živin.

Podobně Haase et al. (2006) dokládají příznivý vliv pomalu rozpustných hnojiv na obalované sazenice douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziensis* (Mirb.) Franco), kdy sazenice k nimž bylo toto hnojivo aplikováno vykazují po čtyřech vegetačních sezonách výrazně větší výšku (o 19 %), průměr kořenového krčku (o 21 %) a objem NČ (o 73 %). Kromě toho byl prokázán i vyšší obsah živin v jehličí u těchto rostlin v porovnání s rostlinami bez aplikace pomalu rozpustných hnojiv.

Naproti tomu Taylor et al. (2006) během svého tříletého výzkumu v západní Alabamě (USA) nezjistili žádný vliv hnojení sazenic dubu texaského (*Quercus nuttallii* Palm.) na jejich výškový růst.

Remeš (2004) naznačuje možnost určitého pozitivního produkčního efektu hnojení v dospívajících smrkových porostech na chudých půdách, naproti tomu na lokalitách s velmi dobrou bonitou dřevin nebyla zjištěna žádná kladná přírůstová odezva. Ekonomické zdůvodnění melioračních a zpevňujících dřevin ve starších porostech však

autor hodnotí jako mnohem méně průkazné vzhledem k ceně hnojiv a nákladům na jejich aplikaci.

Podle Bezečného (1992) má hnojení lesních kultur největší opodstatnění v imisních oblastech, kde se působením imisí snižuje obsah přístupných živin. V půdě vytlačují ze sorpčního komplexu hlavně vápník a hořčík, což je příčinou zvyšování půdní kyselosti. Vysoké koncentrace dusíku při hnojení působí na KS dřevin, přičemž nejvýrazněji jsou postiženy jemné kořeny.

Dusík má z hlediska působení na tvorbu jemných kořenů významné místo, neboť ovlivňuje rozdělení uhlíku v rostlině, syntézu obranných látek a zásobních cukrů (Vogt et al. 1993).

Podle Mauera et al. (2006) podporuje nízký obsah dusíku a fosforu v půdě vznik mykorhiz.

Negativní vztah mezi zásobou dusíku v půdě a biomasou jemných kořenů popisují mnozí autoři, např. Alexander a Fairley (1983), Haugh (1990), Heinsdorf (1991), Olsthoorn (1998), Palátová a Mauer (2004b), Vogt et al. (1990). Person et al. (1997) při svém výzkumu vlivu obsahu dusíku a síry v půdním substrátu na vývoj jemných kořenů (kořenů slabších než 1 mm) u smrku ztepilého dospěli ke zjištění, že dynamika růstu jemných kořenů je ovlivněna změnami uloženého dusíku tím způsobem, že rostoucí obsah dusíku znamená procentický pokles živých jemných kořenů. Růstová závislost však vyžaduje několik let k tomu, aby byla pozorovatelná.

Naopak Majdi a Rosengreen-Brinck (1994) nebo Seith et al. (1994) vliv depozic dusíku na produkci jemných kořenů nezjistili.

Ahlström et al. (1988) dokonce zjistili zvýšenou produkci jemných kořenů při zvýšené dostupnosti dusíku. Z toho vyplývá skutečnost, že odezva jemných kořenů může významně záviset na chemických a fyzikálních vlastnostech půdy.

Podle Helmisaariho et al. (2007) v boreálních lesích vede nízká dostupnost dusíku (z důvodu nízkého obsahu v půdě, nebo krátké vegetační sezony) k vyššímu výskytu uhlíku v jemných kořenech, což zlepšuje následně příjem dusíku z půdy.

Wang et al. (2007) při výzkumu smrkových šestiletých kultur v jihozápadním Švédsku zkoumali vliv hnojení popelem ze dřeva, hnojivem SkogVital na bázi dolomitického vápence a těžebními zbytky namletými na jemné částice na KS a dospěli

k závěru, že použití hnojiva SkogVital zvyšuje koncentrace hořčíku a vápníku v kořenech, zatímco koncentrace hliníku klesá. U dřevného popelu a těžebních zbytků byl zaznamenán menší vliv na koncentraci živin v rostlinách.

Vliv hořečnatých hnojiv na KS sledovali Palátová a Mauer (2004b) hnojením smrku ztepilého v oblastech kyselých depozic a dospěli k závěru, že hnojení všemi typy hořečnatých hnojiv zvýšilo celkovou biomasu jemných kořenů smrku ve sledovaném profilu s tím, že jednotlivá hnojiva ovlivňovala jejich distribuci v půdním profilu různě. Na nízkou zásobu hořčíku v půdě na různých lokalitách v Evropě upozorňují různí autoři, např. Avers 1994, Block 1991.

Porovnání vlivu vápnění a hnojení NPK hnojivem na jemné kořeny smrku provedli Konopka a Takáčová (2007), kteří zjistili, že biomasa jemných kořenů, jejich délka, povrchová plocha a počet kořenových špiček byly stimulovány vápněním šest let po jeho aplikaci. NPK hnojení zvýšilo množství nekromasy velmi jemných kořenů, čili hnojení je považováno podle autorů za méně efektivní ve stimulaci biomasy jemných kořenů, než vápnění.

Z hlediska obsahu uhlíku v půdě Lal (2005) uvádí, že degradované zemědělské půdy mají nižší obsah půdního organického uhlíku, než je jejich potenciální kapacita, přičemž zalesnění zemědělských půd a management lesních výsadeb mohou zvýšit tento obsah ukládáním uhlíku.

Jak uvádí Majdi (2007), je ztráta objemu KS u hnojených ploch vyšší nežli rozklad hmoty jehličí na stejné lokalitě a vyšší koncentrace dusíku zvyšuje pokles ligninu v kořenech. Tyto závěry byly učiněny na základě šestiletého výzkumu porostu smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.), který byl ročně přihnojován dodáním 100 kg dusíku a 114 kg síry na hektar.

3.5 Změny v druhové skladbě lesů

V posledních letech jsou intenzivně diskutovány otázky dopadu možných celosvětových změn klimatu na lesní dřeviny. Klimatické extrémny představují pro rostliny stresové faktory, které mohou vést ke snížení vitality a evidentním projevům příznaků poškození v důsledku mimořádného sucha, vysoké intenzity slunečního záření nebo vysokých teplot (Dittmar et al. 2004).

Například Beier et al. (1995) zjistili menší množství jemných kořenů v horních vrstvách půdního profilu se simulovaným suchem, které bylo evidentně kompenzováno vyšší tvorbou jemných kořenů ve spodnějších vrstvách.

Z globálních modelů v Institutu Maxe Placka v Hamburku byl odvozen regionální klimatický model pro Sasko, které přímo sousedí s územím České republiky. Podle tohoto modelu se dá do poloviny 21. století očekávat nárůst průměrné teploty až o 2,7 °C, výrazné snížení počtu dnů s mrazem a sněhem, nárůst počtu letních a horkých dnů, nárůst maximálních teplot na jaře až o 4 °C, nárůst trvání slunečního svitu na jaře a v létě, zvýšení počtu dnů s extrémními srážkami, zvýšení sumy srážek v zimních měsících a dramatický úbytek srážek v průběhu vegetační sezóny (Wienhaus 2003).

Tomášková (2004) dospěla na základě analýzy dat převzatých z Oblastních plánů rozvoje lesů ke zjištění, že v druhové skladbě lesů v ČR oproti svému přirozenému zastoupení nejčastěji přebývá smrk, nejvíce nedostatkovou dřevinou je buk. Nutnost snížení podílu jehličnatých dřevin při výsadbě je oprávněná pouze v případě smrku a borovice, neboť druhou nedostatkovou dřevinou po buku je kategorie "ostatní jehličnan" – tedy jedle a douglaska. Z listnatých dřevin je požadavek především na vyšší zastoupení buku - chybí na ploše odpovídající 329 954 ha, v menší míře chybí v porostech dub, javor a lípa. Zastoupení břízy je dokonce na ploše, která přesahuje téměř o 60 000 ha plochu v cílové skladbě. Je to dané suplováním smrku nebo jiných dřevin na imisních holinách, čímž se vysvětluje i vyšší zastoupení ostatních listnatých dřevin oproti cílové skladbě. Postupné snižování podílu smrku v obnovních cílech a zvyšování podílu buku povede ke stabilizaci lesních porostů a druhovou skladbu lesů v České republice bude možné považovat za vyhovující.

Bílek et al. (2004) označují současné nízké (6 %) a nerovnoměrné zastoupení buku za kritické i přesto, že se za posledních padesát let podíl listnatých dřevin v našich lesích téměř zdvojnásobil a stoupl z 12,5 % na současných 23,7 %. Přirozené zastoupení buku činilo 40 %.

Uvažuje se o výrazném zvýšení podílu buku na dřevinné skladbě našich lesů, v současné době se počítá se strategickým zvýšením ze 6,6 % v roce 2005 na 18 %. V posledních letech činí meziroční nárůst 0,1 % porostní plochy (Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2000-2005).

To potvrzuje i Kupka (1999), když uvádí, že buk je dřevina, jejíž zastoupení chceme v České republice zvýšit v nejbližších padesáti letech třikrát.

Racek a Kupka (2004) předpokládají, že umělá obnova buku bude mít vzhledem k očekávaným změnám v druhové skladbě lesů stále významné místo.

Foltánek (2007) však upozorňuje na pokles umělé obnovy lesa z 33 615 ha v roce 1990 na 17 855 ha v roce 2005 a s tím související pokles celkové potřeby sadebního materiálu o 47 %.

Rozdíl mezi vývojem bukových a dubových sazenic po výsadbě vlivem bylinné vegetace vysledoval Löff (2000), který uvádí, že dub letní má kratší období šoku po přesazení, vyšší relativní přírůst během vzájemného působení okolní vegetace a hlubší kořeny než buk lesní. Proto se dubové kultury zakládají snadněji nežli bukové, které v počátcích potřebují intenzivnější přípravu stanoviště. Nízký obsah půdní vody má silný vliv na růst sazenic, ačkoli konkurenční vegetace současně redukuje světlo, půdní teplotu a obsah půdního dusíku.

Kupka (2002) uvádí, že dub letní by se měl stát dominantní dřevinou v oblasti nížin a nižších pahorkatin, kde mu nejvíce vyhovují stanoviště těžší a vlhčí půdy říčních a potočních aluvií. O dubu letním se na základě jeho areálu, který zabíhá až do jižní Skandinávie tvrdí, že je schopen snášet i tuhé zimy, ale vyhovuje mu i oceánské klima západní Evropy. Lze tedy předpokládat, že by se mohl stát dominantní dřevinou našich nízkých, ale i středních poloh. Sušší stanoviště by pak postupně obsazoval dub zimní, jemuž už dnes typologové přisuzují jako vhodná stanoviště polohy až do výšek 500 - 600 m n. m. Z vtroušených dřevin by se v těchto doubravách měl prosadit habr, lípa, javor a jilm. Zejména javor mléč a lípa, jako dřevina současných nižších a středních poloh, by se na humózních stanovištích měly prosadit ve vyšším zastoupení, než je tomu dosud. Pokud by došlo k dalšímu šíření tracheomykózních onemocnění dubů, pak by ovšem k dominanci této dřeviny nemuselo dojít a výše uvedené vtroušené dřeviny by musely zaujmout pozici porostotvorných dřevin.

Hladík et al. (1993) upozorňují na potřebu genových základů všech dřevin k zabezpečení genofondu tolerantnějších dřevin pro horské oblasti, s ohledem na očekávané globální ekologické změny má podle nich největší význam právě buk a klen.

V zahraničí zmiňují vliv klimatických změn na lesní porosty například Bolli et al. (2007), kteří zaznamenali posun stromové hranice u smrkových porostů (*Picea abies* (L.)

Karst.) ve švýcarských Alpách spojený s nárůstem radiálního přírůstu od roku 1900 spojeného s periodou vysokých letních teplot v regionu Sedurn.

Jak uvádějí Björk et al. (2007), rostliny mohou v závislosti na změnách klimatu měnit morfologii svých KS a svoji hmotu, zatímco mikrobiální aktivita může zůstat nezměněna. K tomuto závěru autoři dospěli na základě průzkumu organických a minerálních půdních vrstev alpských ekosystémů švédského Laponska.

3.6 Vliv zvěře na lesní dřeviny

Významným biotickým článkem lesních ekosystémů je zvěř. Bez ohledu na hospodářský způsob její vysoké počty nepříznivě ovlivňují stav lesa i ekonomickou bilanci lesních majetků, což platí i o současném stavu v České republice (Černý et al. 2002). Již Mráček a Krečmer (1975) uvádějí, že bez ohledu na různé metodiky, jichž bylo v minulých dvaceti letech k odhadu použito, se pohybovaly odhady celostátních škod zvěří vždy v úrovni vyšší než 10 milionů Kčs za rok.

Podle výsledků Národní inventarizace lesů v České republice uskutečněné v letech 2001-2004 působí spárkatá zvěř loupáním a ohryzem škody na 11,8 % stromů. Nezanedbatelné škody jsou působeny při obnově porostů okusem a vytloukáním. Současné stavy zvěře jsou limitujícím faktorem rychlejšího postupu přeměny jehličnatých monokultur na porosty smíšené a listnaté.

Dvořák a Čermák (2008) na základě výzkumu vlivu zvěře jelena siky (*Cervus nippon*, *Temminck*) na lesní porosty Plzeňska uvádějí, že opakovaný okus společně s ohryzem kmínku a větví mají zřejmý vliv na kvalitu kmene (především u listnáčů a borovice), v poškozených porostech je vyšší podíl dvojáků, stromů s křivým kmenem, častěji se objevuje nadměrná košatost. V opakovaně ohryzem a loupáním poškozených smrkových porostech dochází a bude docházet k atakům pevníku krvavějícího (*Stereum sanguinolentum* (*Alb. et Schwein.*) *Fr.*) a následně jak ke snížení kvality dřevní hmoty, tak k rozlamování porostů sněhem, námrazou a větrem.

Čermák a Mrkva (2006) během svého výzkumu přirozené obnovy pod tlakem zvěře v národní přírodní rezervaci Vrapa dospěli k závěru, že pokud nedojde ke snížení tlaku zvěře (zejména daňka), nelze předpokládat vznik přirozené obnovy porostů v rozsahu a

druhové skladbě odpovídající současným stanovištním, porostním a klimatickým podmínkám. Složení, početnost a růst přežívajícího zmlazení budou zásadně limitovány potravní preferencí zvěře a tolerancí jednotlivých dřevin k opakovanému poškození. Situace v národní přírodní rezervaci Vrapa není přitom v rámci České republiky ničím výjimečná. Lze předpokládat, že k podobně výrazným posunům dřevinné skladby dochází i na dalších územích, a to možná aniž bychom si toho stačili výrazněji povšimnout.

V zahraničí dokumentují význam vlivu zvěře na růst stromů např. Zachary et al. (2007), kteří během výzkumu ve smíšených listnatých lesích na severovýchodě USA zjistili, že přežití a růst stromů v podrostu je ve zcela plastické závislosti na přítomnosti nebo absenci herbivorů, v tomto případě se konkrétně jedná o zvěř jelence viržinského (*Odocoileus virginianus*, Zimmermann).

Casabon a Pothier (2007) při výzkumu vlivu stejné zvěře na porosty vznikající na holinách na ostrově Anticosti (Kanada) zjistili, že zkamenění, počet a výška sazenic smrku sivého (*Picea glauca* (Moench)Voss) nebyly ovlivňovány jejich vzdáleností na volné ploše od okraje sousedního dospělého porostu.

Lecomte et al. (2008) zkoumali vliv jelení zvěře na jedno- až tříletých rostlinách dubu korkového (*Quercus suber* L.) v Portugalsku. Dospěli ke zjištění, že poměr biomasy KS/NČ je výrazně vyšší na neoplocených plochách, zatímco objem, celková délka a specifický povrch kořenů byl výrazně vyšší na plochách oplocených.

V současné době je situace s výskytem volně žijící zvěře na území České republiky stručně charakterizována tak, že početní stavy drobné zvěře (pernaté i srstnaté) jsou hluboko pod svým optimem, zatímco zvěř spárkatou je možno na většině území považovat za přemnoženou. Že se nejedná o stav pouze posledních let lze usuzovat již z toho, že odstřel vysoké zvěře se v roce 1985 oproti roku 1958 zvýšil šestnáctkrát (Lesnický naučný slovník 1995). S tím souvisí i škody vznikající každoročně jak na zemědělských plodinách, tak na lesních porostech. Mezi nejvýznačnější škody, které způsobuje spárkatá zvěř, patří okus, ohryz, loupání a vytloukání.

Zajímavý vztah mezi škodami zvěří a výskytem hniloby pevníku krvavějšího (*Stereum sanguinolentum* (Alb. Schwein.)Fr.) publikovali Čermák a Strejček (2007), kteří při výzkumu smrkových porostů ve věku 15-93 let na Českomoravské vrchovině zjistili, že 68 % stromů poškozených loupáním a ohryzem bylo napadenou touto hnilobou.

Havránek a Bukovjan (2006) však upozorňují, že dalším druhem, který se podílel a podílí na poškozování lesa, i když v omezené míře, je zajíc. V současnosti je okusování letorostů zajíci opomíjeno a veškerý okus je chybně přičítán spárkaté zvěři. Ve skutečnosti však i při poměrně nízkých stavech zaječí zvěře se tato může poměrně významně podílet na poškozování mladých stromků.

Zvěř ovlivňuje výrazným způsobem nejen lesní dřeviny, ale i ostatní bylinnou vegetaci, jak dokládají např. Morecroft et al. (2001), který vyzoroval během svého výzkumu v podmínkách centrální Anglie souvislost mezi poklesem výskytu ostružiny (*Rubus fruticosus agg.*) a různých širokolistých lesních bylin na straně jedné a nárůst travních druhů na straně druhé. Tyto změny v bylinném složení byly na základě výzkumu v přímé souvislosti se vzrůstající populací vysoké zvěře.

Gill a Beardall (2001) uvádějí, že vysoká zvěř má sklon redukovat diverzitu sazenic, hustotu kmínků, osvětlení půdy je větší a skýtá větší možnost rostlinného krytu půdního povrchu, a to tak, že tento efekt je tím větší, čím hustější je populace této zvěře.

Podle Martina a Baltzinger (2002) v mnoha lesích mírného pásma vzrůstají populace vysoké zvěře a vzniká potřeba pochopit, jak ovlivňují ekosystémy. Ve své studii na ostrově královny Charlotty v Britské Kolumbii (Kanada) zkoumali jak může lovecký tlak ovlivnit vliv zvěře na obnovu stromů po těžbě. Je patrné, že regenerace zeravu obrovského (*Thuja plicata Donn ex D. Donn*) je lepší a tlak okusu nižší v oblastech, kde je zvěř více vystavená lovu. Podobný efekt je pozorován na okusu smrku sitka (*Picea sitchensis (Bong.) Carr.*). Tsuga různolistá (*Tsuga diversifolia (Maxim.) Masr.*) není významně ovlivňována a její obnova není v korelaci k lovu. Efekt lovu na obnovu stromů by mohl být vysvětlen spíše vlivem lovu na chování zvěře než aktuálním číslem kusů vysoké zvěře usmrcené lovci.

Vliv okusu na další vývoj rostlin dokumentovali Shelton a Cain (2002), kteří při svém pokusu simulovaly škody zvěří tím, že u jednoletých rostlin borovice kadidlové (*Pinus taeda L.*) provedli zastřížení v různých částech a pozorovali jejich zotavení. Všechny rostliny zastřížené pod kotyledonem uhynuly, čímž se potvrdilo, že spící pupeny a boční výhonky jsou potřebné pro regeneraci. Přežití sazenic zastřížených nad kotyledonem tvořilo 97 % pro zimní zastřížení a 96 % pro zastřížení letní. Regresní analýza odhalila, že velikost dvouletých sazenic byla pozitivně ovlivněna jejich velikostí

v prvním roce a procentem zbývající výšky po zastřížení a že sazenice zastřížené v zimě byly ve 2 letech větší, než sazenice zastřížené v létě.

Shibata (2007) během svého desetiletého výzkumu vlivu zvěře siky japonského (*Servus nippon Temminck*) na mýtní porost smrku ajanského (*Picea jezoensis Sieb. Et Zucc.*) v subalpínských lesích v oblasti Mt. Ohdaigahara v centrálním Japonsku zjistil, že loupání kůry neovlivňuje produkci šišek ani radiální růst kmene.

Persson et al. (2007) zjistili při výzkumu vlivu sobí zvěře (*Alces Alces Linnaeus*) na březové (*Betula pubescens L., Betula pendula L.*) a borové (*Pinus sylvestris L.*) porosty ve Švédsku skutečnost, že u březových porostů hustota losí populace a s ní související okus mohou stimulovat přírůst nadzemní biomasy na bohatých stanovištích. Naopak u borovice byl zjištěn opačný efekt.

Zakrisson et al. (2007) uvádějí 7-19 % poškození jedinců topolu osiky (*Populus tremula L.*) při výskytu populace losa evropského (*Alces alces L.*) o hustotě 0,85 ks na 1 km².

Jako poměrně efektivní opatření k omezení škod jelení zvěří na lese a tím k poklesu nákladů na ochranu kultur zmiňuje mnoho autorů (např. Jeniš, Jirsa, Kostečka, Mejsnar - všichni 2005) přezimovací obůrky pro zvěř.

Sloup (2008) doporučuje navíc i jiná řešení, například využití ohryzových a okusových dřevin v lesních porostech, upravit časovost zásahů, zvýšení úživnosti využitím nevyužívaných skládek, okolí cest, liniových staveb (elektrovody).

4 Metodika

4.1 Stanovištní charakteristiky

Z hlediska úspěšného zvládnutí stanovených cílů bylo především žádoucí určit hlavní faktory ovlivňující vývoj a strukturu KS bukových rostlin. Jedná se především o hlediska, která je nutno uvažovat v běžném lesním provozu, a to:

- vliv typu sadebního materiálu (prostokořenný x obalovaný),
- vliv působení buřeně,
- vliv hnojení,
- vliv okusu zvěří,
- vliv kvality stanoviště,
- vliv rozdílné intenzity slunečního záření.

Pro tento výzkum byly vybrány dvě pokusné plochy, každá o velikosti cca 0,02 ha v přírodní lesní oblasti č. 6 – Západočeská pahorkatina, která se podle Průši (2001) vyznačuje mírně zvlněným terénem převážně plošinného rázu na algonkických horninách s průniky žulových masivů a s permokarbonským a terciérním pokryvem, hnědé hlinité (středně těžké) půdy. Lokalita je situována asi 2 km severně od obce Pňovany, zhruba 20 km západně od Plzně, okres Plzeň-sever, Plzeňský kraj. Výzkumné plochy se nacházejí v nadmořské výšce 430 m.n.m.. Klimaticky je oblast podle Quitta zařazena jako MT 11, tj. mírně teplá. Průměrný roční úhrn srážek za období 1997 – 2007 na nejbližší klimatologické stanici Stříbro činil 568,43 mm (Český hydrometeorologický institut) – okresek mírně suchý až mírně vlhký a nízkými srážkami vlivem dešťového stínu. Podrobné srážkové úhrny v jednotlivých letech jsou uvedeny v příloze č. 6 této disertační práce. Lesy jsou oproti původní, převážně listnaté skladbě silně pozměněné. Převažují jehličnaté porosty na 90 % plochy, 10 % tvoří listnáče na extrémních stanovištích a na mokřinách (olše).

První výzkumná plocha se nachází na zalesněné bývalé zemědělské půdě na pozemku č. 87/22 v k.ú. 722812 – Dolany u Stříbra. Vzhledem k tomu, že před zalesněním ležela tato půda již několik let ladem bez zemědělského obdělávání, lze podmínky na ní charakterizovat – zejména z mikroklimatického hlediska - jako podobné podmínkám na ploše po provedené holé seči. V dalším textu je tato lokalita nazývána volná plocha. Tento

pozemek se nachází na rovině a je pouze mírně exponován jihovýchodním směrem. Výměra této výzkumné plochy je 0,023 ha.

Druhá pokusná plocha se nachází na severozápadně exponovaném svahu uvnitř malého lesního porostu. V dalším textu je tato lokalita nazývána „pod clonou“. Jedná se o lesní pozemek pruhového tvaru v mělké rokli, porost 304J8, LHC 310414 Pňovany, výměra 0,45 ha, dřevinné složení tohoto porostu podle lesního hospodářského plánu je 100 % trnovník akát (*Robinia pseudoacacia L.*), vtroušené dřeviny jsou dub letní (*Quercus robur L.*), borovice lesní (*Pinus sylvestris L.*), buk lesní (*Fagus sylvatica L.*), lípa malolistá (*Tilia cordata Miller*), javor klen (*Acer pseudoplatanus L.*), habr obecný (*Carpinus betulus L.*). Hospodářský soubor 45 – živná stanoviště středních poloh, soubor lesních typů 3D - obohacená dubová bučina (podíl v ČR – 0,69 %), lesní typ 3D0, absolutní bonita 16, zakmenění 7. Detailní soupis porostních charakteristik je uveden ve výpisu z hospodářské knihy lesního hospodářského plánu, který je přílohou č. 8 této disertační práce. Výměra této výzkumné plochy je 0,25 ha.

Pokusné výsadby byly založeny v dubnu roku 2005 ve čtvercovém sponu 1x1m. Prostokořenné sazenice byly sázeny šterbinovou sadbou (sazečem), obalované sazenice byly sázeny do nakopaných jamek.



Obr. 4. Letecký snímek s označením lokality, kde probíhal výzkum.

4.2 Vliv typu sadebního materiálu

Cílem této části výzkumu bylo zjistit odlišnost ve vývoji poměru objemu jemných kořenů a KS a poměru objemu KS/NČ z prostokořenných a obalovaných bukových sazenic.

Prostokořenné sazenice buku použité pro výzkum byly pěstovány na otevřené ploše jako dvouleté s tím, že jako jednoleté byly školkovány (1+1). Výška NČ byla 36-50 cm, tloušťka kořenového krčku 6 mm, osivo bylo použito ze čtvrtého lesního vegetačního stupně, přírodní lesní oblast 38 – Bílé Karpaty a Vizovické vrchy, evidenční číslo uznané jednotky A-BK-315-38-4-UH, dodavatel Lesoškolky s.r.o., 1. máje 104, 533 13 Řečany nad Labem (licence č.j.: 1613/99-5140/736), školka Kladruby nad Labem. Celkem bylo pro účely výzkumu vysázeno 400 ks prostokořenných sazenic v počtu 250 ks na lokalitu volná plocha a 150 ks na lokalitu pod clonou.

Obalované sazenice buku použité pro tento výzkum byly pěstovány jako jednoleté kontejnerové semenáčky (k1), použitý druh obalu – Quick Pot D 60 T/15, výška NČ byla 26-35 cm, tloušťka kořenového krčku 5 mm, osivo bylo použito z třetího lesního vegetačního stupně, přírodní lesní oblast 23 Podkrkonoší, evidenční číslo uznané jednotky B-BK-002-23-3-JC, dodavatel Lesoškolky s.r.o., 1. máje 104, 533 13 Řečany, školka Kladruby nad Labem. Celkem bylo pro účely výzkumu vysázeno 150 ks obalovaných sazenic v počtu 50 ks na lokalitu volná plocha a 100 ks na lokalitu pod clonou.

Označení původu sadebního materiálu neodpovídá dnes platné legislativě, která platí od roku 2004, neboť počátek pěstování použitého sadebního materiálu spadá do období, kdy platila dnes již zrušená vyhláška MZe ČR číslo 82/1996 Sb. Aktuální označování způsobu pěstování sadebního materiálu upravuje vyhláška Mze ČR číslo 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, ve znění pozdějších předpisů.

Obal Quick Pot D 60 T/15 je veden na listu 6/2002 katalogu biologicky ověřených obalů pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin, sestaveného Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumnou stanicí Opočno s tím, že je zařazen mezi obaly s úplným atestem (testovány 3 roky po výsadbě). Komplexní závěrečné hodnocení tohoto obalu uvádí, že během testování nebyly zjištěny nežádoucí odchylky růstu a nepřijatelné deformace kořenů ve smyslu platné ČSN 48 2115. Obal je vhodný pro

pěstování semenáčků listnatých dřevin (buk, dub, javor, jasan), smrku, borovice a modřínu. Při výsadbě na trvalá stanoviště nesmí dojít k deformaci KS. Požadavky na technologii pěstování: Intenzivní technologie pěstování sadebního materiálu v umělých krytech, na vzduchovém polštáři, s řízenými podmínkami růstu (substrát, zavlažování, výživa, ochrana rostlin). Standardní doba pěstování sadebního materiálu v obalu je jeden rok. Základní technické údaje k tomuto obalu jsou následující:

výrobce: Herkuplast – Kubern, GmbH,

výška buněk: 15 cm,

objem buněk: 200 ml,

tvary buněk: kónický, dolní strana 2,2 cm,

horní strana: 4,8 cm,

horní průřez: čtvercový,

profil dna buněk: bez dna,

profil stěn buněk: každá stěna je tvořena jedním vodícím vertikálním žebrem po celé výšce buňky.



Obr. 5. Obaly Quick Pot.



Obr. 6. Kořenový systém rostliny z KSM.

4.3 Vliv působení buřeně

Pro zjištění účinků buřeně na KS mladých buků byla na volné ploše ponechána část výsadby bez ožinování. Na zbylé části bylo provedeno ožinování dvakrát během

vegetačního období. Bylinné složení na této pokusné ploše tvoří pýr plazivý (*Agropyrum repens L.*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius L.*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale Wigg.*), dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium Hedw.*), hořec křížatý (*Gentiana cruciata L.*), bodlák obecný (*Carduus acanthoides L.*), pcháč oset (*Cirsium arvense L.*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens L.*), vikev tenkolistá (*Vicia tenuifolia Roth.*), vrbka úzkolistá (*Chamaenerium angustifolium L.*).

Velice vitální buřeň bylo každoročně třeba tlumit dvakrát ožinováním. Neožnuté sazenice bylo třeba na konci vegetačního období uvolnit v tom smyslu, že alespoň z jejich hlavního prýtu byla odstraněna vitální buřeň, aby následná sněhová pokrývka tyto sazenice „nepřiklopila“, neboť v takovýchto podmínkách by došlo k vysokému úhynu a následné měření zjišťovaných veličin na nedostatečném počtu vzorků by mělo malou vypovídací hodnotu ze statistického hlediska. Neboť výzkumná plocha pod clonou je během vegetačního období silně zastíněna porostem listnatých dřevin, převládá tento vliv nad vlivem buřene, která na této lokalitě není zdaleka tak vitální jako na volné ploše. Proto na lokalitě pod clonou zpravidla nebylo zapotřebí provádět ožin, nebo jen pomístný, nikoli celoplošný a to spíše kvůli přehlednosti pokusné plochy. Z tohoto důvodu byl vliv působení buřene hodnocen pouze na volné ploše, kde může být tento vliv významný.

Bylinné patro na pokusné ploše pod clonou (pod akátovým porostem) tvoří kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica L.*), netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere L.*), česnek pažitka (*Allium schoenoprasum L.*), ostružiník (*Rubus fruticosus agg.*).



Obr. 7. Ožnutá část – volná plocha.



Obr. 8. Neožnutá část – volná plocha.

4.4 Vliv hnojení

Pro posouzení tohoto aspektu byly na obou zmiňovaných stanovištích vybrány reprezentativní rostliny, které byly přihnojeny, aby se zjistil vliv různého množství živin na vývoj a architekturu KS. Ke hnojení bylo použito pomalu rozpustné hnojivo Silvamix Forte ve formě tablet, které byly aplikovány v dávce 40 g k jedné sazenici, tj. 4 tablety (á 10 g). Tablety byly kladeny na povrch půdy a patou nohy byly lehce zašlápnuty pod povrch, přičemž vzdálenost tablet od kmene byla cca 15 cm, podle doporučení výrobce. Termín aplikace hnojiva byl červen 2005, tedy dva měsíce pro provedení výsadby. Zbytek rostlin zůstal nepřihnojen pro porovnání vlivu hnojení. Zjišťování tohoto aspektu bylo provedeno současně s posuzováním vlivu buřeně, to znamená, že část přihnojených rostlin byla ponechána bez následného ožínování a část byla ožínována. Vliv působení hnojení na vývoj KS bukových rostlin byl sledován na obou lokalitách s tím, že pod clonou se předpokládá chudší půda a tudíž větší efekt hnojení, u rostlin z prostokořenných i obalovaných sazenic, kdežto na volné ploše vliv tohoto faktoru zkoumán pouze u rostlin z prostokořenných sazenic.

Na obou lokalitách byl v průběhu výzkumu (v roce 2007) proveden standardní půdní rozbor z odebraných směsných vzorků. Výsledky rozboru jsou publikovány v příloze č. 3 této disertační práce. Půdní vzorky byly odebírány jako směsné vzorky z celého svrchního horizontu po odstranění organických materiálů z nejsvrchnější části. Každý vzorek byl vytvořen smíšením pěti plástů odebraných rýčem na 1 m². Tyto odebrané vzorky byly v kbelíku smíšeny, vytvořen vzorek o hmotnosti 1 kg a odeslán do laboratoře Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd. Zde byly vzorky vysušeny při teplotě 105 °C a byla provedena analýza obsahu základních prvků s použitím metody Mehlich III.

4.5 Vliv okusu zvěří

Toto hledisko bylo hodnoceno opět jak na volné ploše, tak pod clonou stávajícího porostu. Vzhledem k tomu, že mladá lesní kultura na volné ploše i pokusná plocha pod clonou porostu byly chráněny proti škodám zvěří (především proti okusu) pozinkovaným drátěným pletivem Berkut o výšce 160 cm, průměr drátu 2 mm, velikost ok 15 cm

(vodorovné dráty se směrem dolů zhušťují, aby zabránily průchodu drobné zvěři) a nebylo tudíž možné na výzkumných plochách vliv zvěře hodnotit, byla část výsadby provedena vně tohoto oplocení, na okraj zemědělsky využívané půdy, která je často na zimu zorána, tudíž zde není pro zvěř žádná pastva, což je důvodem k poměrně velkému tlaku zvěře na okolní porosty. Proto zde byla velká pravděpodobnost, že neoplocené sazenice budou intenzivně okusovány zvěří, především srncí. Rostliny uvnitř oplocenky byly z preventivních důvodů ještě namazány přípravkem proti okusu zvěří Aversol.



Obr. 9. Výsadba vně oplocenky.



Obr. 10. Ošetřené sazenice uvnitř oplocenky.

Pokusné plochy se nachází v honitbě Pňovany, kde na ploše 686 ha myslivecky hospodaří Myslivecké sdružení Pňovany. Hlavním původcem škod zvěří je zde zvěř srncí (*Capreolus capreolus L.*), která poškozuje mladé kultury především okusem, méně již vytloukáním. Normovaný stav srncí zvěře pro tuto honitbu je 32 ks, sčítané stavy zvěře z posledních let přibližně odpovídají stavu normovanému.

4.6 Vliv kvality stanoviště

Podle Průši (2001) je v ČR obohacená dubová bučina rozšířena v rovinách na okrajích úvalů a nížin a v pahorkatinách na mírných svazích, bazích svahů a v plochých úžlabinách, případně i žlebech. Vyskytuje se hlavně v nadmořských výškách 300 – 500 m.

Přirozenou skladbu tvořil převážně buk, lípa a dub, vtroušen byl javor, jedle (BK 6, LP 2, DB 2, JV, JD), pronikal i habr, bohaté bylo keřové patro. Fytocenóza je velmi bohatá, s velkým překryvem. Pro bukové porosty je vhodná obmýtní doba 130 let s obnovní dobou 30 - 40 let a převážným podrostním hospodářským způsobem. Vhodný cílový porostní typ je s převahou buku s modřínem či smrkem v řídkém rozestupu nad bukem. Jsou tu podmínky pro silně diferencovanou vnitřní výstavbu porostů. Přirozená obnova se zřídka dostaví, nejspíše buk pod silným zástínem. Umělá obnova se provádí jamkovou sadbou, silnými sazenicemi v řídkším sponu, míšení dřevin hloučkovité až skupinovitě. Ošetření kultur proti buření je nutné.

Konkrétní údaje o kvalitě obou stanovišť byly zjištěny při standardním půdním rozboru z odebraných směsných vzorků. Obecně bylo možno očekávat větší obsah živin na volné ploše. Cílem bylo tento předpoklad potvrdit a dokázat jeho eventuální vliv na vývoj bukových sazenic.



Obr. 11. Lokalita pod clonou.



Obr. 12. Lokalita volná plocha.

4.7 Vliv rozdílného mikroklimatu jako důsledek rozdílného obnovního způsobu

Cílem tohoto pokusu bylo zjistit vývoj KS při různém obnovním způsobu. Zatímco sazenice na pravidelně ožívané volné ploše byly vystaveny intenzivnímu slunečnímu

záření v průběhu celého vegetačního období, rostliny vysázené pod clonou dospělého listnatého porostu byly většinu svého vegetačního období zastíněny. Intenzita slunečního záření a teplota vzduchu byly na obou lokalitách měřeny datalogerem MINIKIN (výrobce EMS Brno). Měření probíhalo v termínu 25. duben až 11. listopad 2008.



Obr. 13. Použitý dataloger Minikin.



Obr. 14. Instalovaný senzor datalogeru.

4.8 Postup hodnocení

Každoročně na konci vegetačního období byl po vykopání destruktivní metodou (ručním odstraňováním půdních vrstev) hodnocen vývoj KS u reprezentativních vzorků různého stáří od doby založení pokusných ploch. Při vyzvedávání rostlin bylo třeba se vyvarovat klimatických extrémů jakou jsou sucho, mráz a podmáčená půda, neboť při těchto podmínkách by mohlo dojít k velkým ztrátám na jemných kořenech.

Každý podzim bylo takto zhodnoceno 54 vzorků (po 6 kusech u 9 kategorií daných kombinací rozdílného použitého sadebního materiálu a způsobu pěstování – ožin, hnojení). Celkem bylo během celého výzkumu vykopáno a zhodnoceno 216 vzorků.

Výběr byl proveden na obou výzkumných plochách náhodně s tím, že při výběru byly vyloučeny rostliny extrémního vzrůstu a rostliny různým způsobem poškozené, například při prováděném ožinování).

Při vhodném počasí byly jednotlivé rostliny buku vykopány pomocí krumpáče a rýče. Přímo na místě byl KS rostlin zbaven převážné části zeminy jemným vytřásáním a

byly z něj vybrány vrostlé kořeny okolních rostlin, především buřeně. Poté byly z rostlin odstraněny zaschlé listy asimilačního aparátu a každá nafocena na transparentním bílém pozadí, s přiloženým srovnávacím délkovým měřidlem o velikosti jednotlivých sekcí 10 cm, nejprve jako celek a posléze detail každého KS. Před následným laboratorním měřením veličin byla každá rostlina osprchována, čímž byly odstraněny i drobné částičky zeminy, které nebyly mechanicky odstraněny. Před transportem byla každá rostlina zabalena do igelitového pytle.

Při měření byla nejprve změřena délka NČ tak, že délkové měřidlo kopírovalo kmínek po celé jeho délce od kořenového krčku až po terminální pupen, včetně všech nerovností a zakřivení.

Poté byla změřena délka nejdelšího kořenu, a to i když se nejednalo o kořen terminální, který byl z různých důvodů retardován. Měření délky kořenu probíhalo od kořenového krčku až na konec jemných kořenů. Délkové měřidlo kopírovalo kořen po celé jeho délce, včetně zakřivení a nerovností.

Dále byla určena hodnota tloušťky kořenového krčku, a to jako průměr hodnot ze dvou na sebe kolmých měření. Jako kořenový krček bylo určeno místo, kde evidentně (vizuálně) přecházela podzemní část rostliny v nadzemní.

Následně byla sazenice v místě kořenového krčku rozříznuta a bylo provedeno vážení jednotlivých částí. Nejprve byla zvážena NČ. Pro přesnější vážení byla rozlámána na kratší segmenty o délce cca 20 cm, neboť mnohdy dosahovala délky přes jeden metr. Dále byl zvážen celý KS, následně bylo otrhány jemné kořeny (tenčí než 1mm), které byly zváženy zvlášť.

Po ukončení vážení byly stanoveny objemy jednotlivých částí pomocí odměrných válců a kádí. Nejprve byl zjištěn objem NČ bez asimilačních orgánů, poté proběhlo měření objemu jemných kořenů a zbylé kostry KS zvlášť. Celkový objem byl stanoven součtem těchto dvou hodnot.

Před vysoušením v elektrické sušičce, kde byly vzorky po dobu 24 hodin vystaveny teplotě 104°C, byly všechny části každé rostliny svázané ocelovým drátkem (z důvodu protipožární bezpečnosti), aby nedošlo k promíchání jednotlivých vzorků. Po vyjmutí ze sušičky bylo provedeno vážení NČ, jemných kořenů a zbylé kostry KS.

Všechny hodnoty získané v průběhu měření byly na závěr seřazeny do výsledné tabulky. Tabulky výsledků měření v letech 2005 – 2008 jsou v příloze č.2 této disertační práce.

K naměřeným hodnotám byly přidány výpočtem získané poměry:

- 1) objemu KS/NČ,
- 2) objemu jemných kořenů a KS.

Norma ČSN 48 2115 se stala základem pro stanovení standardů kvality sadebního materiálu. Předmětem výzkumu a měření jsou především tyto parametry, uvedené též v Komentáři k ČSN 482115 z roku 2002, charakterizující KS:

1. Délka křivého kořenu (popřípadě kořenů jej nahrazujících – panoh), měří se od kořenového krčku po špici nebo konec záměrně upravené části tohoto kořenu.
2. Objem a hmotnost celého KS.
3. Objem a hmotnost jemných kořenů (do průměru 1 mm).
4. Tloušťka kořenového krčku měřená těsně nad místem styku kmene s půdou.
5. Popis architektiky KS, která je charakterizována četností výskytu jednotlivých druhů přípustných odchylek od ideální architektiky KS podle ČSN 48 2115 a počtem sazenic, které povolené odchylky nesplňují.
6. Výška NČ měřená od kořenového krčku po vrchol terminálního pupenu s přesností na 1 cm.
7. Objem a hmotnost NČ (zbavené asimilačních orgánů).
8. Poměr objemu jemných kořenů a KS, který podle Nárovcové a Nárovce (2004) patří k neopominutelným parametrům pro hodnocení standardu KSM.
9. Poměr objemu KS/NČ.

Od hodnocení architektiky KS bylo upuštěno a výzkum byl zaměřen spíše na hodnocení charakteristik hodnotitelných číselnou hodnotou.

Objem částí rostlin byl měřen xylometricky (měřením objemu vody vytlačené hodnocenou částí rostliny v kalibrované nádobě) v čerstvém stavu, bez asimilačních orgánů, s přesností na 0,50 ml.

Hmotnost částí rostlin byla měřena v čerstvém stavu a následně po vysušení při teplotě 104 °C po dobu 24 hodin, s přesností na 0,01 g.

Výška NČ byla měřena od kořenového krčku po vrchol terminálního pupenu s přesností na 10 mm.

Délka křlového kořenu (popř. jej nahrazujících panoh) byla měřena od kořenového krčku po špici nebo konec záměrně upravené části tohoto kořenu s přesností na 10 mm.

Tloušťka kořenového krčku byla měřena těsně nad místem styku kmínku s půdou (barevný přechod mezi nadzemní a podzemní částí rostliny) s přesností na 0,1 mm jako průměrná hodnota ze dvou na sebe kolmých měření.

4.9 Použité statistické metody

Ke statistickému zpracování dat byl využit program UNISTAT verze 5.1. Nejprve byly získány základní statistické charakteristiky – průměr, medián, rozptyl, směrodatná odchylka a variační koeficient. V tabulkách byly tyto hodnoty doplněny ještě o počet měření (platná pozorování) a minimální a maximální hodnoty.

Při samotném statistickém zpracování byla data nejprve testována na homogenitu rozptylů (nutná podmínka pro využití analýzy rozptylu). Pokud data tuto podmínku splňovala, byla provedena analýza rozptylu na hladině významnosti 5%. Následně pro určení rozdílů mezi jednotlivými hodnocenými skupinami byl využit Tukeyho test.

V případě, že data nespĺňovala podmínku homogenity rozptylů, byla provedena jejich transformace (přičtení konstanty,...). Pokud se transformace povedla, byla použita opět analýza rozptylu, pokud ne, musela být data hodnocena neparametrickým testem. Jako nejvhodnější pro analýzu takových dat se ukázala Kruskal-Wallisova jednofaktorová analýza rozptylu.

Hodnocení vlivu jednotlivých aspektů a jejich kombinací na vývoj KS bukových rostlin bylo provedeno tak, že všechny zkoumané rostliny byly rozděleny do následujících 9 skupin takto:

- 1) krytokořenné sazenice vysázené pod clonu porostu, hnojené
- 2) krytokořenné sazenice vysázené pod clonu porostu, nehnojené
- 3) krytokořenné sazenice vysázené na volnou plochu, nehnojené, žnuté
- 4) prostokořenné sazenice vysázené na volnou plochu, nehnojené, nežnuté
- 5) prostokořenné sazenice vysázené na volnou plochu, nehnojené, žnuté

- 6) prostokořenné sazenice vysázené pod clonu porostu, nehnojené
- 7) prostokořenné sazenice vysázené na volnou plochu, hnojené, nežnuté
- 8) prostokořenné sazenice vysázené pod clonu porostu, hnojené
- 9) prostokořenné sazenice vysázené na volnou plochu, hnojené, žnuté

Vždy byly mezi sebou hodnoceny příslušným statistickým testem nejdříve dvě skupiny sadebního materiálu, které se od sebe lišily jen jedním faktorem (viz výše použité číselné označení skupin) tzn.:

- pro posouzení vlivu typu sadebního materiálu (krytokořenný vs. prostokořenný) byly vytvořeny dvojice :
 - 1-8 (sadební materiál pod clonnou, hnojený),
 - 2-6 (sadební materiál pod clonnou, nehnojený),
 - 3-5 (sadební materiál na volné ploše, nehnojený, ožinovaný).
- pro posouzení vlivu buřeně (ožinované vs. neožinované) byly vytvořeny dvojice:
 - 4-5 (sadební materiál prostokořenný, na volné ploše, nehnojený),
 - 7-9 (sadební materiál prostokořenný, na volné ploše, hnojený).
- pro posouzení vlivu hnojení (hnojené vs. nehnojené):
 - 1-2 (sadební materiál krytokořenný, pod clonou),
 - 4-7 (sadební materiál prostokořenný, na volné ploše, neožinovaný),
 - 5-9 (sadební materiál prostokořenný, na volné ploše, ožinovaný).
- vliv půdního druhu a typu lze vyloučit, protože půdní rozbor ukázal, že z půdního hlediska jsou obě výzkumné plochy srovnatelné.
- rovněž vliv okusu nebyl nakonec statisticky hodnocen, protože výsledky byly zcela jednoznačné. Sazenice mimo oplocenku vůbec neodrůstaly, protože byly každoročně zcela zkousány a tento vliv byl zcela dominantní pro jejich vývoj.
- pro posouzení vlivu světla a mikroklimatu (volná plocha vs. pod clonou):
 - 4-6 (sadební materiál prostokořenný, nehnojený, neožinovaný),
 - 8-9 (sadební materiál prostokořenný, hnojený, neožinovaný).

Hodnocení každého jevu (vlivu) bylo prováděno příslušným statistickým testem pro výše uvedené dvojice. Pokud byly výsledky statisticky průkazné pro všechny nebo více uvedených dvojic, pak souhrnné výsledky uváděné v následující výsledkové části jsou

souhrnným průměrem za všechny dvojice. V opačném případě jen za ty, které vykazovaly statisticky významný vliv zkoumaného jevu.

4.10 Přístroje použité při měření

Váha SARTORIUS BP 3100 S, Germany

přesnost vážení 0,01 g

maximálně 3100 g

d = 0,01 g

e = 0,1 g

Posuvné měřidlo MITUTOYO, England

přesnost měření 0,01 mm

rozsah měření 0 – 150 mm

Elektrická sušička MEMMERT 500, 220 V

přesnost 1°C

rozsah teploty 0 – 220 °C

regulovatelná vlhkost

Skleněné odměrné válce 50 a 200 ml

Délkové měřidlo ACHENBACH BUSCHHÜTTEN, Germany

přesnost měření 0,1 cm, rozsah měření 0 - 300 cm

5 Výsledky a diskuse

5.1 Vliv typu sadebního materiálu

V tomto případě byl hodnocen stav a vývoj poměru objemu KS/NČ u obou typů sadebního materiálu, tj. prostokořenného a krytokořenného.

V roce 2005 (tj. v roce výsadby) byly u poměru objemu KS/NČ zjištěny statisticky významné rozdíly mezi rostlinami z krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu. Vyplývá to z rozdílného způsobu pěstování obou typů sadebního materiálu ve školce. Školkovaný prostokořenný sadební materiál měl tento poměr příznivější tzn. více rozvinutý KS v poměru k NČ. Také v dalších letech zůstává tento poměr statisticky významně rozdílný oproti obalenému sadebnímu materiálu, s výjimkou prvního roku po výsadbě. Z výsledků vyplývá významnost tohoto poměru v okamžiku výsadby sadebního materiálu, protože výsledky naznačují, že ani v prvních letech po výsadbě se tento poměr významně nemění a zůstává tedy významnou charakteristikou rozhodující o úspěchu zalesnění.

Tab. 1. Vývoj poměru objemu KS/NČ sazenic buku v prvních letech po výsadbě dle typu sadebního materiálu

	1. rok	2. rok	3. rok	4. rok	průměr
prostokořenný	1,22 ^a	1,11 ^a	1,22 ^a	1,09 ^a	1,16 ^a
krytokořenný	0,92 ^b	1,01 ^a	0,95 ^b	0,90 ^b	0,95 ^b

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Poměr objemu KS/NČ u rostlin z obalovaného sadebního materiálu dosahoval na konci prvního až čtvrtého vegetačního období od vysázení průměrné hodnoty 0,94 oproti průměrné hodnotě u prostokořenného sadebního materiálu 1,17, což je signifikantní rozdíl (viz Tab. 1).

Lze tedy konstatovat, že rozdíl mezi poměry objemu KS/NČ podle typu sadebního materiálu zůstal zachován po celou dobu sledování vývoje sadebního materiálu. Z těchto hodnot je patrné, že po čtyři roky, během nich byl výzkum prováděn, nedochází k statisticky významné změně tohoto parametru. Sledovaný poměr v prvních čtyřech letech po výsadbě kolísal, aby na konci čtvrtého vegetačního období dosahoval takřka stejné

hodnoty jako na konci prvního vegetačního období. Lze tedy konstatovat významnost tohoto poměru při výsadbě, protože významným způsobem zajišťuje výhodu, která se projevuje nejméně po první čtyři roky po výsadbě.

Také u poměru objemu jemných kořenů a KS byl rovněž zjištěn statisticky významný rozdíl, kdy byl tento poměr byl vyšší u rostlin z krytokořenné sadby. Tento rozdíl nebyl ze statistického hlediska průkazný po celou dobu sledování vývoje sadebního materiálu, nicméně byl průkazný ve třech letech ze čtyř a byl opticky zřetelný po celou dobu výzkumu.

Tab. 2. Podíl objemu jemných kořenů na celkovém objemu KS bukových sazenic během čtyř let po výsadbě dle typu sadebního materiálu

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
prostokořenný	0,11 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	0,12 ^a	0,11 ^a
krytokořenný	0,17 ^b	0,14 ^b	0,12 ^b	0,12 ^a	0,14 ^b

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Také tato charakteristika je důležitá pro ujímavost vysázené kultury. Jemné kořeny, které umožňují látkovou výměnu mezi sazenicí a vnějším prostředím, jsou rozhodující pro úspěch zalesnění. Naše výsledky naznačují, že i tato charakteristika se v prvních letech po výsadbě nemění a potvrzují tím její významnost jako kvalitativního znaku pro sadební materiál používaný pro umělou obnovu lesa.

Poměr objemu jemných kořenů a KS u rostlin z obalovaného sadebního materiálu dosahoval od prvního až čtvrtého vegetačního období průměrnou hodnotu 0,14, zatímco u prostokořenného sadebního materiálu jen 0,11 (viz Tab. 2).

Z uvedených hodnot již lze vysledovat určitý trend úbytku podílu objemu jemných kořenů a KS u krytokořenných sazenic, kdy po prvních letech dochází k poklesu podílu jemných kořenů. Pravděpodobně je to „návrat k normálnímu stavu“ KS, který už není v optimálních umělých podmínkách intenzivních školkařských technologií.

U rostlin z prostokořenného sadebního materiálu nebylo možno během zmíněných čtyř let vysledovat trend, který je patrný u rostlin založených z KSM. Po celou sledovanou dobu byl poměr objemu jemných kořenů a KS vyšší ve prospěch rostlin z KSM, i když nebyl tento poměr vždy statisticky významný.

Poměr objemu jemných kořenů a KS byl vyšší již u KSM použitého při výsadbě, kde je kořenový bal zpravidla již velmi bohatě prostoupen jemnými kořeny, zatímco u prostokořenného sadebního materiálu dochází často k velkým ztrátám jemných kořenů při vyzvedávání sazenic v lesních školkách. Postupně je však tato výhoda ztrácí.

To potvrzuje výsledky mnoha autorů (např. Jurásek 1989, Szabla 2003, Kupka 2004) uvádí, že intenzivními metodami pěstování buku v lesních školkách lze vypěstovat velmi kvalitní výsadbyschopný sadební materiál, neboť poměr objemu jemných kořenů a KS je jedním ze základních parametrů pro hodnocení kvality sadebního materiálu.

Hodnoty naměřené u jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tabulce, která je přílohou č.2 této disertační práce.

5.2 Vliv péče o sazenice po výsadbě

5.2.1 Vliv působení buřeně

Vliv tohoto aspektu byl hodnocen pouze na volné ploše, neboť pod clonou bylo buřeně velice málo a proto zde nebylo možné tento efekt hodnotit.

V roce 2005 a 2006 nebyly u poměru objemu KS/NČ ani u poměru objemu jemných kořenů a KS zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi rostlinami ožinovanými a neožinovanými.

V roce 2007 a 2008 byla u poměru objemu KS/NČ zjištěna statisticky významně vyšší hodnota u ožinovaných rostlin. V případě poměru objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi rostlinami ožinovanými a neožinovanými.

Tab. 3. Poměr objemu KS/NČ dle způsobu ošetření po výsadbě

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
ožinované	1,08 ^a	1,13 ^a	1,41 ^c	1,16 ^a	1,20 ^c
neožinované	1,14 ^a	1,09 ^a	0,99 ^b	0,96 ^b	1,05 ^b

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Zatímco v prvních dvou letech výzkumu nebyl vliv působení buřeně na poměr objem kS/NČ statisticky prokázán, v dalších dvou letech byly jeho hodnoty statisticky významně vyšší u rostlin ožinovaných, než u rostlin ponechaných bez ožinu. To je důležitý poznatek,

ukazující na význam ožínování i pro dobrý vývoj KS sazenic. Přitom se obvykle tvrdí, že bez použití herbicidů tj. při pouhém ožínování zůstává zachována konkurence v rhizosféře mezi jednoděložnými rostlinami a sazenicemi a tudíž dochází stejně k omezování vývoje jejich KS.

Důležitý poznatek je rovněž to, že se pozitivní vliv ožínování na poměru obou soustav projevuje až s určitým zpožděním, v tomto případě až třetím a čtvrtým rokem po výsadbě.

Lze proto konstatovat, že ožin v prvních letech po výsadbě má pozitivní vliv na poměr objem KS/NČ přičemž je žádoucí vysoká hodnota zaručující jak dostatečnou mechanickou oporu rostliny, tak dostatečný přísun živin pro rostlinu během jejího následujícího vývoje. Ožin lze proto charakterizovat jako efektivní pěstební metodu.

Poměr objemu KS/NČ u rostlin každoročně dvakrát ožínovaných pro jednotlivé roky je uveden v tabulce 3. I zde lze podobně jako u hodnocení vlivu typu sadebního materiálu na tento poměr vysledovat opačnou tendenci nežli je obecný předpoklad jeho poklesu s přibývajícím věkem rostliny. Jinak tomu však již je o rostlin ponechaných bez ožinu, kde je patrný trend plynulého poklesu tohoto parametru s přibývajícím věkem. Během sledovaných čtyř vegetačních období tento poměr poklesl o 19 %.

Tab. 4. Poměr objemu jemných kořenů a KS dle způsobu ošetření po výsadbě

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
ožínované	0,14 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a
neožínované	0,13 ^a	0,13 ^a	0,11 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Hodnoty poměru objemu jemných kořenů a KS u rostlin každoročně dvakrát ožínovaných byl na konci prvního až čtvrtého vegetačního období od vysázení jsou uvedeny v tab. 4 a lze hovořit zhruba o stejné hodnotě pro všechny čtyři roky bez náznaku nějakého trendu vývoje tohoto parametru.

Průměrná hodnota poměru objemu jemných kořenů a KS u neožínovaných rostlin je stejná jako u rostlin každoročně ožínovaných, proto lze usuzovat, že ožin rostlin má podstatně menší vliv na poměr objemu jemných kořenů a KS, než například vliv typu

sadebního materiálu, kde průměrná hodnota tohoto poměru činila 0,14 u rostlin z KSM a 0,11 u rostlin ze sadebního materiálu prostokořenného.

Hodnoty naměřené u jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tabulce, která je přílohou č. 2 této disertační práce.



Obr. 15. Ožnutá rostlina – volná plocha.



Obr. 16. Neožnutá rostlina – volná plocha.

5.2.2 Vliv hnojení

V roce 2005 nebyly u poměru objemu kS/NČ zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi rostlinami hnojenými a nehnojenými. U poměru objemu jemných kořenů a KS byla zjištěna statisticky významně vyšší hodnota u nehnojených rostlin.

V letech 2006-2008 byly u obou poměrů zjištěny statisticky významně vyšší hodnoty u hnojených rostlin.

Hodnoty poměru objemu KS/NČ u rostlin hnojených lesnickým hnojivem Silvamix Forte jsou uvedeny v tabulce 5. Podobně jako u hodnocení vlivu ožinu lze u ošetřovaných rostlin vysledovat nejprve nárůst sledovaného parametru v prvních letech a následný pokles na hodnotu naměřenou na konci prvního vegetačního období.

Z hodnot poměru objemu KS/NČ u nehnojených rostlin (viz tab. 5) je patrný klesající trend tohoto poměru, kdy během čtyř let došlo k poklesu o 9 %.

Tab. 5. Poměr objemu KS/NČ u hnojených a nehnojených sazenic

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
hnojené	1,13 ^a	1,22 ^b	1,34 ^b	1,13 ^b	1,21 ^b
nehnojené	1,11 ^a	1,01 ^a	0,96 ^a	0,94 ^a	1,01 ^a

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Skutečnost, že hodnota sledovaného poměru objemu KS/NČ je vyšší u hnojených rostlin dokazuje, že se ve svých výsledcích rozcházejí s Nárovcovou a Juráskem (2007), kteří dospěli k závěru, že na hnojení významně reaguje růst NČ, naopak poměr objemu KS/NČ se snižuje v důsledku relativně vyššího nárůstu NČ. Značný efekt aplikace hnojiva Silvamix na výškový přírůst sazenic jedle obrovské dokumentují též Podrázský a Remeš (2007), nebo Haase et al. (2006) u douglasky tisolisté, kdy sazenice, ke kterým bylo aplikováno hnojivo, vykazovaly po čtyřech vegetačních obdobích výrazně větší výšku (o 19 %) a objem NČ (o 73 %).

Za pozornost stojí rozdíl mezi průměrnou hodnotou za sledované čtyři roky, která u hnojených rostlin činí 1,21, zatímco u rostlin nehnojených 1,01. Tento zjištěný rozdíl je však v rozporu se všeobecným předpokladem, podle něhož hnojené rostliny nemají potřebu vytvářet bohatý KS, neboť hnojením je zajištěn dostatečný přísun živin pro rostlinu, zatímco u nehnojených rostlin se musí KS více rozrůstat do okolí, aby zajistil dostatečný přísun živin pro zdárný růst rostliny.

U poměru objemu jemných kořenů a KS u rostlin hnojených lesnickým hnojivem Silvamix Forte lze vysledovat nepatrný trend poklesu tohoto poměru s přibývajícím věkem rostlin (viz tab. 6).

Stejně tak u poměru objemu jemných kořenů a KS u nehnojených rostlin dochází k poklesu hodnoty sledovaného parametru s přibývajícím věkem.

Tab. 6. Poměr objemu jemných kořenů a KS u hnojených a nehnojených sazenic

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
hnojené	0,13 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a
nehnojené	0,14 ^a	0,13 ^a	0,11 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Mnou zjištěné výsledku tudíž nepotvrzují zjištění Gonzálese-Gascóna et al. (1990), nebo Hüttla (1991), kteří na základě svých výzkumů prokázali, že biomasa a růst jemných kořenů závisí na zásobě hořčíku v půdě a souvisí tedy s hnojením.

Hodnoty naměřené u jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tabulce, která je přílohou č.2 této disertační práce.

5.2.3 Vliv okusu zvěří

Od této části výzkumu jsem byl nucen po prvním období vegetačního klidu upustit, neboť všechny rostliny vysázené mimo oplocenou plochu byly zkousány do takové míry (průměrně ve výšce 15 – 20 cm nad kořenovým krčkem), že u nich v příští vegetační sezoně nedošlo k obnovení asimilačního aparátu. Tato skutečnost dokumentuje tlak ze strany srnčí zvěře, kterému jsou jak přirozené zmlazení, tak i umělá obnova vystaveny do doby, než jsou zajištěny. V úvahu též připadl jako možný škůdce zajíc, jehož stavy jsou v této lokalitě v posledních letech na vzestupu, ale vzhledem k trusu srnčí zvěře přítomnému v blízkosti poškozených rostlin a horizontální rovině okusu přikládám tyto škody zvěři srnčí.



Obr. 17, 18. Okus zvěří na rostlinách po prvním období vegetačního klidu.

100 % zkousání sazenic vysázených mimo oplocenou plochu spárkatou (srnčí) zvěří dokazuje, že oplocení výsadeb (především listnatých dřevin) má stále svůj význam i v době, kdy je kladen stále větší důraz na snižování nákladů souvisejících se zalesňováním a následnou ochranou kultur.

5.2.4 Vliv mikroklimatu stanoviště jako důsledek rozdílného obnovního způsobu

Rozdíl v intenzitě dopadajícího slunečního záření na obě pokusné plochy je značný. Měření v hodinových intervalech během vegetační sezony od 25. dubna do 11. listopadu 2008 datalogerem Minikin (výrobce EMS Brno) byla zjištěno, že průměrné množství slunečního záření dopadajícího na pokusnou plochu v lokalitě pod clonou činí 22,71 [$\mu\text{mol}/\text{m}^2, \text{s}$], přičemž maximum bylo 1156,78 [$\mu\text{mol}/\text{m}^2, \text{s}$], zatímco na volnou plochu dopadalo průměrně 170,79 [$\mu\text{mol}/\text{m}^2, \text{s}$] s tím, že maximum činilo 2021,75 [$\mu\text{mol}/\text{m}^2, \text{s}$]. Na volnou plochu tudíž dopadalo zhruba osmkrát více slunečního záření než pod clonu.

U teploty, která byla měřena na obou plochách současně, byly rozdíly rovněž výrazné. Zatímco pod clonou činila průměrná teplota během zmiňovaného období 16,08 °C, na volné ploše byla vyšší, a to 16,96 °C. Z uvedených hodnot pro teplotu je patrné, že průměry se obě lokality významně liší. Ještě výraznější je rozdíl u teplotních extrémů, kdy pod clonou bylo naměřeno minimum 2,40 °C a maximum 36,63 °C, zatímco na volné ploše činilo minimum 1,58 °C a maximum 42,79 °C. Grafy průběhu teploty a intenzity slunečního záření na obou lokalitách během vegetační sezony v roce 2008 jsou v příloze č. 4 a 5 této disertační práce.

Vliv rozdílného mikroklimatu stanoviště na vývoj KS bukových rostlin je následující:

Jak je patrné z tabulky 7, u poměru objem KS/NČ, bylo možné v každém roce sledovat statisticky významně vyšší hodnotu u rostlin pěstovaných na volné ploše oproti rostlinám pěstovaným pod clonou dospělého porostu.

Naopak u poměru objemu jemných kořenů a KS nebyl ani v žádném roce výzkumu zjištěn statisticky významný rozdíl mezi rostlinami rostoucími na volné ploše a pod clonou.

Tab. 7. Poměr objemu KS/NČ ovlivněný mikroklimatem stanoviště

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
Volná plocha	1,16 ^a	1,18 ^a	1,30 ^a	1,11 ^a	1,19 ^a
pod clonou	1,07 ^b	1,01 ^b	0,92 ^b	0,92 ^b	0,98 ^b

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

Tab. 8. Poměr objemu jemných kořenů a KS ovlivněný mikroklimatem stanoviště

	1. rok	2.rok	3.rok	4.rok	Průměr
Volná plocha	0,13 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a
pod clonou	0,14 ^a	0,14 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a	0,13 ^a

Pozn. rozdílná písmena značí statisticky významné rozdíly na hladině významnosti 5%

U poměru objemu jemných kořenů a KS došlo u obou variant nejprve poklesu hodnoty a následně k jejímu nárůstu. Tato skutečnost může mít souvislost s povýsadbovým šokem, kdy KS ze svých zásobních živin po přesazení především zásobuje NČ rostliny, aby nedošlo k jejímu odumření a až v následujících letech, kdy už šok ze změny okolního prostředí není zdaleka tak silný, má rostlina dostatek energie a živin na tvorbu nových jemných kořenů.

Stručně lze říci, že u poměru objemu jemných kořenů a KS dochází ke stagnaci, zatímco u poměr objemu KS/NČ se během sledovaných čtyř let snížil. V tomto se výsledky mého výzkumu shodují se zjištěním, které publikovali Pajtik et al. (2008), podle nichž poměr kořenové biomasy k celkové biomase stromu klesá s rostoucí velikostí stromu a přibývajícím věkem.

Hodnoty naměřené u jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tabulce, která je přílohou č.2 této disertační práce.



Obr. 19. Lokalita volná plocha.

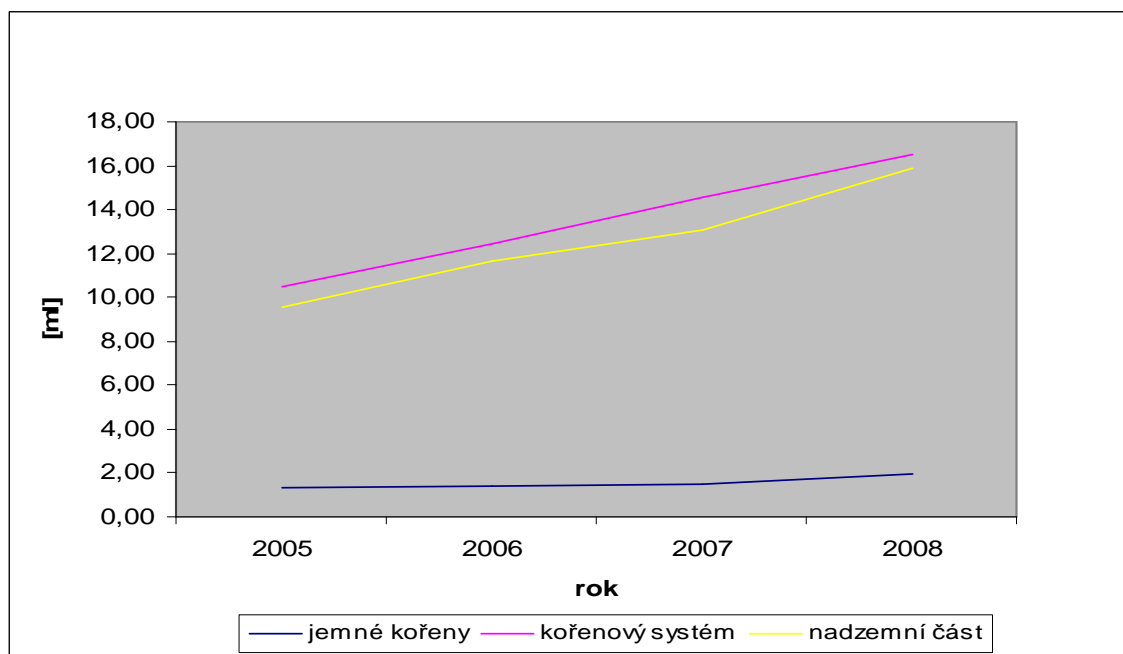


Obr. 20. Lokalita pod clonou.

Tabari et al. (2005) zkoumali vliv slunečního záření na vývoj buku východního (*Fagus orientalis Lipsky*), který někteří taxonomové považují pouze za poddruh, nebo varietu (*Fagus sylvatica L.*). Během svého výzkumu v klimaxových bukových porostech v severním Iránu zjistili, že míra přežívání sazenic a rostlin z přirozeného zmlazení výrazně klesá se zvětšující se otevřenou plochou a to z 54 % na ploše 50 m² na 55 % na ploše 600 m² během prvních dvou let. Růst NČ rostlin byl vyšší na malé ploše.

5.2.5 Vývoj sazenic buku v čase a ostatní výsledky

Kromě dvou uvedených poměrů, které byly stanoveny jako cíl hodnocení výzkumu byly sledovány i ostatní parametry, jejich vývoj s rostoucím věkem je následující:



Obr. 21. Průměrný objem jednotlivých částí rostlin v ml.

Průměrný objem KS všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období rovnoměrně rostl. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 58 % vyšší.

Průměrný objem jemných kořenů všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období každoročně rostl. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 50 % vyšší.

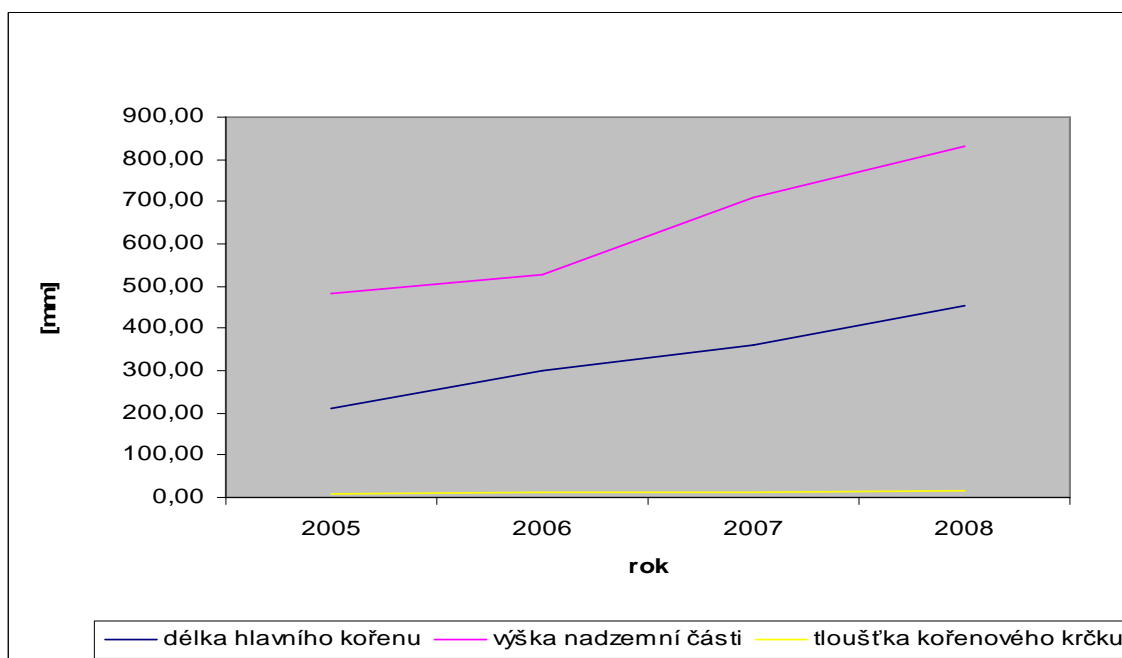
Průměrný objem NČ všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období pravidelně rostl. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 66 % vyšší.

Z výsledků je patrné, že jak NČ rostliny, tak i její podzemní část zvětšují svůj objem s přibývajícím věkem velmi podobně. Zmiňované objemy přitom narůstaly plynule s přibývajícím věkem rostlin.

Ze sledovaných objemů vykazuje objem jemných kořenů nejmenší zvětšení během sledovaného období. To je dáno pravděpodobně tím, že jemné kořeny mají díky svému malému průměru i malý povrch, na kterém by mohl objem přirůstat s postupem času. Za pozornost u tohoto zkoumaného parametru stojí statisticky významný rozdíl ve prospěch ožínaných, hnojených rostlin na volné ploše z prostokořenného sadebního materiálu oproti všem ostatním zkoumaným souborům rostlin v roce 2008 a oproti všem zkoumaným souborům rostlin s výjimkou nehnojených rostlin na volné ploše – ožnutých obalovaných a neožnutých prostokořenných v roce 2007 (viz listy „Turkey 2008“ a „Turkey 2007“ v příloze č.9). Z toho lze usoudit, že ožin a hnojení mají příznivý vliv na objem jemných kořenů, jehož vysoká hodnoty je žádoucí. Skutečnost, že je tento parametr statisticky významně vyšší u rostlin z prostokořenného sadebního materiálu pravděpodobně souvisí, stejně jako u parametru délka hlavního kořenu, s tím, že neobalované KS se aktivněji rozrůstají do okolí z důvodu nutnosti zajistit příjem živin z větší vzdálenosti v porovnání s KS rostlin obalovaných.

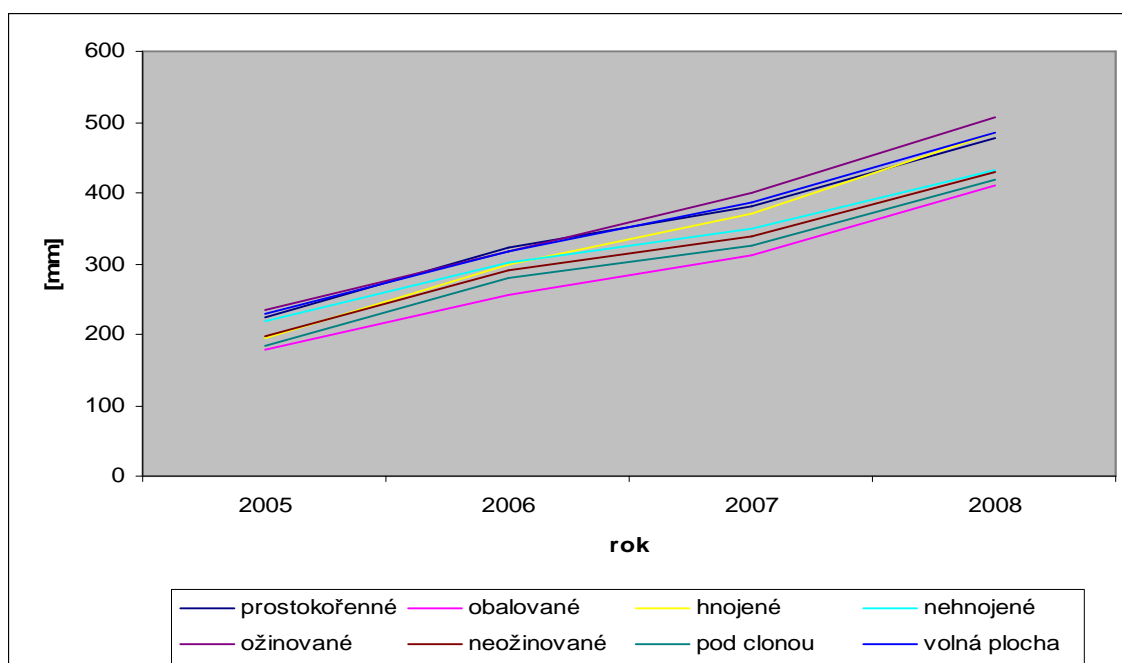
Co se týká objemu NČ rostlin, jak je patrné z listu „Turkey 2008“ v příloze č. 9, je statisticky významně rozdílný objem NČ u dvou souborů rostlin, a to prostokořenných, hnojených, žnutých na lokalitě volná plocha a prostokořenných, nehnojených pod clonou dospělého porostu oproti ostatním zkoumaným souborům rostlin. Skutečnost, že hnojené, ožínané rostliny na volné ploše mají statisticky významně větší objem NČ a naopak nehnojené rostliny pod clonou stávajícího porostu mají tento objem statisticky významně menší dokumentuje, že jak intenzita slunečního záření, tak obsah živin v půdě statisticky významně ovlivňují objem NČ.

Objemy sledovaných částí rostlin vykazují nejplynulejší změnu svých hodnot, kdy objem evidentně vyrovnává výkyvy tloušťkových nebo délkových přírůstů a lze je proto považovat za jedno z nejměrodatnějších hledisek hodnocení růstu rostlin.



Obr. 22. Průměrné hodnoty sledovaných parametrů v mm.

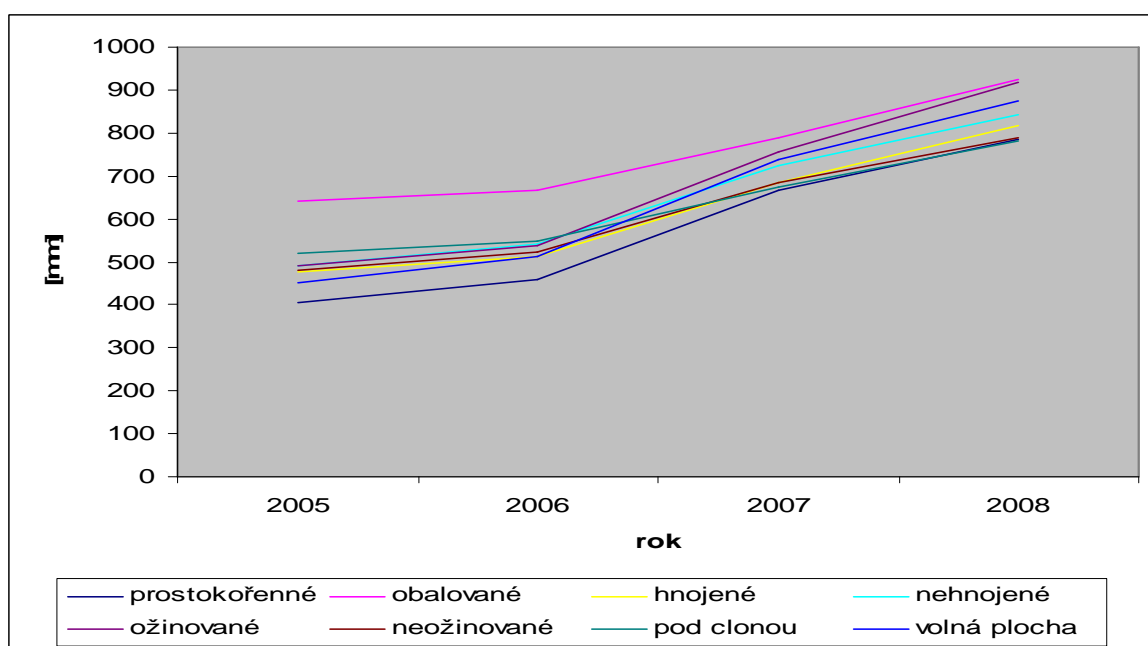
Průměrná délka hlavního kořenu všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období každoročně rostla. Na konci čtvrtého vegetačního období byla v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 118 % vyšší.



Obr. 23. Vliv různých aspektů na délku hlavního kořenu.

Délka hlavního kořenu vykazuje ze všech sledovaných charakteristik největší procentický přírůst, jako jediný během čtyřletého výzkumu více než zdvojnásobil svoji hodnotu. Jak je patrné ze statistického vyhodnocení (viz příloha č. 9, list „Turkey 2008“, první a druhá tabulka), veškeré statisticky významné rozdíly se vyskytují ve vztahu se souborem rostlin z lokality volná plocha, založených z prostokořenného sadebního materiálu, hnojené a ožínané. Lze tedy konstatovat, že kombinace hnojení a pravidelného ožinu má příznivý vliv na délku hlavního kořenu. Ta je pravděpodobně ovlivněna i typem sadebního materiálu, neboť jak bylo v průběhu výzkumu zjištěno, dochází u rostlin z KSM často během jejich následného růstu k tomu, že jejich kořeny neochotně opouštějí kořenový bal dostatečně bohatý na živiny. Naopak u rostlin z prostokořenného sadebního materiálu je možno pozorovat větší snahu rozrůstat se do okolního prostředí. Z obr. 23 je evidentní, že ze všech sledovaných faktorů má největší vliv na délku hlavního kořenu hnojení, kdy v prvním roce výzkumu mají nehnojené rostliny delší hlavní kořen, zatímco ve třetím a čtvrtém roce je hlavní kořen markantně delší u rostlin hnojených, což lze přisuzovat zpožděnému účinku aplikovaného hnojiva. Tato skutečnost dokumentuje příznivý vliv hnojení na délku hlavního kořenu bukových rostlin.

Průměrná výška NČ všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období každoročně rostla. Na konci čtvrtého vegetačního období byla v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 72 % vyšší.



Obr. 24. Vliv různých aspektů na výšku NČ.

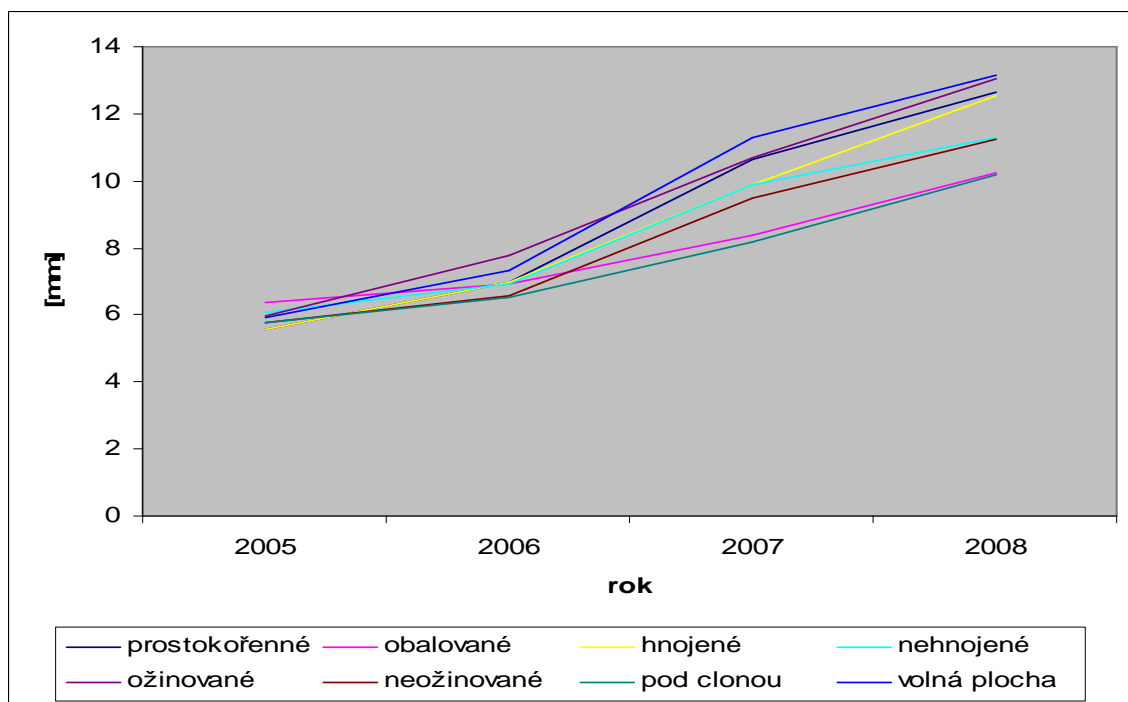
V roce 2005 byl statisticky významný rozdíl mezi všemi rostliny z obalované sadby oproti všem rostlinám z prostokořenného sadebního materiálu bez výjimky (viz příloha č. 9, list „Turkey 2005“) s tím, že vyšší NČ byla prokázána u rostlin z obalovaného sadebního materiálu. Typ sadebního materiálu použitého při zalesňování má tedy statisticky prokazatelný vliv na výšku NČ bukových rostlin.

V porovnání s délkou hlavního kořenu je však procentický přírůst u výšky NČ o poznání menší, což může souviset s povýsadbovým šokem, kdy rostlina v několika letech po výsadbě omezí svůj růst NČ a přirůstá více její KS, aby byl zaručen dostatečný příjem živin i vody při budoucím rychlejším růstu její NČ.

Z obr. 24 je patrné, že rozhodující vliv na výšku NČ bukových rostlin má světelný požitek, kdy při výsadbě měly NČ vyšší rostliny sázené pod clonu, zatímco na konci výzkumu byla výška NČ rostlin větší u rostlin na volné ploše. Podobně u ožinu se rozdíl ve výšce NČ ve prospěch ožinovaných rostlin během čtyř sledovaných let několikanásobně zvětšil.

Tímto se ve svých výsledcích rozcházejím s Colletem a Chenostem (2006), kteří dokládají vliv slunečního záření na růst bukových rostlin (*Fagus sylvatica* L.) z přirozeného zmlazení v oblasti severovýchodní Francie, kdy osvětlení asimilačních orgánů odpovídající 5 až 45 % intenzity slunečního záření nad krytem mateřského porostu pozitivně korelovalo s tloušťkovým a výškovým růstem bukových rostlin, přičemž uvedená skutečnost neplatí pouze pro buk, neboť Kennedy et al. (2007), kteří zjišťovali závislost morfologických změn smrku sitka (*Picea sitchensis* Bong. (Carr.)), modřínu (*Larix eurolepis* Henry) a zeravu obrovského (*Thuja plicata* Donn ex. D. Donn) v závislosti na intenzitě slunečního záření dospěli k závěru, že tyto změny v závislosti nejsou druhově závislé. U všech druhů byl výškový přírůst zřetelně vyšší při 25 % stínění (76,1 cm) a 50 % stínění (74,9 cm) než při plné intenzitě slunečního záření (69,5 cm).

Průměrná tloušťka kořenového krčku všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období nepravidelně rostla. Na konci čtvrtého vegetačního období byla v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 103 % vyšší.



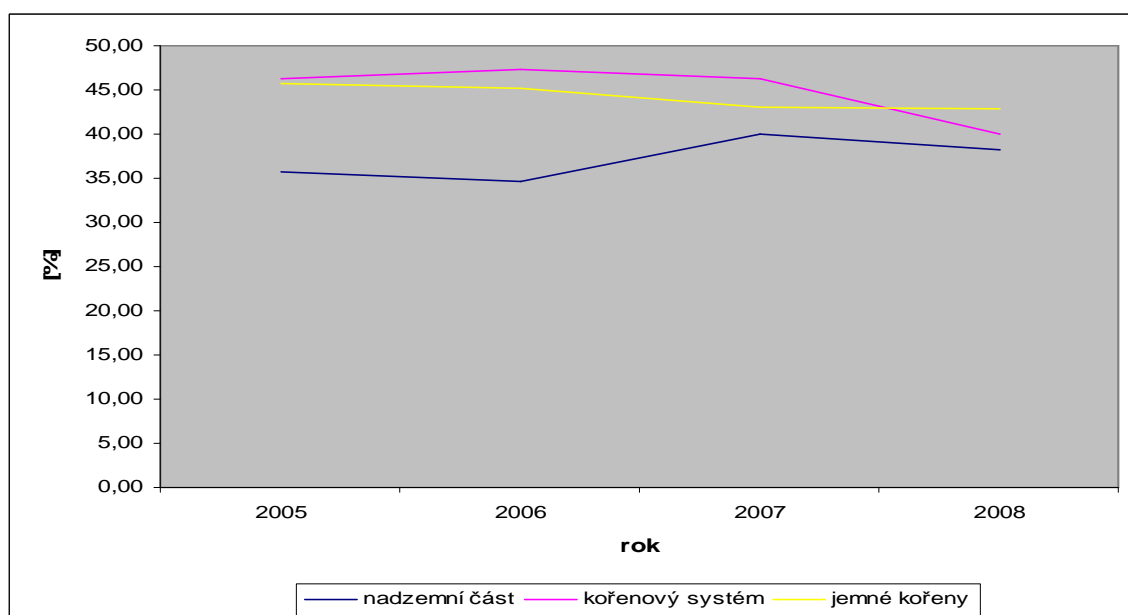
Obr. 25. Vliv různých aspektů na tloušťku kořenového krčku.

Zatímco v roce 2006 byla statisticky významně větší tloušťka kořenového krčku prokázána u souboru rostlin z prostokořenného sadebního materiálu na volné ploše, které byly hnojeny a ožínány oproti všem ostatním zkoumaným souborům rostlin, v roce 2007 byly statisticky významné rozdíly sledovány i mezi různými soubory rostlin navzájem a nebylo možno vysledovat převažující vliv některého z uvažovaných faktorů na tento parametr. Podobné výsledky jsou patrné i ze statistického vyhodnocení pro rok 2008, avšak i v tomto roce (stejně jako v roce 2006) lze pozorovat největší četnost statisticky významných rozdílů oproti ostatním souborům rostlin u souboru rostlin z prostokořenného sadebního materiálu na volné ploše, které jsou ožínovány a hnojeny (viz příloha 10, listy „Turkey 2006-2008“). Proto i u zkoumaného parametru tloušťka kořenového krčku lze stejně jako u délky hlavního kořenu a objemu jemných kořenů prokázat příznivý vliv hnojení a pravidelných ožinů na tento parametr.

Jak je patrné z obr. 25, největší změna u tloušťky kořenového krčku byla pozorována vlivem hnojení a použitým sadebním materiálem, kdy na začátku výzkumu měly silnější kořenový krček rostliny nehnojené, zatímco na konci výzkumu, pod vlivem pomalurozpustného hnojiva, měly silnější kořenový krček rostliny hnojené. Stejně tak byl na začátku výzkumu tento parametr větší u rostlin obalovaných, zatímco na konci u rostlin

prostokořenných. U sledování ostatních aspektů nedošlo k tak výrazné změně, pouze během sledovaného období došlo ke zvětšení rozdíl mezi jednotlivými variantami, kdy je kořenový krček silnější u rostlin na volné ploše oproti rostlinám pod clonou a u ožinovaných rostlin oproti rostlinám neožinovaným.

Tuto problematiku nastiňují například Coll et al. (2004), kteří zkoumali vliv okolní vegetace na dvouleté bukové sazenice na lučních stanovištích, a kteří dospěli k závěru, že bukové sazenice mají výrazně rozdílnou tloušťku kořenového krčku v závislosti na druhovém složení okolní vegetace a dostupnosti světla, přičemž travní druhy, které mají vyvinutý účinný způsob příjmu půdní vody soutěží s bukovými sazenicemi silněji nežli dvouděložné druhy. Boj o vodu vede k silné redukci tloušťkového přírůstu buku.



Obr. 26. Průměrný obsah vody v jednotlivých částech rostlin v %.

Průměrný obsah vody v NČ všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období kolísal. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 7 % vyšší.

Průměrný obsah vody v KS všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období kolísal. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 14 % nižší.

Průměrný obsah vody v jemných kořenech všech zkoumaných rostlin v průběhu sledovaného období každoročně klesal. Na konci čtvrtého vegetačního období byl v porovnání s koncem prvního vegetačního období po výsadbě o 6 % nižší.

Z předchozích tří odstavců je evidentní, že s přibývajícím věkem zvyšují bukové rostliny obsah vody v NČ, na rozdíl od KS, kde je obsah vody po čtyřech letech nižší. Přitom se zdá, že pokles vody v rostlinách nebyl ovlivňován momentálními srážkovými poměry v daném roce, neboť v letech 2005-2007 roční úhrny srážek rostly (554,4 – 565,9 – 648,4 mm), zatímco obsah vody v podzemní části rostli se snižoval.

Podrobné statistické vyhodnocení je z důvodu rozsáhlosti v příloze č. 9 této disertační práce.

Kompletní fotodokumentace rostlin, na nichž byl prováděn výzkum je z důvodu své rozsáhlosti přiložena pouze v elektronické verzi disertační práce – příloha č. 1.

Všeobecně lze konstatovat, že kořeny u rostlin vysázených jako KSM jen velice neochotně opouštějí kořenový bal, v němž byly vysázeny a který obsahuje dostatek živin potřebných v prvních letech po výsadbě. Tuto skutečnost lze demonstrovat na následujících dvou obrázcích rostlin vykopaných čtyři roky po jejich výsadbě.



Obr. 27, 28. Kořenové systémy rostlin z KSM na konci čtvrtého vegetačního období.

Tím se ve svých výsledcích shodují například s Tomiczekem (2000), který upozorňuje na množící se případy vyvracení nebo odumírání kultur 5-10 let po jejich založení krytokořennými sazenicemi v Rakousku, přičemž detailní analýzy KS těchto stromů ukázaly, že KS je nedostatečně vyvinut a omezuje se jen na původní prostor obalu.

Ujímavost sadebního materiálu činila v prvním roce po výsadbě u sazenic s obalovaným KS 96 % na volné ploše a 94 % pod clonou, zatímco u výsadby prostokořenných sazenic činila na volné ploše 79 % a pod clonou 76 %.

Obalované sazenice mají tedy evidentně vyšší ujímavost, což koresponduje s výsledky Juráska a Bartoše (2004), kteří upozorňují na velmi dobrou ujímavost sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica L.*) z intenzivních technologií. Zjištěné procentické hodnoty ujímavosti sadebního materiálu jsou téměř shodné s údaji, které uvádí Tučeková (2004) pro smrk, kdy ujímavost obalovaných sazenic dosáhla po první vegetační sezoně 97-98 % oproti 75 % u prostokořenných sazenic. Podobné hodnoty uvádějí i pro dub červený Wilson et al. (2007), podle kterých první vegetační sezonu přežilo 100 % obalovaných sazenic a 75 % sazenic prostokořenných.

Lze proto usuzovat, že zjištěné hodnoty ujímavosti nejsou platné pouze pro sadební materiál buku, ale lze je s určitými odchylkami očekávat i u ostatních dřevin.

Během výzkumu nebyl pozorován výrazný vliv hnojení lesnickým hnojivem Silvamix Forte na architekturu KS rostlin. V tomto směru se mé pozorování rozchází s Kunešem et al. (2008), který uvádí, že KS smrků přihnojovaných tabletami Silvamix Forte měly ve srovnání s jinými variantami pravidelnější rozložení kořenových větví kolem kmínku. Důvodem rozdílu v našich závěrech může být buď subjektivita hodnocení, kdy tato charakteristika KS je hodnocena pouze vizuálně, bez jakékoli možnosti statistického vyhodnocení, nebo odlišná reakce KS buku a smrku na přihnojování.

6 Závěr

V této disertační práci byly hodnoceny poměr objemu KS/NČ a poměr objemu jemných kořenů a KS, jako dva základní parametry charakterizující vývoj KS bukových rostlin během prvních čtyř let po jejich výsadbě.

Na základě provedeného výzkumu, po celkovém zhodnocení naměřených veličin je možno vyslovit tato závěrečná shrnutí pro vývoj sadebního materiálu v prvních letech po výsadbě:

Z hodnocení vlivu rozdílného typu sadebního materiálu použitého při zalesňování vyplývá, že u rostlin krytokořenných zůstává menší poměr objemu KS/NČ, ale současně si zachovávají větší podíl objemu jemných kořenů, ve srovnání s rostlinami z prostokořenného sadebního materiálu.

Z hodnocení vlivu působení buřeně vyplývá, že poměr objemu KS/NČ je u ožinovaných rostlin větší než u rostlin neožinovaných. Vyplývá z toho významný pozitivní vliv ožinu sazenic na jejich KS (nejen tedy na nadzemní část, jak se obvykle zdůrazňuje). Vliv působení buřeně na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán. Průměrná hodnota tohoto parametru za čtyři sledované roky je stejná.

Z hodnocení vlivu hnojení vyplývá, že poměr objemu KS/NČ je větší u rostlin hnojených v porovnání s rostlinami nehnojenými. Také zde je tedy ještě významnější vliv na KS, než na vývoj nadzemních částí rostlin. Vliv hnojení na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán.

Z hodnocení vlivu mikroklimatu stanoviště jako důsledku rozdílného obnovního způsobu vyplývá, že poměr objemu KS/NČ bukových rostlin rostoucích na volné ploše je větší, než u rostlin rostoucích pod clonou mateřského porostu. Vliv mikroklimatu na poměr objemu jemných kořenů a KS nebyl prokázán.

Vedle těchto hodnocených důležitých kvantitativních parametrů KS (objem, hmotnost, poměr biomasy kořenů a NČ atd.), navrhuji - na základě dosavadních zkušeností získaných při výzkumu KS bukových rostlin během mé diplomové a disertační práce -, jako vhodný doplněk těchto parametrů ještě hodnocení poměru hloubky, které KS dosáhne za určité období v půdním profilu a výšky NČ rostlin. Tento parametr lze považovat za důležitý k posouzení nejen stability zajištěných kultur, ale i celkové vitality sazenic. Tento poměr má větší vypovídací hodnotu o jejich stabilitě, než poměr objemu (popř. hmotnosti sušiny) KS/NČ, kdy může být velký podíl biomasy KS soustředěn na základě některé z

jeho deformací pod půdním povrchem, a tudíž má jen malý význam pro stabilitu stromu a potažmo i lesního porostu. Soustředění biomasy KS v okolí hlavního kořenu u porostů založených KSM může být způsobeno neochotou kořenů opouštět substrát kořenového balu bohatý na živiny a rozrůstat se do okolní půdy, zejména ve velmi kyselém půdním prostředí. U porostů založených prostokořenným sadebním materiálem (především u štěrbinové sadby) zase naopak hrozí časté deformace kořenů vzniklé při výsadbě, které mnohdy znesnadňují, nebo znemožňují růst kořenů do dostatečné hloubky v půdním profilu, aby KS mohl zajišťovat dostatečnou mechanickou oporu stromu.

S velkou pravděpodobností však na tento parametr bude mít výrazný vliv jak typ dřeviny, tak i typ půdy. Proto považuji za přínosné, aby této problematice byla věnována pozornost při budoucích výzkumech KS lesních dřevin, jež by mohla vést k vypracování podrobné metodiky.

Právě chybějící metodika může být důvodem, proč výše zmíněný aspekt dosud není využíván v běžné lesnické praxi.

Vzhledem k tomu, že v současné době již obaly pro pěstování KSM ve značné míře obsahují prvky zabraňující vzniku deformací při pěstování v lesních školkách, lze konstatovat, že větší nebezpečí představují deformace vzniklé nevhodným způsobem výsadby KSM (např. nerespektování stanovištních podmínek, nevhodná příprava stanoviště, velký rozdíl v chemickém složení kořenového balu a okolní půdy, výsadba sazečem). Z tohoto důvodu zřejmě bude nabývat čím dál více na významu hodnocení KS rostlin buď po výsadbě, nebo ještě lépe v době zajištění kultur. Kontrola rozložení a stavu KS by se proto měla stát naprosto rovnocenným kritériem hodnocení zajištěnosti lesních kultur, jak navrhovali již Lokvenc (1997), nebo později Mauer a Palátová (2004a).

7 Summary

The basic idea of dissertation is the evaluation of ratio between root volume and shoot (above-ground) volume and ratio between fine root volume and root volume. Those two ratios are the key factors for beech seedlings and plant performance during the first years after plantation.

Our data for planting material performance after plantation suggests that:

- Containerized seedlings and plants keep smaller ratio of root volume to shoot volume after plantation but on the other hand they have higher relative proportion of fine roots than bare-root seedlings
- Weed control has significantly high positive effect on root system volume as the ratio is better for plants where weed were under control. The results show the importance of weed control on root development which is the fact not very well known. However the fine root volume proportion was not affected by weed control.
- Fertilization has significantly positive effect on ration between root volume and shoot volume. The data confirm that root growth is more significant than above-ground volume due to fertilization. Again the fine root volume is not influenced by fertilization.
- Microclimatic conditions as the result of management system have positive effect of open area (clear cut) on ratio between root volumes and shoot volume. However the same effect was not proved for fine root volume ratio to root volume.

Besides those important quantitative parameters for root system (volume, weight, rations etc.) it could be proposed supplementary parameter which is the ratio between root depth and height of above-ground part of the plant. The parameter could be very important for evaluation of stability new plantation and express the real vitality of young trees. The ratio is more important than the ration between the volumes as deformed root could have large volume and therefore the ratio could be satisfactory however the stability would be poor. The root deformation could be the result of acid soil environment or the influenced of bad planting technology.

It is probable that the species and soil type will be driving variables for root depth and therefore it is advisable to do more research on this topic to be able to define the satisfactory parameter size of this ratio and prepare the proper methodology.

Missing methodology is most probably the reason that the proposed parameter is not yet used in practise.

Containerized seedlings and plants are now better and better in terms of root deformation (due to high quality containers) and therefore the planting technology is most probably the main reason for malformation of root system which has fatal consequences for growth and stability of new plantation. The plant evaluation and namely its root system at time of established plantation becomes more and more important. Root evaluation of crucial parameters should be the important part of criterion of established plantations as it was suggested by Lokvens (1997) or Mauer and Palátová (2004a).

8 Literatura

Ahlström, K., Persson, H., Börjesson, I. 1988. *Fertilization in a mature Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand – effects on fine roots.* [online] *Plant and Soil*, vol. 106, 1988, s. 179-190. [cit. 2006-04-12]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/8m85831033uhu886/?p=23db0be5724141fe9a285e991a9cb604&pi=3>

Albaugh, T. J., Allen, H. L., Fox, T. R. 2007. *Historical Patterns of Forest Fertilization in the Southeastern United States from 1969 to 2004.* [online] *Southern Journal of Applied Forestry*, 2007, vol 31., s. 129-137. [cit. 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.ingentaconnect.com/content/saf/sjaf/2007/00000031/00000003/art00003>

Alexander, I. J., Fairley, R.I. 1983. *Effects of N fertilization on populations of fine roots and mycorrhizas in spruce humus.* [online] *Plant and Soil*, vol. 71, 1983, s. 49-53. [cit. 2005-09-30]. Souhrn dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/y2g6t24124373x53/?p=dea032a13cff41aabed9be705c6710f4&pi=6>

Apostol, K. G. et al. 2007. *Growth, gas exchange, and root respiration of *Quercus rubra* seedlings exposed to low root zone temperatures in solution culture.* [online] *Forest Ecology and Management*, vol. 253, 2007, s. 89-96. [cit. 2007-12-31]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PG2KV4-3&_user=10&_coverDate=12%2F15%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232007%23997469998%23674353%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=27&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=c541a41e04eef4243822b113e3ccce6d](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PG2KV4-3&_user=10&_coverDate=12%2F15%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232007%23997469998%23674353%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=27&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=c541a41e04eef4243822b113e3ccce6d)

Alsina, M. M. et al. 2007. Root morphology and hydraulic parameters in two fagaceae species affected by potential climate change in mediterranean area. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukač. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Bakker, M. R. et al. 2007. Adaptations of fine roots to fertilization and irrigation in *Pinus pinaster*. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukač. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Balcar, V. 2005. Testování olše zelené a borovice blatky jako přípravných dřevin na imisní holině v Jizerských horách. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* 1. vydání. Ed. P. Neuhöferová. Praha: ČZU v Praze. FLE. KPL a Opočno: VÚLHM Jíloviště-Strnady, VS Opočno 2005. s. 59-66. 1 CD-ROM. ISBN 80-213-1293-9.

Bártová, A., Mauer, O. 2004. Chemické a mechanické možnosti ovlivnění tvorby kořenového systému lesních dřevin. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny*. MZLU Brno, LDF-Ústav zakládání a pěstění lesů a firma MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 92-102. ISBN 80-239-3335-3.

Beier, C., et al. 1995. *Experimental manipulation of water and nutrient input to a Norway spruce plantation at Klosterhede, Denmark*. [online] *Plant and Soil*, vol. 168-169, 1995, s. 37-42. [cit. 2004-11-06]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/x2k6801776h073vm/?p=b9d463664e794ad0b48d25460bfa96be&pi=68>

Bengston, G. W. 1979. *Forest fertilization in the United States: Progress and outlook*. *Journal of Forestry*, vol. 77, 1979, s. 222-229.

Bezecný, P. 1992. *Pěstování lesa*. Praha: Zemědělské nakladatelství Brázda, 1992. 376 s. ISBN 80-209-0222-8.

Bílek, L., Remeš, J., Kupka, I. 2004. Sledování počtu semen a následného vzcházení semenáčků po silném semenném roku 2003 v národní přírodní rezervaci Voděradské bučiny. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9.2004*. Ed. J. Peňáz a J. Martínek. Ústav zakládání a pěstění lesů LDF MZLU 2004, s. 255-264, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Björk, R. G. et al. 2007. *Long-term warming effects on root morphology, root mass distribution, and microbial activity in two dry tundra plant communities in northern Sweden*. [online] *New Phytologist*, 2007, vol. 176, s. 862-873. [cit. 2008-01-14]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1469-8137.2007.02231.x>

Block, J. 1991. *Waldschäden, Nähr- und Stoffgehalte in Nadeln und Waldböden in Reihlandpflanz*. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinlandpflanz, vol. 17, 1991.

Bolli, C., Rigling, A., Bugmann H. 2007. *The influence of changes in climate and land-use on regeneration dynamics of Norway spruce at the treeline in the Swiss Alps*. [online] *Silva Fennica*, vol. 41, 2007, s. 55-70. [cit 2007-12-31]. Dostupné z:

<http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf41/sf411055.pdf>

Bolte, A., Czajkowski, T., Kompa, T. 2007. *The north-eastern distribution range of European beech – a review.* [online] *Forestry*, 2007, vol. 80, s. 413-429. [cit. 2007-12-20]. Abstrakt dostupný z: <http://forestry.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/80/4/413>

Budde, S., Schmidt, W. 2004. Impact of introduced Douglas fir on understorey vegetation in the lowlands of Northwest-Germany. In *From ecology to control (3rd International conference on biological invasions NEOBIOta, 30.9. – 1.10.2004.* Bern: University of Bern, Zoological institute, Switzerland.

Burschel, P., Huss, J. 1987. *Grundriss des Waldbaus.* Hamburg: Paul Parey, 1987. 352 s.

Casabon, Ch., Pothier, D. 2007. *Browsing of tree regeneration by white-tailed deer in large clearcuts on Anticosti Island, Quebec.* [online] *Forest Ecology and Management*, 2007, vol. 253, s. 112-119. [cit. 2007-12-20]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PFDPJ9-1&_user=10&_coverDate=12%2F15%2F2007&_rdoc=14&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232007%23997469998%23674353%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=27&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ec89116c128de3b192fc440beaa3946d](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PFDPJ9-1&_user=10&_coverDate=12%2F15%2F2007&_rdoc=14&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232007%23997469998%23674353%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=27&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ec89116c128de3b192fc440beaa3946d)

Clemensson-Lindell, A. 1994. *Norway spruce fine root morphology and function influenced by nutrient applications in forests.* Sweriges Lantbruksuniversitet, 1994, vol. 72, s. 7-24.

Coll, L. et al. 2004. *Competition for water between beech seedlings and surrounding vegetation in different light and vegetation composition conditions.* [online] *Annals of Forest Science*, 2004, vol. 60, s. 593-600. [cit. 2008-01-16]. Dostupné z:

<http://www.afs-journal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/pdf/2003/07/F3703.pdf>

Collet, C., Chenost, C. 2006. *Using competition and light estimates to predict diameter and height growth of naturally regenerated beech seedlings growing under changing canopy conditions.* [online] *Forestry*, 2006, vol. 79, s. 489-502. [cit. 2007-12-20]. Abstrakt dostupný z: <http://forestry.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/79/5/489>

Cudlin, P. et al. 2007. *Fine roots and ectomycorrhizas as indicators of environmental change.* [online] *Plant biosystems*, 2007, vol. 141, s. 406-425. [cit. 2008-01-08]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a785808238~db=all~order=page>

Curt, T., Prévosto, B. 2004. *Rooting strategy of naturally regenerated beech in Silver birch nad Scote pine woodlands.* [online] Plant and Soil, 2004, vol. 255, s. 265-279. [cit. 2008-02-15]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/k1272110x518mw20/?p=cfe27ccd8f5f41d990f00e4dd4ffa8e1&pi=25>

Curt, T., Lucot, E., Bouchaud, M. 2004. *Douglas-fir root biomass and rooting profile in relation to soil in a mid-elevation area (Beaujolais Mounts, France).* [online] Plant and Soil, 2004, vol. 233, s. 109-125. [cit. 2008-02-15]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/n0712815732607v5/?p=074788d13d564843ad71081147dce228&pi=8>

Čermák, P., Mrkva, R. 2006. *Přirozená obnova pod tlakem zvěře na příkladu NPR Vrapač.* Lesnická práce 85, 2006, s. 256-257.

Čermák, P., Strejček, M. 2007. *Stem decay by *Stereum sanguinolentum* after red deer damage in the Českomoravská vrchovina Highlands.* [online] Journal of Forest Science, 2007, vol. 53, s. 567-572. [cit. 2007-12-6]. Dostupné z:

<http://journals.uzpi.cz:8050/uniqueFiles/00536.pdf/>

Černý, M., Beranová, J., Holá, Š. 2002. *Inventarizace škod zvěří v roce 2000.* Lesnická práce 81, 2002, s. 101-105.

ČSN 482115 – Sadební materiál lesních dřevin.

Devine, W. D., Harrington, C. A. 2007. *Influence of harvest residues and vegetation on microsite soil and air temperatures in a young conifer plantation.* [online] Agricultural and Forest Meteorology, 2007, vol. 145, s. 125-138. [cit. 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V8W-4NSWV6F-2&_user=10&_coverDate=07%2F09%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235881%232007%23998549998%23660778%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5881&_sort=d&_docanchor=&_ct=11&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=6239e8b46527464af20826b7b26d6b08](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V8W-4NSWV6F-2&_user=10&_coverDate=07%2F09%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235881%232007%23998549998%23660778%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5881&_sort=d&_docanchor=&_ct=11&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=6239e8b46527464af20826b7b26d6b08)

Dillaway, N. D., Stringer, J. W., Riedle, L. K. 2007. *Light availability influences root carbohydrates, and potentially vigor, in white oak advance regeneration.* [online] Forest Ecology and Management, 2007, vol. 250, s. 227-233. [cit. 2007-11-23]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4P18B7P-7&_user=10&_coverDate=10%2F20%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232007%23997499996%23669304%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=15&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5e90f6c3b39edbe350a74d133d71ddb2](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4P18B7P-7&_user=10&_coverDate=10%2F20%2F2007&_rdoc=11&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232007%23997499996%23669304%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=15&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5e90f6c3b39edbe350a74d133d71ddb2)

Dittmar, Ch., et al. 2004. *Ozonbelastung und Schadsymptome im Extremsommer*. AFZ Der Wald, 2004, vol. 59, s. 683-685.

Dolan, L., Costa, S. 2001. *Evolution and genetics of root hair stripes in the root epidermis*. [online] Journal of Experimental Botany, 2001, vol. 52, s. 413-417. [cit 2008-01-02]. Dostupné z: http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/full/52/suppl_1/413

Dušek, V. et al. 1970. *Moderní lesní školkařtví*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970. 480 s. ISBN 07-062-70.

Dvořák, J., Čermák, P. 2008. *Jelen sika, škody ve vybraných honitbách Plzeňska*. Lesnická práce, 87, 2008, s. 84-86.

Eichhorn, J. 1987. *Vergleichende Untersuchungen von Feinwurzelsysteme bei unterschiedlich geschädigten Alt-fichten (Picea abies (L.) Karst.)*. Forschungsberichte, Hessische Forstliche Versuchsanstalt, 1987, 179 s.

Eichhorn, J., Grabowski, H. 1991. *Immissionsbelastung des bodenlebens und der Baumwurzeln*. Allgemeine Forstzeitschrift, 1991, vol. 46, s. 70-73.

Ericsson, T., Kähr, M. 1993. *Growth and nutrition of birch seedlings in relation to potassium supply rate*. Trees, 1993, vol. 7, s. 67-74.

Fér, F. 1992. *Systematická botanika lesnická – II. Díl (rostliny krytosemenné)*. Praha: Vysoká škola zemědělská, Lesnická fakulta, 1992.

Finér, L. et al. 2007. *Variation in fine root biomass of three European tree species: Beech (Fagus sylvatica L.), Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.), and Scots pine (Pinus sylvestris L.)*. [online] Plant Biosystems, 2007, vol. 141, s. 394-405. [cit. 2008-01-09]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a785808872~db=all~order=page>

Foltánek, V. 2004. Stav a perspektivy rozvoje intenzivních technologií pěstování krytokořenného sadebního materiálu z pohledu lesních školkařů v lesních školkách ČR. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004. s. 92-96. ISBN 80-86386-51-1.

Foltánek, V. 2007. *Aktuální problematika lesního školkařství*. Lesnická práce 86, 2007, s. 18 – 20.

Foltánek, V., Pop, M. 2008. *Za poznáním lesního školkařství ve Švédsku*. Lesnická práce 87, 2008, s. 104 – 107.

Fox, T. R. et al. 2007. *Tree nutrition nad Forest Fertilization of Pine Plantations in the Southern United States*. [online] Southern Journal of Applied Forestry, 2007, vol. 31, s. 5-11. [cit 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.ingentaconnect.com/content/saf/sjaf/2007/00000031/00000001/art00002>

Fritz , H. W., Jentschke, G., Godbold, D.L. 2000. *Feinwurzeluntersuchungen in versauerten Fichtenbeständen*. AFZ Der Wald, 2000, vol. 55, s. 788-791.

Gill, R.M.A., Beardall, V. 2001. *The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition*. [online] Forestry, 2001, vol. 74, s. 209-218. [cit. 2001-03-01]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.ingentaconnect.com/content/oup/foresj/2001/00000074/00000003/art00209>

Goff, N. L., Ottorini, J. M. 2001. *Root biomass and biomass increment in a beech (Fagus sylvatica L.) stand in North-East France*. Annals of Forest Science, 2001, vol. 58, s.1-13.

Gonzáles-Gascón, M.R., Alcubilla, M., Rehfuess, K.E. 1990. *Wirkungen von Magnesium und Kalcium Sulfat und Carbonat auf Spross- und Wurzelentwicklung junger Weisstannen (Abies alba Mill.) im Topversuch mit saueren Böden*. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 1990, vol. 161, s. 21-28.

Guericke, M. 2001. *Untersuchungen zur Wuchsdynamik von Mischbeständen aus Buche (Fagus sylvatica L.) und Europ. Lärche (Larix decidua, MILL.) als Grundlage für ein abstandabhängiges Einzelbaumwachstumsmodell*. Diplomarbeit. Göttingen, 2001. 220 s.

Haase, D., Rose, R., Trobaugh, J. 2006. *Field Performance of Three Stock Sizes of Douglas-fir Container Seedlings Grown with Slow-release Fertilizer in the Nursery Growing Medium*. [online] New Forests, 2006, vol. 31, s. 1-24. [cit. 2007-12-18]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.ingentaconnect.com/content/klu/nefo/2006/00000031/00000001/00005396>

Haugh, I. 1990. *Mycorrhization of Picea abies with Pisolithus tinctorius at different nitrogen levels.* Agriculture, Ecosystems and Environment, 1990, vol. 28, s. 167-170.

Havránek, F., Bukovjan, K. 2006. *Škody zvěří v minulosti a v současných lesních ekosystémech.* Zpravodaj ochrany lesa 12, 2006, s. 24-30.

Heinsdorf, M. 1991. *Einfluss der Emission N-haltiger Abbauprodukte auf Ernährungszustand und Mykorrhizaentwicklung von benachbarten Kiefernstangenhölzern.* Beiträge für die Forstwirtschaft, 1991, vol. 25, s. 62-65.

Helmisaari, H.-S., Lohmus, K., Ostonen, I. 2007. *Roots in boreal forest nutrient cycling.* In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“.* Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Helmisaari, H.-S. et al. 2007. *Elevated temperature and CO₂ effects on fine roots of Scots pine.* In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“.* Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Hladík, M., et al. 1993. *Hospodarenie v lesoch horských oblastí.* 1. vydání. Praha: VŠZ – lesnická fakulta ve spolupráci s Maticí lesnickou Písek, 1993. 123 s.

Hruška, J., Cienciala, E. 2001. *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví.* MŽP Praha, 2001, 159 s.

Hüttl, R. F. 1991. *Die Blattanalyse als Monitoring Instrument in Waldökosystemen.* In *IUFRO workshop on monitoring air pollution impact on permanent plots, data processing and result interpretation.* 2-6. September 1991, Prachatice. s. 139-147.

Chiatante, D., Iorio, A. D., Scippa, G. S. 2005. *Root response of Quercus ilex L. seedlings to drought and fire.* [online] Plant Biosystems, 2005, vol. 139, s. 198-208. [cit 2008-01-08]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a727465715~db=all~order=page>

Jančařík, V. 2000. *Korní nekrózy buku.* Lesnická práce 79, 2008. Dostupné z: <http://lespace.silvarium.cz/content/view/1543/139/>

Janovský, L. 2004. Chřadnutí lesů – poškození a choroby kořenového systému dřevin. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny.* MZLU Brno, LDF-Ústav zakládání a pěstění lesů a firma MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 150-162. ISBN 80-239-3335-3.

Jeník, J. 1994. *Clonal growth in woody plants.* Folia Geobotanica & Phyto Taxonomica, Institute of Botany, Academy of Science of the Czech Republic, 1994, vol. 29, 291-306. ISSN 0015-5551.

Jeniš, J. 2005. Zkušenosti s využitím přezimovacích obůrek u VLS ČR, s.p., divize Lipník nad Bečvou. In *Přezimovací obůrky a oblasti chovu. Sborník referátů ze semináře, 14.-15.6.2005, Bedřichov – Špindlerův mlýn.* Česká lesnická společnost 2005. s. 42-45. ISBN 80-02-01703-X.

Jirsa, A. 2005. Přezimovací obůrky v NP Šumava. In *Přezimovací obůrky a oblasti chovu. Sborník referátů ze semináře, 14.-15.6.2005, Bedřichov – Špindlerův mlýn.* Česká lesnická společnost 2005. s. 62-64. ISBN 80-02-01703-X.

Jurásek, A. 1989. *K problematice pěstování sadbového materiálu buku.* Zprávy lesnického výzkumu 34, 1989, s. 2-7.

Jurásek, A. 1996. Informační tok o zdrojích reprodukčního materiálu a produkci sadebního materiálu. In *K aktuálním úkolům lesního školkařství. Sborník referátů 27.6.1996, Praha.* VS Opočno VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1996, s. 12-14.

Jurásek, A., Martincová, J. 2001. *Obaly pro pěstování sadebního materiálu.* Lesnická práce 80, 2001, s. 202-204.

Jurásek, A., Bartoš, J. 2004. Dosavadní zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu buku pěstovaného ve školce intenzivními postupy. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004, Opočno.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004, s. 57-64. ISBN 80-86386-51-1.

Jurásek, A., Martincová, J., Nárovcová, J. 2004. Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách ČR. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře, 3.-4. 6. 2004, Opočno.* Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 2004, s. 6-15. ISBN 80-86386-51-1.

Jurásek, A. 2006. Zalesňování, výchova a obnova lesních porostů. In *Trvale udržitelné hospodaření v lesích 8-10.2.2006*, Klatovy. MVDr. Václav Prokop – INPROF, České Budějovice, 2006. s. 25-33.

Jurásek, A. 2007. *Possibilities of using rooted cuttings of European beech (Fagus sylvatica L.) for stabilisation of forest ecosystems.* [online] Journal of Forest Science, 2007, vol. 53, s. 498-504. [cit 2007-12-06]. Dostupné z: <http://journals.uzpi.cz:8050/uniqueFiles/00438.pdf/>

Kacálek, D. Et al. 2008. Zalesnění zemědělských pozemků – role kultivace půdy v procesu obnovy lesního prostředí. In *Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 5.11.2008.* Ed. H. Prknová, s. 84-90. ISBN 978-80-213-1849-6.

Kantor, P., Truhlář, J., Hurt, H. 2004. Produkční potenciál „Hašovy svatyně“ – smíšeného porostu modřínu s bukem na Školním lesním podniku Křtiny. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9.2004.* Ed. J. Peňáz a J. Martínek. Ústav zakládání a pěstění lesů LDF MZLU 2004, s. 339-344, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Katalog biologicky ověřených obalů pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin. [online] VÚLHM Jíloviště-Strnady, VS Opočno, 2002. [cit. 2006-03-07].

Dostupné z: <http://vulhm.opocno.cz/sluzby4.html>

Kennedy, S. et al. 2007. *The impact of shade on morphology growth and biomass allocation in Picea sitchensis, Larix x eurolepis and Thuja plicata.* [online] New Forests, 2007, vol. 33, s. 139-153. [cit 2007-12-19]. Abstrakt dostupný z: <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/nefo/2007/00000033/00000002/00009019>

Klečka, S. 1997. *Informační tok o sazenicích.* Zprávy lesnického výzkumu 42, 1997, s. 25.

Klíma, S. 2007. *Vliv různého zastoupení buku na jeho kvalitu a produkci ve směsi s modřínem.* [online] Zprávy lesnického výzkumu 52, 2007, s. 5-10. [cit. 2008-02-27]. Dostupné z: http://www.vulhm.cz/docs/ZLV_1_2007.pdf

Koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin. Hradec králové: LČR, s.p., 2000. 61 s. ISBN 80-86386-04-X.

Konopka, B. et al. 2005. *Comparison of Fine Root Dynamics in Scots Pine and Pendaculate Oak in Sandy Soil.* [online] Plant and Soil, 2005, vol. 276, s. 33-45. [cit. 2008-01-16]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/f5g578h4545p8323/?p=a4d499095123442a899a4b8f41c58856&pi=6>

Konopka, B., Takáčová, E. 2007. The effects of liming and/or NPK-fertilisation on soil and fine roots in a norway spruce stand. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Konopka, B. et al. 2007. *Fine root dynamics in a Japanese cedar (Cryptomeria japonica) plantation throughout the growing season.* [online] *Forest Ecology and Management*, 2006, vol. 225, s. 278-286. [cit 2008-01-07]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4J5C7MK-5&_user=10&_coverDate=04%2F15%2F2006&_rdoc=29&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232006%23997749998%23619156%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=44&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=50fa07375e1ba35dd9e2c2e3b8477047](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4J5C7MK-5&_user=10&_coverDate=04%2F15%2F2006&_rdoc=29&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232006%23997749998%23619156%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=44&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=50fa07375e1ba35dd9e2c2e3b8477047)

Kostečka, J. 2005. Problematika přezimovacích obůrek a oblastí chovu zvěře z pohledu MŽP. In *Přezimovací obůrky a oblasti chovu. Sborník referátů ze semináře, 14.-15.6.2005 Bedřichov – Špindlerův mlýn*. Ed. Česká lesnická společnost. s. 10-15. ISBN 80-02-01703-X.

Košulič, M. 2007. *K „modernímu“ pěstování buku.* *Lesu Zdar*, 2/2007, s. 4-7.

Kubelka, L. 2001. *Silvamix – moderní hnojivo pro lesní hospodářství.* 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001, 39 s.

Kukumägi, M. et al. 2008. Factors affecting soil respiration in pole and mature spruce stands in south Estonia. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva et al. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Kuneš, I., Balcar, V., Baláš, M. 2008. Podporování účinků Silvamixu s účinky mletého amfibolitu. *Lesnická práce* 87, 2008, s. 257-259.

Kupka, I. 1999. Druhová skladba v obnově lesa během příštích 50 let v České republice = Species composition in forest regeneration for next 50 years in the Czech republic. In *Pěstování lesa v podmínkách entropicky změněného prostředí. Sborník z konference, Křtiny, 1999.* Ed. P. Kantor. LDF MZLU Brno, 1999, 217 s. ISBN 80-7157-392-2.

Kupka, I. 2002. Vliv možných klimatických změn na zastoupení dřevin v našich lesích. Lesnická práce 81, 2002, s. 18-19.

Kupka, I. 2004. Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu z intenzivních technologií ve Skandinávii. [Experiences of containerized seedlings produced in intensive technologies in Scandinavia]. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. – 4.6. 2004.* Ed. VÚLHM Jíloviště –Strnady. s. 27-34. ISBN 80-86386-51-1.

Kupka, I. 2005. *Reaction of Silver fir (Abies alba Mill.) plantation to fertilization.* [online] Journal of Forest Science, 2005, vol. 51, s. 95-100. [cit. 2005-03]. Dostupné z: http://www.cazv.cz/attachments/1_Kupka.pdf

Kupka, I. 2007. *The root-plant ratio changes in the first growing periods of wild cherry (Prunus avium L.) plantations.* [online] Journal of forest science, 2007, vol. 53, s. 113-118. [cit. 2007-12-06]. Dostupné z: <http://journals.uzpi.cz:8050/uniqueFiles/00045.pdf>

Kutschera, V. L., Sobotik, M. 1997. *Bewurzelung von Pflanzen in den verschiedenen Lebensräumen.* Wurzeln – Allgemeiner Teil, Staphia 49, 1997, s. 95-97.

Lahti, M. et al. 2004. *Effects of soil temperature on shoot and root growth and nutrient uptake of 5-year-old Norway spruce seedlings.* [online] Tree Physiology, 2004, vol. 25, s. 115-122. [cit. 2008-01-16]. Souhrn dostupný z:

<http://heronpublishing.com/tree/summaries/volume25/a25-115.html>

Lal, R. 2005. *Forest soils and carbon sequestration.* [online] Forest Ecology and Management, 2005, vol. 220, s. 242-258. [cit. 2007-12-6]. Abstrakt dostupný z: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4H99917-1&_user=10&_coverDate=12%2F10%2F2005&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=59ca0385d2b9ad128a107bef782ee53a

Lecomte, X. et al. 2008. Effects of deer herbivory on the root morphology of oak seedlings. In: *Book of Abstracts "Woody roots and Ecosystem services"*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Lesnický naučný slovník 1. a 2. díl. Praha: MZe ČR, 1995, 743 (683) s. ISBN 80-7084-111-7-131-1, 80-7084-111-7.

Leuschner et al. 2004. *Stand fine root biomass and fine root morphology in old-growth beech forests as a function of precipitation and soil fertility.* [online] *Plant and Soil*, vol. 258, s. 43-56. [cit. 2008-01-18]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.springerlink.com/content/k371227n88656528/?p=ef06dd49054741b982fdcf4d6d5ef33&pi=5>

Liss, B., Blaschke, H., Schütt, P. 1984. *Vergleichende Feinwurzeluntersuchungen an gesunden und erkrankten Altfichten auf zwei Standorten in Bayern – ein Beitrag zur Waldsterbensforschung.* *European Journal of Forest Patology*, 1984, vol. 14, s. 90-102.

Lokvenc, T. 1987. *Zkušenosti s hnojením sazenic tabletami.* *Lesnická práce* 66, 1987, s. 299-301.

Lokvenc, T. 1997. *Typizace deformací kořenů v kulturách založených sadebním materiálem s obalenými kořeny.* *Lesnictví* 26, 1997, s. 109-118.

Lokvenc, T. 2001. *Přínos opočenského pracoviště pro vědu a praxi v oborech lesního školkařství a zalesňování.* In *50 let pěstebního výzkumu v Opočně. Sborník z celostátní konference, 12.-13.9.2001, Opočno.* Ed. A. Jurásek et al., s. 29-46.

Löf, M. 2000. *Establishment and growth in seedlings of Fagus sylvatica and Quercus robur: influence of interference from herbaceous vegetation.* [online] *Canadian Journal of Forest Research*, 2000, vol. 30, s. 855-864. [cit. 2007-02-19]. Abstrakt dostupný z:
http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_abst_e?cjfr_x99-257_30_ns_nf_cjfr6-00

Majdi, H., Rosengren-Brinck, U. 1994. *Effects of ammonium sulphate application on the rhizosphere, fine root and needle chemistry in a Picea Abies (L.) Karst. stand.* [online] *Plant and Soil*, vol. 162, 1994, s. 71-80. [cit. 2005-04-06]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.springerlink.com/content/w52r2070g603vt03/?p=c503e23d5cbc4adba5dc0d4c5fbf8a0e&pi=6>

Majdi, H. et al. 2005. *Measuring Fine Root Turnover in Forest Ecosystems.* [online] *Plant and Soil*, 2005, vol. 276, s. 1-8. [cit 2008-01-16]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.springerlink.com/content/p115737287777416/?p=6c631b1d029e4fa09eeee1b21388cbb5&pi=2>

Majdi, H. 2007. *Root and needle litter decomposition response to enhanced supplies of N and S in a Norway spruce forest in southwest Sweden.* [online] *Plant biosystems*, 2007, vol. 138, s. 225-230. [cit. 2008-01-08]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a714032456~db=all~order=page>

Majdi, H., Nylund, J. E., Agren, G. I. 2007. *Root respiration data and minirhizotron observation conflict with root turnover estimates from sequential soil coring.* [online] *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2007, vol. 22, s. 299-303. [cit 2008-01-07]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.ingentaconnect.com/content/tandf/sfor/2007/00000022/00000004/art00005>

Makita, N. et al. 2008. Specific root length and root diameter are related to variation in fine root respiration. In *Book of Abstracts "Woody roots and Ecosystem services"*. Ed. J. S. Silva et al. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Malinová, M., Procházková, Z., Panáčková, S. 2006. Vliv délky a zakřivení primárního kořínku (radikuly) bukvic a pozice bukvic v substrátu při síji na možnou tvorbu deformací kořenového krčku bukových semenáčků. [online] Zprávy lesnického výzkumu 51, 2006, s. 157 – 161. [cit. 2008-02-27]. Dostupné z: http://www.vulhm.cz/docs/ZLV%203_2006.pdf

Manderscheid, B., Matzne, E. 1996. Auswirkungen unterschiedlicher Feinwurzelverteilungen und –biomassen auf das Risiko für Trockenstress und Nadelverluste in Fichtenbeständen-Ergebnisse von Simulationsrechnungen zum Wasserhaushalt. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1996, vol. 115, s. 350-362.

Martin, J-L, Baltzinger Ch. 2002. *Interaction among deer browsing, hunting, and tree regeneration.* [online] *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, vol. 32, s. 1254-1264. [cit. 2007-02-19]. Abstrakt dostupný z : http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_abst_e?cjfr_x02-043_32_ns_nf_cjfr7-02

Martincová, J. 2004. Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu smrku v horských oblastech. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník referátů z mezinárodního semináře. Opočno 3. a 4. 6. 2004.* Ed. A. Jurásek et al., s. 49-56. ISBN 80-86386-51-1.

Matzne, E., Murach, D., Fortmann, H. 1986. *Soil acidity and its relationship to root growth in declining forest stands in Germany.* [online] *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 31, 1986, s. 273 – 282. [cit. 2004-12-03]. Abstrakt dostupný z: <http://www.springerlink.com/content/j51m126414638517/?p=9cd8f76f6f144a678e0715e899c3014c&pi=29>

Mauer, O. 1989. *Vliv antropogenní činnosti na vývoj kořenového systému smrku ztepilého (Picea abies (L.) Karsten).* Doktorská disertační práce, LF VŠZ Brno, 1989, 322 s.

Mauer, O. 1999. Technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu. In *Pěstování a užití krytokořenného sadebního materiálu. Sborník referátů z mezinárodní konference. 26.-28.5.1999, Trutnov.* MZLU v Brně 1999, s. 15-44.

Mauer, O. 2000. *Lesní školkařství po transformaci lesního hospodářství.* Lesnická práce 79, 2000, s. 101-103.

Mauer, O., Palátová, E. 2004a. Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník referátů z mezinárodního semináře. 3. a 4.6.2004, Opočno.* Ed. A. Jurásek et al., s. 22-26. ISBN 80-86386-51-1.

Mauer, O., Palátová, E. 2004b. Deformace kořenového systému – vznik a možnosti eliminace. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny.* MZLU Brno, LDF-Ústav zakládání a pěstění lesů a firma MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 85-91. ISBN 80-239-3335-3.

Mauer, O. et al. 2006. Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 2006. 136 s. ISBN 80-86386-72-4.

Meier, I.C., Leuschner, Ch. 2008. The belowground drought response of European beech: fine root biomass and carbon partitioning across a precipitation gradient. In *Book of Abstracts "Woody roots and Ecosystem services"*. Ed. J. S. Silva et al. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Meinen, C., Leuschner, Ch., Hertel, D. 2007. Effects of tree species diversity on fine root abundance. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Mejsnar, J. 2005. Zkušenosti s provozem přezimovacích obůrek u LČR, s.p., LS Jablonec nad Nisou. In *Přezimovací obůrky a oblasti chovu. Sborník referátů ze semináře, 14.-15.6.2005 Bedřichov – Špindlerův Mlýn. Česká lesnická společnost 2005.* s. 46-49. ISBN 80-02-01703-X.

Montagnoli, A. et al. 2007. Turnover in fine root is affected by forest management of beech stands (*Fagus sylvatica L.*). In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Morecroft, M.D., et al. 2001. *Impacts of deer herbivory on ground vegetation at Wytham Woods, central England.* [online] *Forestry*, 2001, vol. 74, s. 251-257. [cit. 2001-03-01].

Abstrakt dostupný z:

<http://www.ingentaconnect.com/content/oup/foresj/2001/00000074/00000003/art00251>

Mráček, Z., Krečmer, V. 1975. *Význam lesa pro lidskou společnost.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1975. 67 s. ISBN 07-081-75.

Murach, D. 1984. *Die Reaktion der Feinwurzeln von Fichten (Picea abies Karst.) auf zunehmende Bodenversauerung.* Göttinger Bodenkundliche Berichte, vol. 77, 1984, s. 128.

Nárovcová, J., Nárovec, V. 2004. Testování biologické vhodnosti obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9. 2004.* Ed. J. Peňáz a J. Martínek. s. 43-52, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Nárovcová, J., Jurásek, A. 2007. *Vliv intenzity hnojení na růst krytokořenných semenáčků buku lesního (The influence of fertilization intensity on European beech containerized seedlings growth)*. [online] Zprávy lesnického výzkumu 4, 2007, s. 298 – 301. [cit. 2008-02-23]. Dostupné z: http://www.vulhm.cz/docs/ZLV_4_2007.pdf

Nárovec, V. 2001. *100x o hnojení v lese. Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů hnojením*. [Forest soils fertilization]. 2. vydání, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001. 31 s. ISBN 80-86386-16-3.

Nárovec, V. 2004. *Hnojivé tablety v soustavách hnojení lesních kultur*. Lesnická práce 83, 2004, s. 128-129.

Neruda, J., Švenda, A. 2000. *Technický a technologický rozvoj v lesních školkách*. Lesnická práce 79, 2000, s. 111-113.

Nigre, F., Colin, F. 2007. *Frost damage on the terminal shoot as a risk factor of fork incidence on common beech (Fagus sylvatica L.)*. Annals of Forest Science, vol. 64, 2007, s. 79-86.

Norisada M. et al. 2007. High root temperature inhibits water and nitrogen uptake. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Nörr, R., Mössmer, R. 2003. *Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität? Teil 1*. AFZ – Der Wald, 2003, vol. 58, s. 252-254.

Olsthoorn, A.F.M. 1988. Root research on Douglas-fir with special attention to effects of acidification. In *Air Pollution Research Report 12 „Ectomycorrhiza and Acid Rain“, Proceedings of the Workshop on Ectomycorrhiza/Expert Meeting, Dezember 10-11, 1987, Berg en Dal, The Netherlands*. Bilthoven, 1988, s. 77-78.

Ostonen, I. et al. 2007. *Specific root length as an indicator of environmental change*. [online] Plant Biosystems, 2007, vol. 141, s. 426-442. [cit 2008-01-08]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a785812967~db=all~order=page>

Ostonen, I. et al. 2008. The impact of ECM community structure on short root morphology in Alnus. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva et al. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Pages L. 2000. *How to include organ interactions in models of the root system architecture? The concept of endogenous environment*. Annals of forest science, 2000, vol. 57, s. 535-541.

Pajtik, J., Konopka, B., Lukac, M. 2008. Root system to total tree biomass ratio in young beech, oak, pine and spruce stands. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva et al. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Palátová, E., Mauer, O. 2004a. Metody studia kořenového systému lesních dřevin. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny*. Ed. MZLU Brno a firma MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 5-20. ISBN 80-239-3335-3.

Palátová, E., Mauer, O. 2004b. Reakce jemných kořenů smrku ztepilého na zvýšené depozice síry, dusíku, působení sucha a hnojení hořčičnými hnojivy. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny*. MZLU Brno a MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 49-63. ISBN 80-239-3335-3.

Pampe, A., Häseker, B. 2003. *Wurzelentwicklung von Buchen aus Hartwand-containern*. AFZ – Der Wald, 2003, vol. 58, s. 256.

Pejchal, M. 2004. Architektura kořenového systému stromů. In *Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 25.8.2004, Křtiny*. MZLU Brno a firma MVDr. Václav Prokop – INPROF, 2004. s. 21-36. ISBN 80-239-3335-3.

Perez, J. M. P. 2007. *Hormone signalling and root development: an update on the latest Arabidopsis thaliana research*. [online] *Functional Plant Biology*, 2007, vol. 34, s. 163-171. [cit. 2007-12-06]. Abstrakt dostupný z: <http://www.publish.csiro.au/nid/102/paper/FP06341.htm>

Persson, H. 1978. *Root dynamics in a young Scots pine stand in Central Sweden*. *Oikos*, 1978, vol. 30, s. 508-519.

Persson, H. 1983. *The distribution and productivity of fine roots in boreal forests*. [online] *Plant and Soil*, 1983, vol. 71, s. 87-101. [cit. 2008-02-07]. Abstrakt dostupný z: <http://www.springerlink.com/content/utq5676842508113/?p=971e831494444c6385c2b9e3f73e7b5b&pi=10>

Persson, H. 2007. The live/dead ratio of fine roots – the best indicator of fine-root vitality? In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Persson, I.-L., Bergström, R., Danell, K. 2007. *Browse biomass production and regrowth capacity after biomass loss in deciduous and coniferous trees: response to moose browning along a productivity gradient*. [online] *Oikos*, 2007, vol. 116, s. 1639-1650. [cit. 2007-11-28]. Abstrakt dostupný z: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.0030-1299.2007.15946.x>

Persson, H. 2008. Spatial distribution of fine-roots in Swedish forest ecosystems. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Petritan, A. M., Lüpke, B. V., Petritan, I. C. 2007. *Effects of shade on growth and mortality of maple (Acer pseudoplatanus), ash (Fraxinus excelsior) and beech (Fagus sylvatica) samplings*. [online] *Forestry*, 2007, vol. 80, s. 397-412. [cit. 2007-12-20]. Abstrakt dostupný z: <http://forestry.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/80/4/397>

Podrázský, V. 2005. Hnojení jako součást lesopěstebních opatření. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* Ed. P. Neuhöferová. s. 119-127, 1 CD-ROM. ISBN 80-213-1293-9.

Podrázský, V., Remeš, J. 2005. *Effect of forest tree species on the humus form state at lower altitudes.* [online] Journal of forest science, 2005, vol. 51, s. 60-66. [cit. 2007-03-12] Dostupné z: <http://www.cazv.cz/attachments/2-Remes.pdf>

Podrázský, V., Remeš, J. 2005. *Effects of the canopy environment and of the nutrition improvement on the beech plantation prosperity.* Scientia agriculturae bohemica, vol. 36, 2005, s. 108-112.

Podrázský, V., Remeš, J. 2007. *Účinnost hnojivých opatření při aplikaci ke kulturám náročnějších dřevin.* Lesnická práce 86, 2007, s. 798-799.

Procházková, Z. 2004. Kvalitní osivo – základ intenzivních technologií KSM. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno.* s. 35-39. ISBN 80-86386-51-1.

Průša, E. 2001. *Pěstování lesů na typologických základech.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2001. 593 s. ISBN 80-86386-10-4.

Puhe, J. 1994. *Die Wurzelentwicklung der Fichte (Picea abies (L.) Karst.) bei unterschiedlichen chemischen Bodenbedingungen.* Berichte des Forschungszentrum Waldökosystem. 128 s.

Püttsepp, Ü., Lohmus, K., Koupel, A. 2007. *Decomposition of fine roots and α -cellulose in a short rotation willow (Salix spp.) plantation on abandoned agricultural land.* [online] Silva Fennica, 2007, vol. 41, s. 247-258. [cit. 2008-01-02]. Dostupné z: <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf41/sf412247.pdf>

Racek, T., Kupka, I. 2004. Predikce skutečné vzházivosti buku lesního (Fagus sylvatica L.) pomocí metody kritické kořenové délky v podmínkách ČR. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9. 2004.* Ed. J. Peňáz a J. Martínek. Brno, MZLU 2004, s. 53-60, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Raftoyannis, Y., Radoglou, K., Spanos, I. 2007. Decline of greek fir: relationship with root condition and mistletoe infection. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“.* Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Rantala, J. et al. 2003. *Economic evaluation of container seedling packing and Disinfection machinery.* Silva Fennica 37(1), 2003. s. 121-127. Dostupné z: <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf37/sf371121.pdf>

Raven, J. A., Edwards, D. 2001. *Roots: evolutionary and biogeochemical significance*. [online] Journal of Experimental Botany, 2001, vol. 52, s. 381-401. [cit. 2008-01-02]. Dostupné z: http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/full/52/suppl_1/381

Remeš, J. 2004. Vliv provozního hnojení na produkci dospívajících smrkových porostů v oblasti ŠLP Kostelec nad Černými lesy. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9.2004*. Ed. J. Peňáz a J. Martínek. s. 309-319, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Remeš, J., Ulbrichová, I., Podrázský, V. 2004. *Využití podsadeb a meliorace půdy při umělé obnově bukem*. Lesnická práce 83, 2004, s. 460-461.

Ribeiro, N. A. et al. 2007. Assessment of cork oak root system development through above ground tree growth analysis. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Richter A. K. et al. 2007. Turnover rate of fine roots of european beech measured with sequential forint and radiocarbon. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Richter, A. K., Hertel, D., Leuschner, CH. 2008. The net primary productivity of European beech forests on soil with different nutrient availability. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Rosenvald, K. et al. 2008. Fine root adaptations in relation to tree mineral nutrition in young silver birch (*Betula pendula* Roth.) stands on abandoned agric. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Ryan, P. R., Dito maso, J. M., Kochian, L. V. 1993. *Aluminium Toxicity in Roots: An Investigation of Spatial Sensitivity and the Role of the Root Cap*. [online] Journal of Experimental Botany, 1993, vol. 44, s. 437-446. [cit. 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z: <http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/44/2/437>

Santantonio, D., Hermann, R. K. 1985. *Standing crop, production and turnover of fine roots on dry, moderate and wet sites of mature Douglas –fir in western Kreton*. Annales des science forestieres, vol. 42, 1985, s. 113-142.

Sarvaš, M. 2004. Odolnosť na mráz – podstatný faktor úspešnosti pestovania krytokorenného sadbového materiálu. In *Možnosti použitia sadbového materiálu z intenzívnych školařských technológií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno*. s. 65-73. ISBN 80-86386-51-1.

Seith, B., et al. 1994. *Appearance of nitrate reductase, nitrate reductase and glutamin synthetase in different organs of Scots pine (Pinus sylvestris) seedling as affected by light, nitrate and ammonium.* [online] *Physiologia Plantarum*, vol. 91, 1994, s. 419-426. [cit. 2006-04-28]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1994.tb02969.x>

Shelton, M.G., Cain, M.D. 2002. *Recovery of 1-year-old loblolly pine seedlings from simulated browse damage.* [online] *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, vol. 32, s. 373-377. [cit. 2007-02-19]. Abstrakt dostupný z:

http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cgi-bin/rp/rp2_abst_e?cjfr_x01-193_32_ns_nf_cjfr2-002

Shibata, E. 2007. *Effects of deer debarking on mast and trunk radial growth of Hondo spruce, Picea jezoensis var. hondoensis, in a subalpine forest of central Japan.* [online] *Forest Ecology and Management*, 2007, vol. 252, s. 159-164. [cit. 2007-11-23]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PB1634-3&_user=10&_coverDate=11%2F30%2F2007&_rdoc=17&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232007%23997479998%23672912%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=26&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ab14b79849c617c13779ffc01afcb519](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PB1634-3&_user=10&_coverDate=11%2F30%2F2007&_rdoc=17&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232007%23997479998%23672912%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=26&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ab14b79849c617c13779ffc01afcb519)

Schmull, M., Thomas, F.M. 2000. *Morphological and physiological reactions of young deciduous trees (Quercus robur L., Q. petraea (Matt.) Liebl., Fagus sylvatica L.) to waterlogging.* [online] *Plant and soil*, 2000, vol. 225, s. 227-242. [cit. 2004-12-22]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.springerlink.com/content/wj52770225334q8r/?p=c941c1141db34f47939163056bf3fd77&pi=21>

Schütz, J. P. 1989. *Der Plenterbetrieb.* Zürich: ETH, 1989. 54 s.

Sloup, M. 2008. *Šetření vlivu zvěře na lesní ekosystém Krušných hor – III.* Lesnická práce 87, 2008, s. 178-180.

Strohschneider, I. 1987. *Wurzeldformationen infolge verschiedener Pflanzenfahnen.* Österreichische Forstzeitung, vol. 98, 1987, s. 20-21.

Svoboda, J. 2006. In *Průvodce krytokořenným sadebním materiálem lesních dřevin.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2006, ISBN 80-86386-78-3.

Szabla, K. 2003. Ekonomické aspekty pěstování a použití kontejnerových sazenic v lesním hospodářství. In *Perspektivy pěstování krytokořenného sadebního materiálu v podmínkách České republiky po vstupu do EU.* Sborník referátů. Dlouhá Loučka, 3.9.2003, s. 5-13.

Šach, F. 2004. Meliorační a zpevňující dřeviny při obnově lesních porostů. In *Hlavní úkoly pěstování lesů na počátku 21. století, sborník z 5. česko-slovenského vědeckého symposia pedagogických a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa. Křtiny, 14.9.-16.9. 2004.* Ed. J. Peňáz a J. Martínek. s. 287-296, 1 CD-ROM. ISBN 807157778-2.

Šach, F. 2005. Meliorační a zpevňující dřeviny ve vztahu k funkcím lesa. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* Ed. Pavla Neuhöferová. s. 7-14. 1 CD-ROM. ISBN 80-213-1293-9.

Šálek, L. 2002. *Výběrné lesy z pohledu mezinárodních zkušeností.* Lesnická práce 81, 2002, s. 154-155.

Šarman, J. 2005. Vliv dřevinné skladby na humusovou formu. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* ed. P. Neuhöferová. s. 15-20. ISBN 80-213-1293-9. 1 CD-ROM.

Šebánek et al. 1983. Fyziologie rostlin. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 560 stran.

Šebík, L., Polák, L. 1990. *Náuka o produkci dřeva.* Bratislava: Příroda, 1990. 332 s. ISBN 80-07-00268-5.

Šmelková, L. 2004. Používání krytokorenného sadbového materiálu pestovaného intenzívnými technologiemi na Slovensku. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzívních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno.* s. 16-21. ISBN 80-86386-51-1.

Špulák, O. 2005. Možnosti přirozené obnovy buku jako významné meliorační a zpevňující dřeviny. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* Ed. P. Neuhöferová. s. 43-52, 1 CD-ROM. ISBN 80-213-1293-9.

Štefančík, I. 2008. Rast bukového porastu založeného na bývalých polnohospodářských podacích. In *Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 5.11.2008.* Ed. H. Prknová, s. 84-90. ISBN 978-80-213-1849-6.

Tabari, M. et al. 2005. *Response of oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) seedlings to canopy gap size.* [online] *Forestry*, 2005, vol. 78, s. 443-450. [cit 2007-12-20]. Abstrakt dostupný z: <http://forestry.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/78/4/443>

Taylor, T., Loewenstein, E., Chappelka, A. 2006. *Effect of animal browse protection and fertilizer application on the establishment of planted Nuttall oak seedling.* [online] *New Forests*, 2006, vol. 32, s. 133-143. [cit. 2007-12-18]. Abstrakt dostupný z: <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/nefo/2006/00000032/00000002/00004167>

Tester, M., Leigh, R. A. 2001. *Partitioning of nutrient transport processes in roots.* [online] *Journal of Experimental Botany*, 2001, vol. 52, s. 445-457. [cit. 2008-01-02]. Dostupné z: http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/full/52/suppl_1/445

Tichá, I. 2004. Porovnanie parametrov technológií Jitry-7 Forestry a Lännen plantek F. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzívních školkařských technologií pro obnovu*

lesa. *Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004, s. 103-107. ISBN 80-86386-51-1.

Tomášková, I. 2004. *Evaluation of changes in the tree species composition of Czech forests*. [online] *Journal of Forest Science*, 2004, vol. 50, s. 31-37. [cit. 2007-03-12]. Dostupné z: http://www.cazv.cz/attachments/2_1_0_Full%20text%205.pdf

Tomiczek, C. 2000. *Wurzeldformationen und Wurzelschäden durch unsachgemässe Pflanzmethoden*. *Forstschutz – Aktuell*, 2000, vol. 25, s. 10-13.

Trubat, R., Cortina, J., Vilagrosa, A. 2007. Root system architecture and water transport in *Pistacia lentiscus* (L.) seedlings under nutrient limitation. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Truhlář, J. 1996. *Pěstování lesů v biologickém pojetí*. Křtiny: Školní lesní podnik, 1996. 128 s.

Truus, L., Majdi, H. 2007. Effect of climatic conditions and varying soil moisture on growth of Norway spruce and fine roots. In: *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Truus, L., Majdi, H. 2008. Effects of slash retention on fine roots of Norway spruce in SW Sweden. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Tučeková, A. 2004. Poznatky s použitím krytokorenného sadbového materiálu z intenzívných technologií pri obnove lesa (Jiffy-7 Forestry). In *Možnosti použití sadbového materiálu z intenzívních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno*. s. 108-117. ISBN 80-86386-51-1.

Uhlířová, H., Kapitola, P. 2004. *Poškození lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004. 280 s. ISBN 80-86386-56-2.

Ulrich B., Pirouzpanah, D., Murach, D. 1984. *Beziehungen zwischen Bodenversauerung und Wurzelentwicklung von Fichten mit unterschiedlich starken Schadsymptomen*. *Forstarchiv*, 1984, vol. 55, s. 127-134.

Ulrich, B., Pirouzpanah, D. 1986. *Untersuchungen zur Feinwurzelndynamik im Versuch Högelwald*. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1986, vol 105, s. 318-321.

Vacek, S., Podrázský, V., Špulák, O. 2005. Půdy základních porostních typů Krkonoš a možnosti jejich biologické meliorace. In *Místo biologické meliorace v obnově lesních stanovišť. Sborník z konference. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, 17.2.2005.* ed. Pavla Neuhöferová. s. 29-41, 1 CD-ROM. ISBN 80-213-1293-9.

Vogt et al. 1990. Carbon and nitrogen interactions for forest ecosystems. In *Above and Below Ground Interactions in Forest Trees in Acidified Soils.* CEC Air Pollution Research, Report No. 32 (Ed. Persson, H.), 1990, s. 203-235.

Vogt et al. 1993. *Belowground response as indicators of environmental change.* [online] Environmental and Experimental Botany, 1993, vol. 33, s. 189-205. [cit 2008-02-02]. Abstrakt dostupný z:

[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T66-48XVHY2-BG&_user=10&_coverDate=01%2F31%2F1993&_rdoc=17&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235022%231993%23999669998%23438157%23FLP%23display%23Volume\)&_cdi=5022&_sort=d&_docanchor=&_ct=17&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d6260362c525f54569d2536e81f5b792](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T66-48XVHY2-BG&_user=10&_coverDate=01%2F31%2F1993&_rdoc=17&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235022%231993%23999669998%23438157%23FLP%23display%23Volume)&_cdi=5022&_sort=d&_docanchor=&_ct=17&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d6260362c525f54569d2536e81f5b792)

Vyhláška MZe ČR č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin.

Vyskot, M. et al. 1978. *Pěstění lesů.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 448 s.

Výsledky národní inventarizace lesů v České republice. ÚHÚL Brandýs nad Labem. Dostupné z: http://www.uhul.cz/il/vysledky/republika/c/2_5.php

Wang, P., Olsson, B. A., Lundkvist, H. 2007. *Effects of wood ash, vitality fertilizer and jogging residuum on needle and root chemistry in a young Norway spruce stand.* [online] Scandinavian Journal of Forest Research, 2007, vol. 22, s. 136-148. [cit. 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z:

<http://www.ingentaconnect.com/content/tandf/sfor/2007/00000022/00000002/art00007>

Weiss, M., Agerer, R. 1986. *Reaktionen des Wurzelsystems von Picea abies L. Karst. Auf Mineralstoffernährung und auf Belastung des Sprosses mit Ozon und sauerem Nebel.* Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1986, vol. 105, s. 230-233.

Whipps, J.M. 2001. *Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere.* [online] Journal of Experimental Botany, vol. 52, s. 481-511. [cit 2008-01-02]. Dostupné z:

http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/full/52/suppl_1/487

Wienhaus, O. 2003. *Waldschadenssituation und ihre Entwicklung in Ostdeutschland.* AFZ – Der Wald, 2003, vol. 58, s. 1314-1315.

Wilde, S. A., Wittenkamp, R. 1942. *Surf brigquette fertilizers: their preparation, use, and effect upon the growth of trees and other plants.* Journal of American Society of Agronomy, vol. 34, 1942, s. 736-746.

Wilson, E., Vitols, K., Park, A. 2007. *Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario, Canada.* [online] New Forests, 2007, vol. 34, s. 163-176. [cit 2007-12-19]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.ingentaconnect.com/content/klu/nefo/2007/00000034/00000002/00009046>

Winkler, J. B., Roller, D. 2007. Fine root growth of young beech trees exposed to chronic aboveground ozone stress. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Yamashita, T. et al. 2008. Fine root dynamics following selective logging in a lowland dipterocarp forest, Peninsular Malaysia. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva. 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Zachary, T.L. 2007. *The impact of deer on relationships between tree growth and mortality in an old-growth beech-maple forest.* [online] Forest Ecology and Management, 2007, vol. 252, s. 230-238. [cit. 2007-11-23]. Abstrakt dostupný z:
[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PC90J4-3&_user=10&_coverDate=11%2F30%2F2007&_rdoc=24&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info\(%23toc%235042%232007%23997479998%23672912%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=26&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=45a6a3affc35994db685b73dd69a922f](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6X-4PC90J4-3&_user=10&_coverDate=11%2F30%2F2007&_rdoc=24&_fmt=summary&_orig=browse&_srch=doc-info(%23toc%235042%232007%23997479998%23672912%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=5042&_sort=d&_docanchor=&_ct=26&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=45a6a3affc35994db685b73dd69a922f)

Zakopal, V. 1960. *Zachycení dalších tvarů výběrného lesa u nás.* Sborník ČSAZV, Lesnictví 5, 1960, s. 181-200.

Zakrisson, Ch., Ericsson, G., Edenius, L. 2007. *Effects of browsing on recruitment and mortality of European aspen (*Populus tremula* L.).* [online] Scandinavian Journal of Forest Research, 2007, vol. 22, s. 324-332. [cit. 2008-01-02]. Abstrakt dostupný z:
<http://www.ingentaconnect.com/content/tandf/sfor/2007/00000022/00000004/art00008>

Zatloukal, V. 2004. Tvorba porostních směsí při zalesňování zemědělských půd. In *Zalesňování zemědělských půd*. Sborník z celostátního semináře, Česká komora odborných lesních hospodářů, 2004, s. 6-30.

Zerva, A., Halyvopoulos, G., Radoglou, K. 2007. Fine root biomass in a beech (*Fagus sylvatica* L.) stand on Paiko mountain, NW Greece. In *Book of Abstracts „4th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants“*. Ed. M. Lukac. 16th – 20th September 2007, Bangor, UK.

Zežula, J. 2004. Strategie použití krytokořenného sadebního materiálu u státního podniku Lesy České republiky. In *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře 3. a 4. 6. 2004 Opočno*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004, s. 97-102. ISBN 80-86386-51-1.

Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2000-2007. ÚHÚL Brandýs nad Labem. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/zelenazprava/>

Železník, P. 2008. Differences in fine root longevity between three beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances. In *Book of Abstracts “Woody roots and Ecosystem services”*. Ed. J. S. Silva 16th to 20th May 2008, Lisbon, Portugal.

Vzhledem ke své rozsáhlosti jsou přílohy přiloženy pouze v elektronické podobě disertační práce.

Měření podzim 2005

Kategorie (lokalita, druh sadebního materiálu, pěstební péče)	délka hlavního kořenu	výška nadzemní části	tloušťka kořenového krčku	objem kořenů	z toho jemné kořeny	objem nadzemní části	objem kořen. systému / objem nadzem.č.	objem jemných kořenů / objem kořen.sys.	hmotnost kořenů	z toho jemné kořeny	hmotnost nadzemní části	hmotnost nadzemní části	hmotnost kořenů	z toho jemné kořeny
	mm	mm	mm	ml	ml	ml			g	g	g	g	g	g
												při 104 °C po dobu 24 hodin		
1. obalované - hnojené, neožnuté, pod clonou	130,00	580,00	6,3	8,50	1,50	9,50	0,89	0,18	7,62	1,01	6,53	4,00	4,12	0,63
	180,00	780,00	7,4	18,50	2,50	13,00	1,42	0,14	19,24	1,65	12,97	8,56	9,89	0,84
	260,00	630,00	0,8	12,00	1,50	11,00	1,09	0,13	14,07	1,23	12,54	8,12	7,47	0,64
	130,00	720,00	7,4	14,00	2,00	21,50	0,65	0,14	23,24	1,40	19,58	11,39	11,98	0,76
	190,00	690,00	7,2	11,50	2,00	16,50	0,70	0,17	12,41	1,06	15,97	9,65	6,11	0,54
	120,00	630,00	7,0	6,50	1,50	8,00	0,81	0,23	7,57	0,97	11,64	8,28	5,89	0,55
	168,33	671,67	6,0	11,83	1,83	13,25	0,93	0,16	14,03	1,22	13,21	8,33	7,58	0,66
2. obalované - nehnojené, neožnuté, pod clonou	140,00	500,00	5,4	6,00	1,00	8,50	0,71	0,17	6,49	0,99	6,48	4,62	3,98	0,61
	120,00	660,00	6,9	11,00	1,50	11,00	1,00	0,14	12,58	0,97	8,27	5,31	6,80	0,59
	150,00	610,00	5,1	11,40	1,50	10,50	1,09	0,13	12,88	1,14	8,19	5,12	7,10	0,62
	220,00	600,00	5,3	9,00	1,50	10,00	0,90	0,17	7,92	1,08	6,75	4,18	4,22	0,67
	150,00	600,00	7,6	8,30	1,50	10,20	0,81	0,18	7,49	1,03	6,69	4,10	4,12	0,65
	150,00	650,00	6,8	5,00	1,00	7,50	0,67	0,20	11,52	1,21	12,51	8,14	6,75	0,63
	155,00	603,33	6,2	8,45	1,33	9,62	0,86	0,16	9,81	1,07	8,15	5,25	5,50	0,63
3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	140,00	510,00	7,7	12,00	2,00	13,00	0,92	0,17	12,46	0,98	11,75	8,31	6,83	0,57
	240,00	710,00	7,2	11,50	2,00	15,50	0,74	0,17	13,02	1,29	17,48	10,81	6,45	0,67
	220,00	600,00	5,3	9,00	1,50	10,00	0,90	0,17	7,86	1,08	6,73	4,12	4,21	0,66
	410,00	720,00	6,0	23,60	3,00	12,50	1,89	0,13	26,52	2,02	11,74	8,12	12,56	1,09
	150,00	650,00	7,4	5,00	1,00	7,00	0,71	0,20	7,42	0,94	8,12	5,22	5,08	0,50
	130,00	680,00	8,0	5,00	1,00	7,00	0,71	0,20	2,87	0,76	4,07	3,01	2,93	0,40
	215,00	645,00	6,9	11,02	1,75	10,83	0,98	0,17	11,69	1,18	9,98	6,60	6,34	0,65
4. prostokofenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	150,00	350,00	5,9	12,00	1,00	7,50	1,60	0,08	11,04	0,67	7,24	4,49	5,62	0,32
	220,00	270,00	5,7	9,50	1,00	8,00	1,19	0,11	8,21	0,62	7,19	4,41	5,48	0,33
	160,00	350,00	6,4	11,50	1,00	7,50	1,53	0,09	11,12	0,71	7,31	4,53	5,65	0,35
	300,00	440,00	7,5	9,00	1,00	10,00	0,90	0,11	9,20	0,79	6,94	4,96	5,14	0,42
	190,00	350,00	5,7	11,00	1,50	7,50	1,47	0,14	11,98	0,86	8,13	5,17	5,42	0,41
	230,00	390,00	5,3	12,00	1,50	8,00	1,50	0,13	8,97	1,02	6,58	4,35	4,79	0,53
	208,33	358,33	6,1	10,83	1,17	8,08	1,36	0,11	10,09	0,94	7,23	4,65	5,35	0,43
5. prostokofenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	320,00	540,00	7,3	17,00	2,00	13,00	1,31	0,15	16,45	1,37	11,66	8,20	8,95	0,71
	240,00	390,00	6,4	10,50	1,00	11,00	0,95	0,09	10,75	0,80	11,44	8,15	5,87	0,40
	280,00	380,00	6,1	9,50	1,00	8,50	1,12	0,12	11,19	0,85	8,41	4,97	5,79	0,42
	320,00	390,00	7,8	13,00	1,00	10,00	1,30	0,08	12,39	0,74	10,37	7,48	5,73	0,38
	340,00	390,00	5,4	7,00	1,00	8,00	0,88	0,13	6,90	0,73	5,67	3,89	3,75	0,38
	220,00	400,00	4,8	11,50	1,00	9,50	1,21	0,11	10,98	0,76	9,31	6,07	5,81	0,39
	286,67	415,00	6,3	11,42	1,17	10,00	1,13	0,11	11,44	0,88	9,48	6,46	5,98	0,45
6. prostokofenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	210,00	410,00	5,9	10,00	1,00	9,00	1,11	0,10	8,58	0,67	7,86	4,58	4,53	0,40
	250,00	380,00	5,9	11,50	1,50	8,00	1,44	0,13	8,29	0,97	6,54	4,28	4,70	0,52
	190,00	350,00	5,7	11,00	1,50	7,50	1,47	0,14	11,95	0,83	8,10	5,16	5,43	0,41
	220,00	450,00	0,6	8,00	1,00	9,00	0,89	0,13	6,61	0,75	6,26	4,12	4,23	0,37
	320,00	490,00	5,9	12,00	1,50	8,00	1,50	0,13	8,29	0,97	6,49	4,34	4,78	0,53
	220,00	480,00	5,4	8,50	1,00	9,00	0,94	0,12	9,25	0,61	7,12	6,01	4,85	0,33

	235,00	426,67	4,9	10,17	1,25	8,42	1,22	0,12	8,83	0,80	7,06	4,75	4,75	0,43
7. prostokofenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	310,00	490,00	6,0	12,00	1,50	8,00	1,50	0,13	8,22	0,99	6,58	4,39	4,73	0,55
	190,00	420,00	6,2	10,00	1,00	9,00	1,11	0,10	8,54	0,63	7,84	4,59	4,51	0,39
	250,00	390,00	6,1	12,00	1,50	8,00	1,50	0,13	8,23	1,10	6,52	4,27	4,73	0,51
	160,00	440,00	5,3	9,50	1,00	9,00	1,06	0,11	8,51	0,65	7,81	4,57	4,53	0,40
	310,00	330,00	5,0	11,00	1,00	8,50	1,29	0,09	5,65	0,74	5,29	3,26	3,02	0,42
	200,00	520,00	5,4	8,00	1,00	9,00	0,89	0,13	9,24	0,59	7,35	5,94	4,79	0,34
	236,67	431,67	5,7	10,42	1,17	8,58	1,22	0,11	8,07	0,78	6,90	4,50	4,39	0,44
8. prostokofenné, hnojené, neožnuté, pod clonou	180,00	360,00	7,4	10,00	1,50	8,50	1,18	0,15	11,15	0,83	9,10	4,86	5,16	0,41
	200,00	390,00	5,7	9,50	1,00	9,00	1,06	0,11	8,36	0,67	7,38	4,32	4,29	0,40
	150,00	380,00	6,2	12,00	1,00	7,50	1,60	0,08	11,94	0,67	8,01	4,90	5,92	0,32
	190,00	430,00	6,4	10,00	1,00	9,00	1,11	0,10	8,57	0,69	7,85	4,60	4,56	0,39
	170,00	400,00	5,4	9,00	1,00	8,50	1,06	0,11	7,89	0,62	7,57	4,11	4,22	0,36
	170,00	330,00	4,5	11,50	1,00	7,50	1,53	0,09	11,02	0,71	7,31	4,43	5,65	0,35
	176,67	381,67	5,9	10,33	1,08	8,33	1,26	0,11	9,82	66,13	7,87	4,54	4,97	0,38
9. prostokofenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	250,00	630,00	5,9	9,50	1,50	10,50	0,90	0,14	8,25	1,32	6,94	4,21	4,36	0,72
	180,00	410,00	5,3	9,00	1,00	8,00	1,13	0,13	8,24	0,58	7,12	4,30	4,37	0,39
	160,00	340,00	4,2	11,00	1,00	7,00	1,57	0,14	10,32	0,73	7,01	4,03	5,35	0,35
	150,00	430,00	5,8	9,50	1,00	9,00	1,06	0,11	8,50	0,62	7,84	4,55	4,58	0,40
	230,00	280,00	5,6	9,50	1,00	8,00	1,19	0,13	8,23	0,62	7,17	4,40	5,49	0,33
	230,00	400,00	0,8	10,00	1,00	11,00	0,91	0,09	10,77	0,82	11,43	8,16	5,86	0,42
	200,00	415,00	4,6	9,75	1,08	8,92	1,13	0,12	9,05	0,69	7,92	4,94	5,00	0,42

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Centrální laboratoře

Žabovřeská 250 156 27 Praha 5 - Zbraslav

VÝSLEDKY ROZBORU PŮD

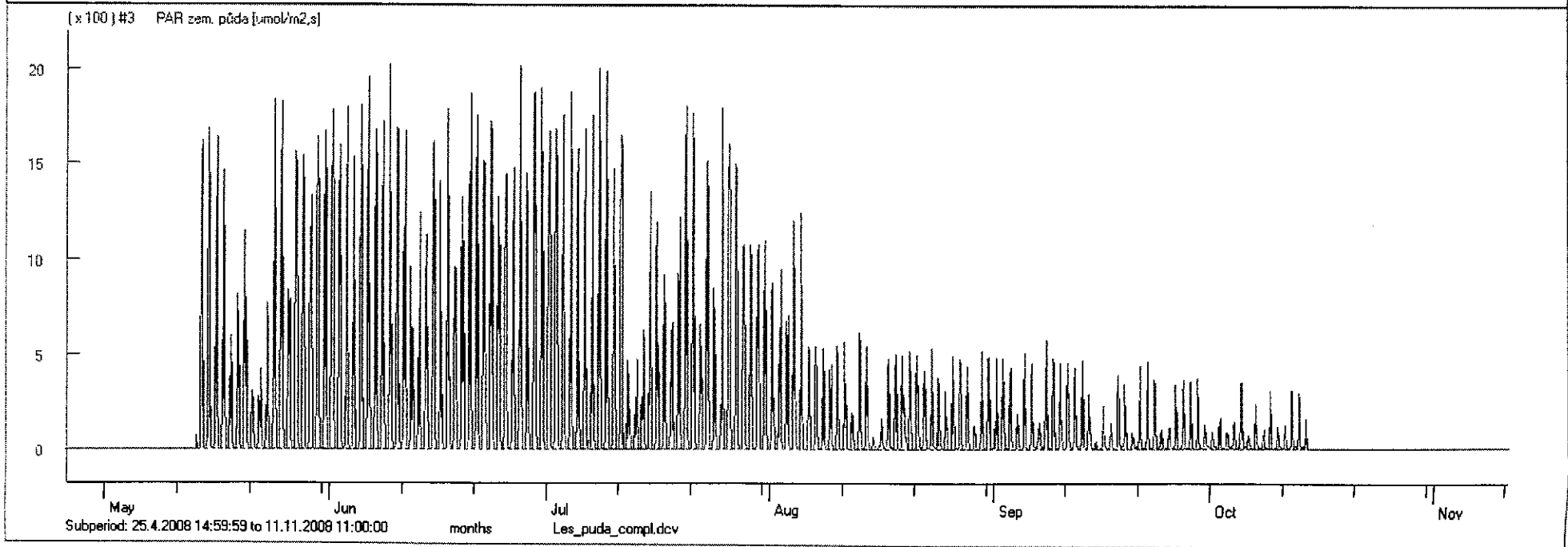
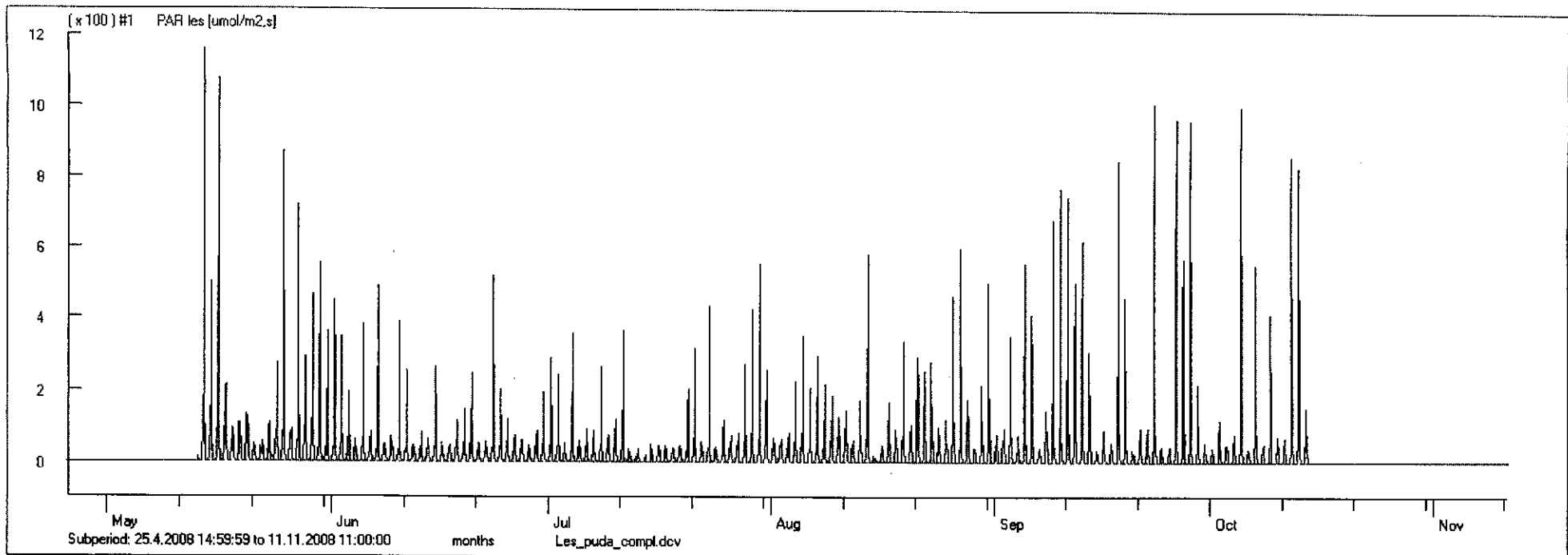
Zakázka: 147
Zadavatel: 109 Čermák
Datum odběru: 24.11.07
Lokalita: DB
Datum uzavření: 15.2.08

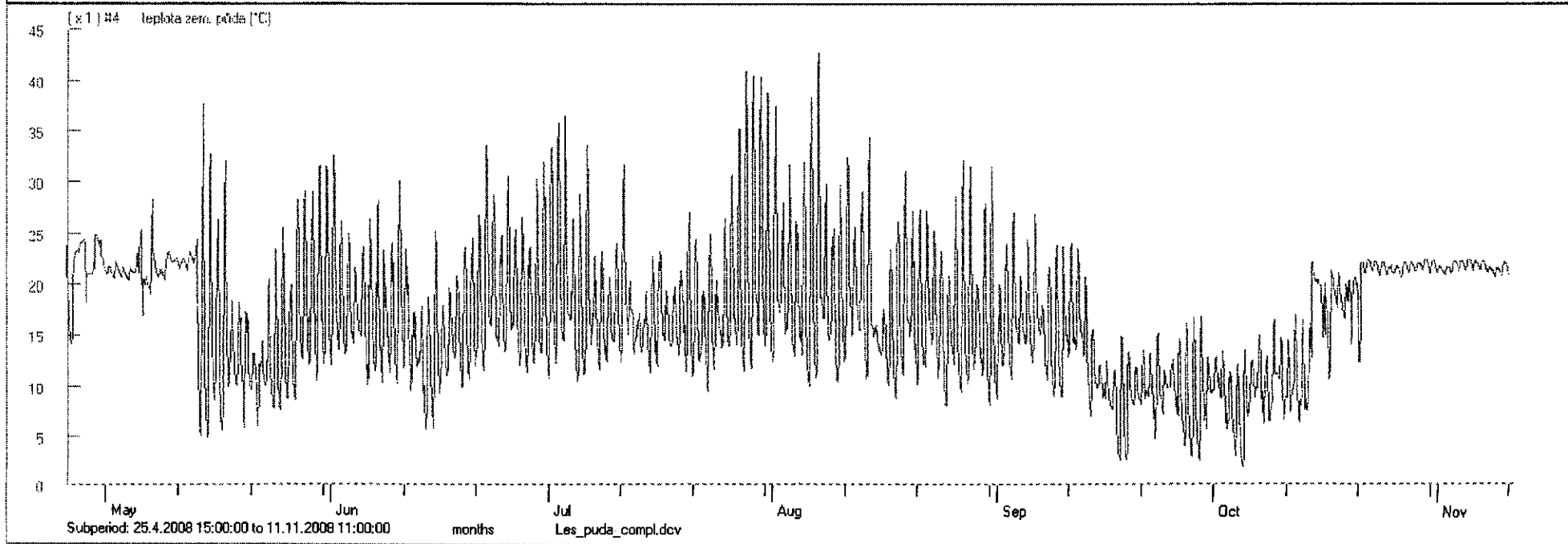
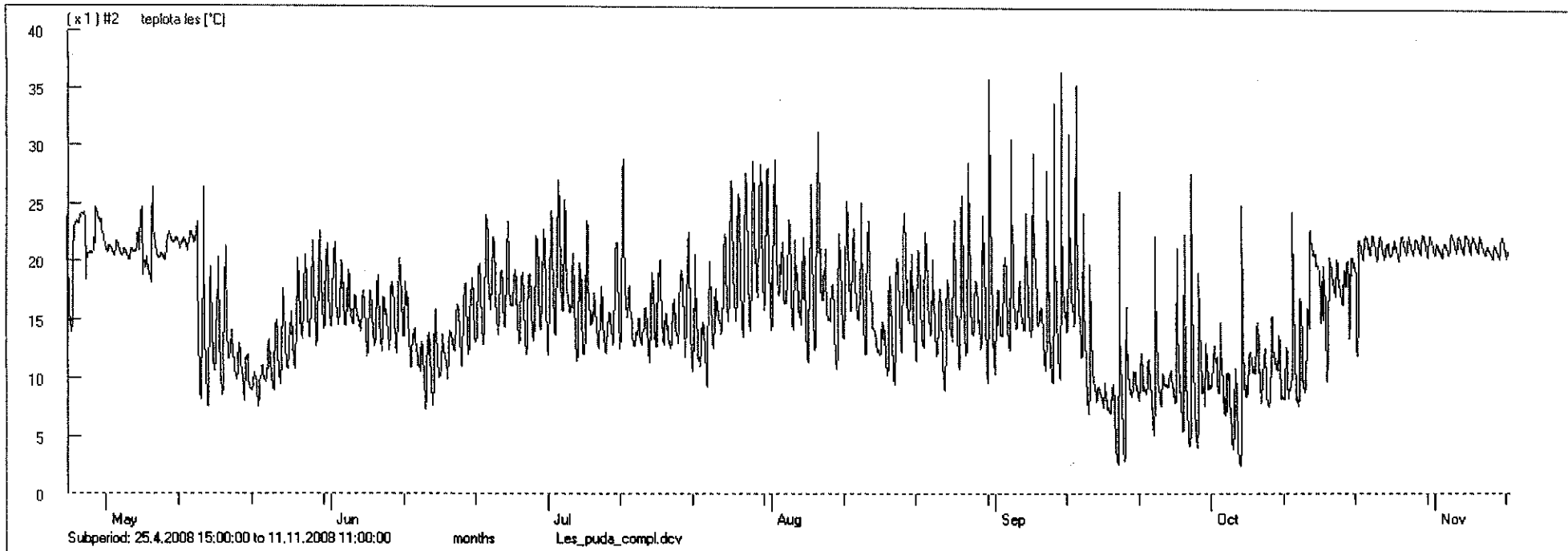
SOP lab. číslo.	popis vzorku	SOP 02/2 pH vým.	SOP 94/13 - uhlí uhlíčitaný %	SOP 02/6 - vým. vým. H+ mmol+/100g	SOP 02/6 T (CEC) mmol+/100g	SOP 02/6 S (nasyc.b.) mmol+/100g
2376	1 ZP	5.32	<0.1	4.5	13.31	8.81
2377	2 ZP	5.46	<0.1	4.5	14.78	10.28
2378	3 ZP	5.41	<0.1	4.5	13.04	8.54
2379	4 L	4.24	<0.1	15.0	24.12	9.12
2380	5 L	5.16	<0.1	9.5	27.42	17.92
2381	6 L	4.30	<0.1	16.5	29.44	12.94

SOP lab. číslo.	popis vzorku	SOP 02/6 V stupeň nasyc %	SOP 02/7 př.Ca-Meh3 mg/kg	SOP 02/7 př.Mg-Meh3 mg/kg	SOP 02/7 př.K-Meh3 mg/kg	SOP 02/7 př.P-Meh3 mg/kg
2376	1 ZP	66	1500	142	180	32.46
2377	2 ZP	70	1518	120	122	26.23
2378	3 ZP	65	1508	123	151	26.38
2379	4 L	38	1633	171	266	18.01
2380	5 L	65	2467	236	424	14.79
2381	6 L	44	1891	136	200	21.12

SOP lab. číslo.	popis vzorku	SOP 02/5 Ntot %	SOP 02/4 Cox %
2376	1 ZP	0.166	1.49
2377	2 ZP	0.174	1.65
2378	3 ZP	0.152	1.37
2379	4 L	0.374	3.75
2380	5 L	0.406	4.31
2381	6 L	0.434	4.63

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ
A OCHRANY PŮDY, v.v.i.
Žabovřeská 250
156 27 Praha 5 - Zbraslav
©







Stříbro: maximální úhrn srážek v měsíci (mm)

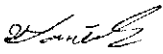

rok	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1997	14,2	16,8	18,0	6,6	5,8	11,2	33,8	24,8	7,6	10,2	5,8	11,8
1998	5,0	3,1	4,6	3,8	7,3	17,6	23,8	8,4	20,5	23,0	8,2	4,6
1999	5,8	6,4	3,6	9,6	26,6	23,6	12,4	10,4	18,6	5,7	11,0	10,4
2000	9,4	9,4	19,0	14,0	8,4	14,6	32,0	26,4	9,4	27,2	8,4	3,8
2001	11,2	8,8	14,4	9,4	5,8	8,4	21,1	9,0	9,8	9,9	12,0	14,0
2002	6,2	8,4	19,8	20,5	15,8	27,0	6,7	49,0	20,2	25,4	15,5	12,6
2003	20,6	4,6	1,3	3,6	13,0	11,8	40,4	2,2	2,5	7,6	11,0	11,0
2004	12,2	6,6	5,0	11,6	18,8	32,8	25,6	15,2	31,6	9,6	10,2	6,8
2005	23,2	7,0	14,0	17,0	36,4	19,8	13,0	36,8	4,9	13,5	4,2	7,1
2006	6,4	4,0	8,4	30,8	41,0	19,8	17,0	16,8	9,8	6,0	2,4	6,5
2007	10,8	8,0	10,0	17,2	39,6	34,0	16,8	21,2	14,6	4,2	6,8	4,8

roční úhrny srážek (mm)

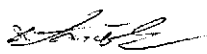

1997	492,5
1998	559,2
1999	462,9
2000	584,2
2001	597,2
2002	842,4
2003	367,8
2004	580,8
2005	554,4
2006	565,9
2007	648,4

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Pobočka Plzeň
oddělení meteorologie a klimatologie
323 00 PLZEŇ, Mozartova 41

LIST O PŮVODUsadebního materiálu lesních dřevin č. **40079**rok **2005**

Okres: Pardubice	
Vlastník lesní školky: LESOŠKOLKY s.r.o.	
Provozovatel lesní školky:	
Obchodní firma: LESOŠKOLKY s.r.o.	IČO: 45534888
Adresa sídla firmy: 1. máje 104, 533 13 Řečany nad Labem	
Adresa místa podnikání: 1. máje 104, 533 13 Řečany nad Labem	
Školka (provozovna): Kladruby nad Labem	
Licence čj.: 1613/99-5140/736 ze dne: 8.10.1999 nabyta právní moci: 9.11.1999	
ODBĚRATEL:	
Fyzická osoba:	
Obchodní firma nebo název: -----	IČO: -----
Provozovna:	
Jméno, příjmení: Martin	Skrziszowski
Adresa trvalého pobytu: Vojanova	51 Plzeň 318 00
Adresa místa podnikání:	
Rod, druh (odrůda): Buk lesní	
Latinský název: Fagus sylvatica	
Původ: původní	
Přírodní lesní oblast: 23 Podkrkonoší	
Lesní vegetační stupeň: 3	
Semenářská oblast: -----	
Evidenční číslo uznané jednotky: B-BK-002-23-3-JC	
Věk a způsob pěstování: k1	Tloušťka kořenového krčku (mm): 5
Výška nadzemní části (cm): 26-35	Kořenový systém: dobrý
Množství: 150 ks	Druh obalu: Quick Pot 60 Ošetřeno: NE
Poznámka (zjevné poškození apod.):	
Doprava:	
Vystaven dne: 31.3.2005	Razítko, podpis osoby oprávněné vystavit list o původu:
Převzal (jméno, podpis):	LESOŠKOLKY s.r.o.
Staněk 	1. máje 104
	533 13 Řečany nad Labem
	IČO: 45534888 DIČ: CZ45534888
	Zelená 
	-4-
EU - Rostlinolékařský pas CZ SRS Registrační číslo: 3632 číslo partie: 340/418	
ZP (kód chráněné zóny - zona protecta): -----	
RP (náhradní pas - replacement passport): -----	
COC (kód země původu nebo vyvážející země - country of origin - code): -----	

LIST O PŮVODUsadebního materiálu lesních dřevin č. **40078**rok **2005**

Okres: Pardubice	
Vlastník lesní školky: LESOŠKOLKY s.r.o.	
Provozovatel lesní školky:	
Obchodní firma: LESOŠKOLKY s.r.o.	IČO: 45534888
Adresa sídla firmy: 1. máje 104, 533 13 Řečany nad Labem	
Adresa místa podnikání: 1. máje 104, 533 13 Řečany nad Labem	
Školka (provozovna): Kladruby nad Labem	
Licence č.: 1613/99-5140/736 ze dne: 8.10.1999 nabyta právní moci: 9.11.1999	
ODBĚRATEL:	
Fyzická osoba:	
Obchodní firma nebo název: -----	IČO: -----
Provozovna:	
Jméno, příjmení: Martin	Skrziszowski
Adresa trvalého pobytu: Vojanova 51	Plzeň 318 00
Adresa místa podnikání:	
Rod, druh (odrůda): Buk lesní	
Latinský název: Fagus sylvatica	
Původ: původní	
Přírodní lesní oblast: 38 Bílé Karpaty a Vizovické vrchy	
Lesní vegetační stupeň: 4	
Semenářská oblast: -----	
Evidenční číslo uznané jednotky: A-BK-315-38-4-UH	
Věk a způsob pěstování: 1-1	Tloušťka kořenového krčku (mm): 6
Výška nadzemní části (cm): 36-50	Kořenový systém: dobrý
Množství: 400 ks	Druh obalu: ----- Ošetřeno: NE
Poznámka (zjevné poškození apod.):	
Doprava:	
Vystaven dne: 31.3.2005	Razítko, podpis osoby oprávněné vystavit list o původu:
Převzal (jméno, podpis):	LESOŠKOLKY s.r.o.
Staněk 	1. máje 104
	533 13 Řečany nad Labem
	IČO: 45534888 DIČ: CZ45534888
	Zelená 
EU - Rostlinolékařský pas CZ SRS Registrační číslo: 3632 číslo partie: 340/5999	
ZP (kód chráněné zóny - zona protecta): -----	
RP (náhradní pas - replacement passport): -----	
COC (kód země původu nebo vyvážející země - country of origin - code): -----	

Rok	Kategorie	délka hlavního kořenu	výška nadzemní části	tloušťka kořenového o krčku
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	130	580	6,3
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	180	780	7,4
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	260	630	0,8
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	130	720	7,4
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	190	690	7,2
2005	1. obalované - hnojené, pod clonou	120	630	7,0
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	140	500	5,4
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	120	660	6,9
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	150	610	5,1
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	220	600	5,3
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	150	600	7,6
2005	2. obalované - nehnojené, pod clonou	150	650	6,8
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	140	510	7,7
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	240	710	7,2
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	220	600	5,3
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	410	720	6,0
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	150	650	7,4
2005	3. obalované - nehnojené, ožnuté, volná plocha	130	680	8,0
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	150	350	5,9
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	220	270	5,7
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	160	350	6,4
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	300	440	7,5
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	190	350	5,7
2005	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	230	390	5,3
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	320	540	7,3
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	240	390	6,4
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	280	380	6,1
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	320	390	7,8
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	340	390	5,4
2005	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	220	400	4,8
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	210	410	5,9
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	250	380	5,9
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	190	350	5,7
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	220	450	0,6
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	320	490	5,9
2005	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	220	480	5,4
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	310	490	6,0
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	190	420	6,2
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	250	390	6,1
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	160	440	5,3
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	310	330	5,0
2005	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	200	520	5,4
2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	180	360	7,4
2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	200	390	5,7
2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	150	380	6,2
2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	190	430	6,4
2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	170	400	5,4

2005	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	170	330	4,5
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	250	630	5,9
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	180	410	5,3
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	160	340	4,2
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	150	430	5,8
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	230	280	5,6
2005	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	230	400	0,8
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	200	720	9,3
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	320	420	5,6
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	190	690	7,2
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	230	630	5,1
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	210	640	5,5
2006	1. obalované, hnojené, pod clonou	260	630	8,2
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	360	560	8,1
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	240	790	5,9
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	260	720	7,8
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	220	600	5,3
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	260	730	6,5
2006	2. obalované, nehnojené, pod clonou	230	620	6,4
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	260	760	9,5
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	270	810	7,5
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	210	620	7,4
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	410	770	6,9
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	280	720	7,4
2006	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	220	600	5,3
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	410	460	6,4
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	330	540	6,6
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	310	430	7,7
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	300	440	7,5
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	450	420	7,8
2006	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	440	570	6,4
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	460	530	8,1
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	230	400	7,5
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	340	390	5,4
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	230	400	6,9
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	330	390	6,2
2006	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	300	430	8,9
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	280	440	6,8
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	220	450	5,0
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	300	430	7,2
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	340	390	5,7
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	290	440	7,6
2006	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	290	410	6,1
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	190	430	6,4
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	260	510	7,3
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	320	490	5,9
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	220	500	5,3
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	250	390	6,1
2006	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	310	480	6,3
2006	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	370	520	6,3
2006	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	310	330	5,0
2006	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	380	430	5,7
2006	8. prostokořenné, hnojené, pod clonou	310	490	6,0

2006	8.prostokořené, hnojené, pod clonou	300	770	7,1
2006	8.prostokořené, hnojené, pod clonou	330	340	6,8
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	300	450	8,5
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	470	540	9,9
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	420	500	9,3
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	350	510	9,1
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	320	490	8,3
2006	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	320	390	7,8
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	340	890	9,3
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	360	820	9,2
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	260	740	8,3
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	320	820	8,9
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	310	780	8,9
2007	1. obalované, hnojené, pod clonou	300	790	8,6
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	330	770	8,0
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	270	750	8,9
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	290	810	8,2
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	300	780	8,4
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	280	770	8,3
2007	2. obalované, nehnojené, pod clonou	300	790	7,9
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	360	840	9,8
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	330	770	7,8
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	290	750	7,4
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	350	810	8,1
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	280	720	7,4
2007	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	370	800	7,2
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	510	790	12,3
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	290	760	13,0
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	310	630	13,7
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	340	700	12,8
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	430	910	12,9
2007	4. prosotokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	390	730	12,6
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	410	830	12,1
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	400	850	13,8
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	420	1050	14,1
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	340	610	11,2
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	580	760	13,9
2007	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	410	760	12,6
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	300	650	7,2
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	320	450	6,9
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	380	470	6,2
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	290	470	8,6
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	310	500	7,7
2007	6. prostokořenné, nehnojené, pod clonou	320	490	7,1
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	340	560	10,5
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	360	710	11,9
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	360	740	12,5
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	350	630	11,2
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	330	690	11,4
2007	7. prosotokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	350	640	10,8
2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	410	580	7,5
2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	380	530	6,6
2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	360	640	8,4

2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	420	590	9,0
2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	310	690	9,9
2007	8. prostokořené, hnojené, pod clonou	370	560	7,8
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	430	640	10,9
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	420	500	9,3
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	470	730	12,1
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	450	740	11,6
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	460	730	11,9
2007	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	440	720	11,4
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	416,58	1014,32	13,8
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	497,41	847,25	7,9
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	354,01	784,13	9,7
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	532,24	1123,45	12,4
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	327,98	869,14	11,7
2008	1. obalované, hnojené, neožnuté, pod clonou	370,02	920,13	11,4
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	471,28	987,12	8,7
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	512,36	1045,17	9,6
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	307,18	819,36	10,9
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	351,04	852,93	11,4
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	416	912,54	12,0
2008	2. obalované, nehnojené, neožnuté, pod clonou	357,19	803,15	10,1
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	458,96	968,77	9,5
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	472,14	941,2	9,1
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	367,85	869,47	8,7
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	349,68	1023,17	10,0
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	410,12	927,89	8,3
2008	3. obalované, nehnojené, ožnuté, volná plocha	400,66	913,52	9,3
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	420,42	859,41	13,0
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	440,15	891,24	13,4
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	341,25	724,04	11,9
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	369,87	762,82	12,7
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	478,21	976,85	14,0
2008	4. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, volná plocha	521,14	1093,8	13,3
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	674,1	1112,12	16,2
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	612,94	1005,28	15,4
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	457,23	784,29	14,7
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	520,11	910,25	15,3
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	421,45	821,38	13,4
2008	5. prostokořenné, nehnojené, ožnuté, volná plocha	419,33	815,16	13,5
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	390,41	594,17	9,3
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	401,35	602,84	8,9
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	321,04	482,33	7,3
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	502,14	701,23	10,2
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	298,96	455,87	8,2
2008	6. prostokořenné, nehnojené, neožnuté, pod clonou	483,58	658,39	9,8
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	348,96	597,4	12,4
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	587,02	869,84	15,1
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	480	729,56	13,2
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	372,18	645,7	14,7
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	521,04	786,03	12,1
2008	7. prostokořenné, hnojené, neožnuté, volná plocha	440,17	734,82	13,3
2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	371,08	587,23	9,4
2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	341,69	601,83	9,7

2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	537,22	782,49	10,6
2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	562,14	804,06	11,2
2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	473,55	742,66	10,5
2008	8. prostokořené, hnojené, neožnuté, pod clonou	444,52	730	10,3
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	592,14	890,11	15,1
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	576,48	906,58	15,4
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	490,74	820,47	14,8
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	510,22	785,69	14,6
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	687,52	996,78	15,9
2008	9. prostokořenné, hnojené, ožnuté, volná plocha	701,33	1038,76	16,0

objem kořenů	z toho jemné kořeny	objem nadzemní části	objem kořen. systému / objem nadzem.č.	objem jemných kořenů / objem kořen.sys.	hmotnost kořenů	z toho jemné kořeny	hmotnost nadzemní části	hmotnost nadzemní části
8,5	1,5	9,5	0,89	0,18	7,62	1,01	6,53	4
18,5	2,5	13	1,42	0,14	19,24	1,65	12,97	8,56
12	1,5	11	1,09	0,13	14,07	1,23	12,54	8,12
14	2	21,5	0,65	0,14	23,24	1,4	19,58	11,39
11,5	2	16,5	0,70	0,17	12,41	1,06	15,97	9,65
6,5	1,5	8	0,81	0,23	7,57	0,97	11,64	8,28
6	1	8,5	0,71	0,17	6,49	0,99	6,48	4,62
11	1,5	11	1,00	0,14	12,58	0,97	8,27	5,31
11,4	1,5	10,5	1,09	0,13	12,88	1,14	8,19	5,12
9	1,5	10	0,90	0,17	7,92	1,08	6,75	4,18
8,3	1,5	10,2	0,81	0,18	7,49	1,03	6,69	4,1
5	1	7,5	0,67	0,20	11,52	1,21	12,51	8,14
12	2	13	0,92	0,17	12,46	0,98	11,75	8,31
11,5	2	15,5	0,74	0,17	13,02	1,29	17,48	10,81
9	1,5	10	0,90	0,17	7,86	1,08	6,73	4,12
23,6	3	12,5	1,89	0,13	26,52	2,02	11,74	8,12
5	1	7	0,71	0,20	7,42	0,94	8,12	5,22
5	1	7	0,71	0,20	2,87	0,76	4,07	3,01
12	1	7,5	1,60	0,08	11,04	0,67	7,24	4,49
9,5	1	8	1,19	0,11	8,21	0,62	7,19	4,41
11,5	1	7,5	1,53	0,09	11,12	0,71	7,31	4,53
9	1	10	0,90	0,11	9,2	0,79	6,94	4,96
11	1,5	7,5	1,47	0,14	11,98	0,86	8,13	5,17
12	1,5	8	1,50	0,13	8,97	1,02	6,58	4,35
17	2	13	1,31	0,15	16,45	1,37	11,66	8,2
10,5	1	11	0,95	0,09	10,75	0,8	11,44	8,15
9,5	1	8,5	1,12	0,12	11,19	0,85	8,41	4,97
13	1	10	1,30	0,08	12,39	0,74	10,37	7,48
7	1	8	0,88	0,13	6,9	0,73	5,67	3,89
11,5	1	9,5	1,21	0,11	10,98	0,76	9,31	6,07
10	1	9	1,11	0,10	8,58	0,67	7,86	4,58
11,5	1,5	8	1,44	0,13	8,29	0,97	6,54	4,28
11	1,5	7,5	1,47	0,14	11,95	0,83	8,1	5,16
8	1	9	0,89	0,13	6,61	0,75	6,26	4,12
12	1,5	8	1,50	0,13	8,29	0,97	6,49	4,34
8,5	1	9	0,94	0,12	9,25	0,61	7,12	6,01
12	1,5	8	1,50	0,13	8,22	0,99	6,58	4,39
10	1	9	1,11	0,10	8,54	0,63	7,84	4,59
12	1,5	8	1,50	0,13	8,23	1,1	6,52	4,27
9,5	1	9	1,06	0,11	8,51	0,65	7,81	4,57
11	1	8,5	1,29	0,09	5,65	0,74	5,29	3,26
8	1	9	0,89	0,13	9,24	0,59	7,35	5,94
10	1,5	8,5	1,18	0,15	11,15	0,83	9,1	4,86
9,5	1	9	1,06	0,11	8,36	0,67	7,38	4,32
12	1	7,5	1,60	0,08	11,94	0,67	8,01	4,9
10	1	9	1,11	0,10	8,57	0,69	7,85	4,6
9	1	8,5	1,06	0,11	7,89	0,62	7,57	4,11

11,5	1	7,5	1,53	0,09	11,02	0,71	7,31	4,43
9,5	1,5	10,5	0,90	0,14	8,25	1,32	6,94	4,21
9	1	8	1,13	0,13	8,24	0,58	7,12	4,3
11	1	7	1,57	0,14	10,32	0,73	7,01	4,03
9,5	1	9	1,06	0,11	8,5	0,62	7,84	4,55
9,5	1	8	1,19	0,13	8,23	0,62	7,17	4,4
10	1	11	0,91	0,09	10,77	0,82	11,43	8,16
12	1,5	12	1,00	0,13	13,93	1,01	11,74	8,12
9	1	6	1,50	0,11	10,37	0,68	8,7	5,74
11,5	2	16,5	0,70	0,17	12,41	1,06	15,97	9,65
8	1	5	1,60	0,13	6,85	0,71	6,57	4,49
5	1	7	0,71	0,20	4,89	0,72	6,05	4,28
12	1,5	11	1,09	0,13	14,17	1,21	12,51	8,14
7	1	8	0,88	0,14	6,05	0,68	7,19	4,38
6	1	9	0,67	0,17	5,93	0,7	7,94	4,79
12	2	18	0,67	0,17	13,02	1,29	17,61	10,85
9	1,5	10	0,90	0,17	7,95	1,06	6,79	4,2
13	1,5	13	1,00	0,12	11,98	1,02	11,72	8,11
9	1	13	0,69	0,11	7,57	0,65	11,88	8,25
29	3,5	29	1,00	0,12	28,21	1,47	28,02	18,89
15	2	8	1,88	0,13	15,55	1,39	14,86	9,57
11	1,5	11	1,00	0,14	12,74	0,99	8,31	5,31
18	2,5	13	1,38	0,14	19,11	1,63	12,9	8,54
14	2	21	0,67	0,14	23,23	1,42	19,57	11,43
9	1,5	10	0,90	0,17	12,82	1,05	6,69	4,1
12	1,5	7	1,71	0,13	12,65	0,87	8,35	6,02
17	2	13	1,31	0,12	16,44	1,36	11,67	8,2
9	1	10	0,90	0,11	9,48	0,87	6,99	4,98
9	1	10	0,90	0,11	9,3	0,78	6,49	4,86
14	1	10	1,40	0,07	15,91	0,74	10,15	7,24
13	1,5	12	1,08	0,12	13,52	0,96	10,88	7,52
11	1	18	0,61	0,09	24,92	0,76	18,26	11,04
10	1	11	0,91	0,10	10,77	0,82	11,43	8,16
7	1	8	0,88	0,13	6,94	0,71	5,73	3,97
13	1	8	1,63	0,08	11,13	0,71	7,58	4,56
10	1	7	1,43	0,10	11,42	0,66	6,52	3,94
19	1,5	19	1,00	0,08	20,18	0,92	17,13	10,82
7	1	8	0,88	0,14	6,36	0,8	6,45	4,21
8	1	9	0,89	0,13	6,61	0,75	6,26	4,12
9	1,5	9,5	0,95	0,17	10,18	0,92	7,63	4,82
6	1	8	0,75	0,17	5,96	0,73	5,44	3,5
6	1	8	0,75	0,17	7,77	0,8	8,15	5,06
5	1	7	0,71	0,20	5,68	0,79	5,19	3,41
10	1	9	1,11	0,10	8,57	0,69	7,85	4,6
12	1	13	0,92	0,08	12,46	0,74	11,75	8,31
12	1,5	8	1,50	0,13	8,38	0,96	6,64	4,39
8	1	9	0,89	0,13	9,19	0,62	7,22	5,97
12	1,5	8	1,50	0,13	8,27	1	6,53	4,29
19	2	11	1,73	0,11	13,54	1,29	10,16	7,21
11	1	9	1,22	0,09	11,95	0,82	7,38	4,56
11	1	8,5	1,29	0,09	5,83	0,74	5,69	3,56
10	1	9	1,11	0,10	8,2	0,75	6,94	4,39
12	1,5	8	1,50	0,13	8,62	0,99	6,98	4,59

21	1,5	11	1,91	0,07	23,1	1,04	12,21	7,4
7	1	8	0,88	0,14	5,64	0,73	5,32	3,28
20	2	15	1,33	0,10	18,55	1,38	14,11	9,38
26	2	28	0,93	0,08	28,53	1,42	25,81	15,42
23	2	25	0,92	0,09	26,53	1,12	22,81	14,42
32	2,5	23	1,39	0,08	34,63	1,73	21,25	13,76
19	1,5	16	1,19	0,08	18,39	1,1	14,64	9,76
13	1	10	1,30	0,08	12,39	0,74	10,37	7,48
13	2	15,5	0,84	0,15	13,41	1,18	13,94	8,14
17	2	14,5	1,17	0,12	16,59	1,12	13,28	8,05
8	1,5	13	0,62	0,19	9,2	0,87	12,07	7,12
12	1,5	14,5	0,83	0,13	11,67	0,97	13,85	7,98
10	1	14	0,71	0,10	10,33	0,71	12,49	7,85
14	1	16	0,88	0,07	14,05	0,96	15,2	9,63
12	1,5	12,5	0,96	0,13	12,12	1,06	12,53	7,88
8	1	13,5	0,59	0,13	8,54	1,1	13,1	7,91
11	1,5	14,5	0,76	0,14	11,47	0,79	14,31	8,65
10	1	14	0,71	0,10	10,17	0,82	13,76	7,89
9	1,5	13	0,69	0,17	9,82	0,68	12,3	7,4
11	1	14,5	0,76	0,09	11,09	0,76	13,75	7,86
22	2,5	16	1,38	0,11	22,65	1,4	14,9	9,04
17	1,5	14	1,21	0,09	17,41	1,19	13,26	8,52
15	2	12,5	1,20	0,13	13,99	1,28	12,8	8,11
19	2	14,5	1,31	0,11	18,57	1,32	13,87	7,99
13	1,5	12	1,08	0,12	13,19	1,27	11,64	7,2
20	3	15	1,33	0,15	22,46	1,83	13,86	8
19	2	15	1,27	0,11	18,74	1,39	14,35	8,67
12	1	12,5	0,96	0,08	12,39	0,84	11,69	7,25
13	1,5	11	1,18	0,12	13,54	1,17	10,08	6,35
10	1	13	0,77	0,10	9,98	0,8	12,44	7,83
13,5	1,5	20	0,68	0,11	12,85	1,16	18,77	10,27
14	1,5	11,5	1,22	0,11	13,67	1,19	11,1	7,09
16	1,5	14	1,14	0,09	16,35	1,11	12,83	8,13
17	1,5	14,5	1,17	0,09	17,52	1,04	13,67	7,82
13	1	23	0,57	0,08	13,46	0,68	21,66	11,96
10	1	11	0,91	0,10	9,8	0,72	10,5	6,57
12	1	13	0,92	0,08	11,39	0,8	11,98	7,41
18	1,5	14	1,29	0,08	19,6	1,03	13,07	7,86
7	1	12,5	0,56	0,14	7,69	0,74	11,47	7,1
9	1	9	1,00	0,11	9,41	0,82	8,54	4,39
12	1,5	10,5	1,14	0,13	11,23	1,16	9,33	5
6	1	9,5	0,63	0,17	6,74	0,69	8,5	4,36
9	1	11	0,82	0,11	8,79	0,73	10,86	6,72
6	1	10	0,60	0,17	7,36	0,69	8,85	4,51
12	1	12	1,00	0,08	11,85	0,65	11,07	7,08
14	1,5	14	1,00	0,11	13,5	1,07	12,69	8,05
15	1,5	11,5	1,30	0,10	14,96	1,03	11,1	7,08
19	2	10,5	1,81	0,11	18,48	1,37	9,75	5,41
13	1	12,5	1,04	0,08	12,63	0,83	11,47	7,11
16	2	13	1,23	0,13	15,47	1,39	12,93	8,19
14	1,5	12	1,17	0,11	13,08	1,11	11,14	7,12
12	1	9	1,33	0,08	12,16	0,68	8,79	4,49
18	1,5	13	1,38	0,08	17,58	1,03	12	7,47

23	2	12,5	1,84	0,09	21,39	1,24	11,73	7,26
10	1	13,5	0,74	0,10	11,2	0,72	12,96	7,2
16	1,5	11	1,45	0,09	15,11	1,46	10,55	6,58
25	2	10	2,50	0,08	25,12	1,3	9,11	5,26
23	2	11	2,09	0,09	22,43	1,35	10,67	6,66
19	1,5	13	1,46	0,08	18,99	1,1	11,85	7,32
21	2	13	1,62	0,10	21,41	1,31	12,12	7,58
30	2,5	13,5	2,22	0,08	28,07	1,76	12,39	7,81
28	3	14	2,00	0,11	28	2,03	13,71	7,99
13,92	1,51	17,04	0,82	0,11	15,2	1,13	14,76	9,23
14,65	1,64	14,74	0,99	0,11	14,86	1,02	14,59	9,07
13,87	1,27	15,36	0,90	0,09	13,46	0,87	15,68	10,47
14,36	1,6	18,24	0,79	0,11	14,97	1,34	17,42	11,29
12,98	1,3	16,75	0,77	0,10	13,87	0,93	16,39	9,88
13,46	1,46	16,23	0,83	0,11	14,89	1	16,57	9,37
12,41	1,56	16,03	0,77	0,13	12,34	1,14	16,84	10,22
13,03	1,42	17,24	0,76	0,11	13,74	1,06	17,57	10,47
9,75	1,32	15,47	0,63	0,14	10,1	1,02	16,63	9,68
10,64	1,68	15,04	0,71	0,16	10,57	0,87	14,76	8,43
11,32	1,6	14,87	0,76	0,14	11,87	0,99	14,96	8,74
11,58	1,48	13,43	0,86	0,13	11,03	1,49	15,41	9,28
19,76	2,53	17,63	1,12	0,13	19,47	2,04	18,45	11,07
20,14	2,78	18,09	1,11	0,14	20,08	2,37	19,24	11,52
17,86	2,11	15,98	1,12	0,12	17,96	1,72	16,74	10,06
18,48	2,3	16,37	1,13	0,12	18,34	1,65	16,32	9,39
19,4	2,4	17,86	1,09	0,12	19,2	1,94	17,81	10,65
18,43	2,53	17,05	1,08	0,14	19,63	2,15	17,59	10,58
16,01	1,7	15,48	1,03	0,11	16,02	1,7	15,45	9,26
16,7	1,79	15,82	1,06	0,11	15,87	1,85	14,39	8,62
14,76	1,49	14,23	1,04	0,10	14,58	1,24	14,79	8,84
13,99	1,53	15,13	0,92	0,11	13,69	1,35	14,29	8,6
17,22	1,8	16,97	1,01	0,10	16,78	1,87	16,17	9,87
18,02	2,03	16,52	1,09	0,11	17,36	2,04	17,05	10,24
17,48	1,81	18,96	0,92	0,10	17,56	1,8	18,17	10,2
16,99	1,74	17,58	0,97	0,10	17,88	1,78	16,85	10,12
15	1,62	16,32	0,92	0,11	15,32	1,64	16,2	9,7
14,02	1,58	16,4	0,85	0,11	14,5	1,53	16,11	9,56
13,8	1,47	13,79	1,00	0,11	13,96	1,49	13,07	8,19
13,4	1,4	15,6	0,86	0,10	13,52	1,45	15,05	9,06
11,24	1,47	12,31	0,91	0,13	11,7	1,58	12,99	7,79
11,45	1,41	12,45	0,92	0,12	11,97	1,5	13,25	7,94
10,58	1,32	11,03	0,96	0,12	11,23	1,42	11,74	7,05
12,47	1,61	14,02	0,89	0,13	12,88	1,72	12,6	7,54
10,75	1,4	11,76	0,91	0,13	11,35	1,49	12,23	7,35
12,03	1,57	13,3	0,90	0,13	12,54	1,68	13,74	8,15
14,75	1,74	13,42	1,10	0,12	15,16	1,64	14,13	8,57
18,34	2,14	17,05	1,08	0,12	18,63	1,41	17,5	10,6
16,28	1,95	15,58	1,04	0,12	16,5	1,84	15,39	9,51
15,04	1,82	14,76	1,02	0,12	15,38	1,73	14,37	8,64
17,68	2,03	16,78	1,05	0,11	18,02	1,94	17,09	10,24
16,3	1,99	15,92	1,02	0,12	17,46	1,88	16,38	9,82
15,74	1,94	13,51	1,17	0,12	16,64	1,94	13,7	9,24
16,39	2,11	14,02	1,17	0,13	17,52	2,11	14,21	8,99

18,57	2,73	15,76	1,18	0,15	19,47	2,73	15,93	11,24
19,33	2,65	16,34	1,18	0,14	20,42	2,65	16,91	12
17,58	2,48	14,95	1,18	0,14	18,43	2,68	14,12	10,52
17,85	2,37	14,63	1,22	0,13	18,96	2,37	14,8	10,33
28,14	3,14	18,75	1,50	0,11	25,67	3,3	19,14	12,39
27,01	3,19	19,12	1,41	0,12	25,81	3,42	19,27	12,47
26,27	3,01	18,24	1,44	0,11	24,53	3,34	18,76	11,97
25,86	2,97	17,76	1,46	0,11	23,68	3,29	17,98	11,65
28,67	3,28	19,68	1,46	0,11	26,37	3,55	19,87	13,01
28,99	3,56	20,35	1,42	0,12	27	3,81	20,43	13,3

hmotnost kořenů	z toho jemné kořeny
4,12	0,63
9,89	0,84
7,47	0,64
11,98	0,76
6,11	0,54
5,89	0,55
3,98	0,61
6,8	0,59
7,1	0,62
4,22	0,67
4,12	0,65
6,75	0,63
6,83	0,57
6,45	0,67
4,21	0,66
12,56	1,09
5,08	0,5
2,93	0,4
5,62	0,32
5,48	0,33
5,65	0,35
5,14	0,42
5,42	0,41
4,79	0,53
8,95	0,71
5,87	0,4
5,79	0,42
5,73	0,38
3,75	0,38
5,81	0,39
4,53	0,4
4,7	0,52
5,43	0,41
4,23	0,37
4,78	0,53
4,85	0,33
4,73	0,55
4,51	0,39
4,73	0,51
4,53	0,4
3,02	0,42
4,79	0,34
5,16	0,41
4,29	0,4
5,92	0,32
4,56	0,39
4,22	0,36

5,65	0,35
4,36	0,72
4,37	0,39
5,35	0,35
4,58	0,4
5,49	0,33
5,86	0,42
6,82	0,57
7,32	0,36
6,11	0,54
3,76	0,38
2,87	0,38
7,46	0,64
3,2	0,76
2,64	0,36
6,45	0,68
4,24	0,67
5,89	0,55
3,76	0,38
15,74	0,78
8,34	0,75
6,82	0,59
9,87	0,82
11,94	0,76
7,2	0,67
6,83	0,43
8,96	0,71
5,43	0,42
5,01	0,42
7,84	0,37
6,38	0,47
13,23	0,39
5,86	0,42
3,79	0,39
5,74	0,37
6,3	0,36
9,85	0,48
4,01	0,39
4,23	0,37
5,87	0,48
3,75	0,35
4,02	0,41
2,87	0,4
4,56	0,39
6,55	0,37
4,76	0,53
4,86	0,33
4,75	0,51
7,1	0,68
6,3	0,44
3,12	0,42
4,16	0,38
4,93	0,55

11,86	0,54
2,99	0,39
9	0,7
14,69	0,73
13,19	0,73
19,01	0,89
8,57	0,62
5,73	0,38
7,13	0,67
8,96	0,59
5,02	0,48
6,2	0,52
5,84	0,4
7,8	0,53
6,9	0,62
5,01	0,58
6,15	0,46
5,93	0,47
5,02	0,4
6,11	0,43
11,44	0,8
9,05	0,67
7,68	0,71
10,33	0,73
7,41	0,7
11,99	0,96
9,8	0,79
6,93	0,48
7,34	0,66
5,66	0,45
8,01	0,65
7,42	0,67
8,69	0,63
9,24	0,57
7	0,39
5,34	0,43
6,22	0,46
10,74	0,56
4,8	0,42
5,14	0,45
5,88	0,66
3,96	0,39
5	0,43
3,52	0,4
6,03	0,37
7,36	0,58
8,11	0,56
9,76	0,78
6,93	0,47
7,94	0,79
7,2	0,64
5,86	0,39
9,36	0,56

11,24	0,68
5,99	0,41
8,41	1,83
13,55	0,72
11,58	0,75
9,67	0,64
11,08	0,72
14,83	0,9
15,07	1,11
9,75	0,79
9,31	0,64
8,07	0,48
8,79	0,83
8,03	0,6
8,54	0,52
7,49	0,69
8,07	0,67
6,39	0,59
6,47	0,5
7,31	0,77
6,4	0,85
11,79	1,28
12,37	1,5
10,85	1,04
10,57	1
11,97	1,32
11,2	1,25
9,63	1,04
9,67	1,02
8,77	0,97
8,42	0,95
10,08	1,09
10,43	1,12
10,58	1,08
10,69	1,07
9,98	1,04
9,82	1,04
8,56	1,06
9,44	1,05
7,74	0,9
7,96	0,93
7,18	0,95
7,57	0,9
7,36	0,89
8,24	0,92
9,08	1,21
11,08	1,15
10,13	1,13
9,34	1,11
10,71	1,14
10	1,1
9,01	1,37
8,54	1,28

10,49	1,56
11,37	1,62
10,01	1,5
9,67	1,43
15,19	2,95
15,48	2,99
14,95	2,74
14,67	2,65
16,36	3,14
16,38	3,4