

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



Přesazování dřevin – vliv na kořenový systém

Bakalářská práce

Autor práce: Martin Švorc

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: Ing. Jaroslava Martinková, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Přesazování dřevin – vliv na kořenový systém" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval za pomoc s vypracováním mé práce, paní Ing. Jaroslavě Martinkové, Ph.D., dále panu Ing. Karlu Zemanovi, Ing. Zdeňku Málkovi, Ing. Vojtěchu Vargovi a Lukáši Kaprálovi za informace použité v této práci. Zvláště bych rád poděkoval panu Ing. Martinu Vlasákovi, Ph.D., za odborné konzultace.

V neposlední řadě bych rád poděkoval mým rodičům, bez kterých by tato práce nevznikla.

Přesazování dřevin – vliv na kořenový systém

Souhrn

Dřeviny doprovázejí člověka od počátku jeho existence. Celou tu dobu mu prokazují významnou službu svojí přítomností. Vědeckými výzkumy se vypracovaly postupy prací, při kterých člověk zasahuje do jejich přirozeného prostředí z důvodu vlastního užitku. Tyto postupy byly vypracovány tak, aby byli k dřevině co nejvíce šetrné. I přes to dochází při jakémkoliv zákroku ze strany člověka k traumatu dřeviny projevující se nejčastěji stagnací růstu, avšak může vést až k úhynu dřeviny. Trauma vyvolané ze zákroku je přímo úměrné velikosti zákroku. Při přesazování dřevin většinou dochází ke ztrátě objemu kořenů, které vede nejčastěji k vodnímu deficitu a uzavíráním průduchů. Je důležité, aby byly rostliny před provedením přesazení i po něm dostatečně zásobeny vodou. Nejvíce přesazování provádějí rostlinné školky, a proto byly navštíveny v roce 2016 – 2017 čtyři rostlinné školky zabývající se vlastní produkcí dřevin, a to Školky – Montano spol, s.r.o., Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy, ARBOEKO spol. s.r.o. a JENA. Jednotlivé školky disponují různými půdními podmínkami a podle toho používají různou mechanizaci k dobývání dřevin. Jeden podnik téměř vůbec neprovádí podřezávání dřevin z důvodu vysoké mortality po zákroku v důsledku nedostatku vody v půdě. Bylo zjištěno, že se nejvíce pěstují v okrasném zahradnictví ve volné půdě dřeviny balové. Dále bylo zjištěno, že technická norma pro výpěstky okrasných dřevin je z roku 1995 a bylo by vhodné ji aktualizovat. Také by bylo vhodné, aby byla uvedena přesná velikost balu k rodu dřeviny a obrázková příloha nadzemní i podzemní části pro zlepšení kvality výpěstků. V roce 2017 byla navštívena zahradnická firma Covenant zahrady a parky s.r.o., která vykonává přesazování vzrostlých stromů speciálním strojem. Bylo zdokumentováno přesazení *Ginkgo biloba*, které je obsaženo v této práci. Vzhledem k nedostatku české literatury o přesazování vzrostlých stromů, byla vypracována metodika přesazování vzrostlých stromů, která se řídí podle současných standardů.

Klíčová slova: kořenový systém, přesazování, dřeviny, stres

Transplanting trees and shrubs – effects on the root system

Summary

Woody plants have accompanied mankind from the beginning of his existence and have provided a significant service. Research has determined the best process of interacting with the natural environment to people's benefit; these methods have been developed to be as friendly as possible to the woody plants. Despite this, any disruption to woody plant can cause trauma that leads to stagnation in growth and can even lead to a death of the woody plant. The amount of trauma caused by the disruption correlates to the stature of the plant. When replanting a woody plant it will most likely lose some volume of the root system, which leads to a deficiency of water available to the plant and closes off the stomata. When transplanting it is important that the woody plant has sufficient water available to it before and after. Most transplanting is conducted by nurseries which I visited in 2016 – 2017 four nurseries that focus in the production of woody plants: Skolky Montano s.r.o., Skolni lesni podnik v Kostelci nad Cernymi lesy, ARBOEKO spol. s.r.o. and JENA. Individual nurseries have certain soil conditions available to them and therefore use specific equipment for harvesting woody plant. One of the companies rarely undercuts the woody plants because of high mortality rate after undercutting due to the deficiency of water in the soil. Most of the field growth woody plants are produced as balled and burlapped. Furthermore, it has been found that the standard for nursery stock dates from 1995 and needs to be updated. Also it would be beneficial to determine the minimum measurement of the root ball in relation diameter of the trunk for each woody plant species. Picture description of tree crowns and the root systems would lead to better quality of the stock. In 2017 I visited landscape company Covenant zahrady a parky s.r.o. This company focuses on transplanting grown trees with a specialised machine. The transplanting of *Ginkgo biloba* has been documented in this thesis. Since there is insufficient literature in Czech regarding transplanting grown trees a method has been devised that abides by today's standards.

Keywords: root systém, transplanting, woody plants, stress

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Systematické rozdělení dřevin	3
3.2	Orgány dřevin	4
3.2.1	Vegetativní orgány.....	4
3.2.2	Generativní orgány	4
3.3	Kořen (Radix)	5
3.3.1	Funkce kořene.....	5
3.3.2	Vznik a vrchol kořene.....	5
3.3.3	Struktura kořene	6
3.3.4	Prodlužovací růst kořene	11
3.3.5	Metamorfózy a modifikace kořene	11
3.3.6	Mykorhiza	13
3.3.7	Příjem vody a minerálních živin kořeny.....	14
3.3.8	Architektura kořenů.....	19
3.4	Pěstování dřevin.....	20
3.4.1	Školkařské výpěstky	20
3.4.2	Množení dřevin	21
3.4.3	Přesazování dřevin	22
3.4.4	Stroje na přesazování dřevin	25
3.4.5	Stresové faktory dřevin.....	26
4	Materiál a metody	28
4.1	Školky – Montano spol. s.r.o.....	28
4.2	ARBOEKO, spol s.r.o.	29
4.3	JENA.....	29
4.4	Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy	29
4.5	Covenant zahrady a parky s.r.o.	30
4.6	Metodika přesazování vzrostlých stromů	30
4.6.1	Bezpečnostní opatření	30
4.6.2	Informace o stanovišti	30
4.6.3	Informace o provedení přesazení.....	31
4.6.4	Provedení přesazení	31

4.6.5	Péče o dřevinu po přesazení.....	35
5	Výsledky.....	36
5.1	Školky – Montano spol. s.r.o.....	36
5.2	ARBOEKO, spol. s.r.o.	37
5.3	JENA.....	38
5.4	Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy.....	39
5.5	Covenant zahrady a parky s.r.o.	40
6	Diskuze.....	42
7	Závěr.....	44
8	Seznam použité literatury.....	45

1 Úvod

Dřeviny jsou velmi staré živé organismy, které se podílejí na vytváření ekosystému celé Země. Od nepaměti fascinují člověka svoji proměnlivostí a majestátností. Kromě fascinace jsou však zdrojem mnoha látek, které člověk hojně využívá. Tyto látky vznikají díky nejdůležitější chemické reakce na naší planetě a tou je fotosyntéza. Nejdůležitější látkou pro člověka, kterou stromy produkují je bezesporu kyslík, a to aniž by si to po dlouhou dobu své existence lidé uvědomovali. Nejdříve byli dřeviny pro nás převážně zdrojem potravy a úkrytu. Později se začalo dřevo využívat k výrobě nástrojů, následně k rozdělování ohně a ke stavebnímu použití. Dostatečná produkce dřeva se projevila na pokroku jednotlivých civilizací. Výrobou lodí se objevovala nová místa a sloužily k přepravě zboží, které vedlo k rozvoji obchodu a bohatství měst. Doba vzniku prvních zahrad se nedá přesně určit, protože lidé využívali rostlinné produkty od svého počátku. Společně s pokrokem se rozvíjely vědní obory včetně zahradní tvorby. Ta byla součástí architektury, s kterou je spjatá dodnes. S rozvojem architektury, se rozvíjela ve stejném slohu i zahradní tvorba. Postupně vznikala arboreta, kam se přivážely cizokrajné druhy, které se zde dále množily a byly dodávány do zámeckých zahrad. Arboreta často sloužili jako záložny dřevin, pro případný úhyn některého z exemplářů. To bylo důležité zvláště v období budování symetrických zahrad, aby mohli uhynulé exemplář zahradníci včas nahradit za nové. Zahradníci, kteří prováděli práce na dřevinách formou pokus omyl, se stali zahradními mistry a své zkušenosti dále předávali svým následovníkům. Za poslední století, s rozvojem nových technologií, se dřívější pokusy našich předků vědecky doložily. Nejlepší způsob pěstování dřevin je ten nejstarší, a to je výsev domácího druhu na jeho přirozené stanoviště. Rychlost růstu semenáče se však může velmi lišit podle druhu dřeviny. Lidé většinou nechtějí tak dlouho čekat, než semenáč doroste do jejich požadované velikosti, a proto poptávají rostlinné školky na vzrostlé exempláře. Novým potřebám lidí se také podřizují stavební práce. Vznikají tak nové stavby v místech, kde se často nachází již vzrostlé stromy. Snahou lidí by mělo být tyto stromy ochránit. Pokud je to však nevyhnutelné, mělo by se vždy před pokácením stromu zvážit jeho přesazení.

2 Cíl práce

Cílem práce bude shrnout postupy při pěstování dřevin a obsáhnout různé způsoby tohoto pěstování, které jsou nejčastěji používány v zahradnictví. Vyhodnotit vliv přesazování na kořenový systém.

3 Literární rešerše

3.1 Systematické rozdělení dřevin

Dřeviny jsou vytrvalé rostlinné organismy, u kterých dochází k zdřevnatění stonku a nadále žijí minimálně dvě vegetační období (Kolařík a kol., 2005). Ve většině případů se však dožívají mnohem déle, nejčastěji desítky až stovky let, některé i tisíce. Aby byli schopné přežít takto dlouhou dobu na jednom stanovišti, vyvinuli si schopnost se do jisté míry adaptovat na změny svého okolí a to přítomností trvalých meristemických pletiv. Díky nim jsou schopny trvalého růstu a vytváření nových orgánů během jejich celého života – tzv. neukončený růst (Gregorová, 2000). Různorodé nejsou jen z pohledu délky své existence, ale také výšky, které dorůstají a složením jejich těla. Jedná se o vůbec nejdiferencovanější a fyzicky nejvyšší formu života v rostlinné říši.

Po miliony let se dřeviny vyvíjeli do druhů, jak je známe dnes. Jsou to cévnaté rostliny semenné, které dále rozlišujeme na nahosemenné a krytosemenné. Nahosemenné jsou pokládány za vývojově starší (Kolařík a kol., 2005). Jejich vajíčka, která dozrávají v semena, nejsou dokonale chráněna. Do této skupiny patří rostliny kapradosemenné, cykasy, jinaný a jehličnany. Kapradosemenné jsou vymřelou skupinou. Cykasy jsou zastoupeny druhy v tropických a subtropických oblastí. *Ginkgo biloba* je jediný přeživší druh jinanů, který tak tvoří monotypickou třídu (Kremer, 1995). Jehličnany rostou především v severním mírném pásu a jsou rozšířeny až daleko na sever (Hurych, 2003). Svoji rozlohou pokrývali v roce 2005 porosty jehličnatých dřevin asi 1/3 plochy všech lesních společenstev (Kolařík a kol., 2005). Krytosemenné rostliny mají vajíčka uložena uvnitř pestíku a po jejich oplození a vývinu jsou semena uložena v plodech. Krytosemenné rostliny se rozdělují na jednoděložní a dvouděložní, podle počtu děložních lístků na klíčku. Listová žilnatina je u jednoděložných většinou podélně rovnoběžná a hlavně všechny jednoděložní rostliny nevytváří kambium (Rudall, 2007). To vede k tomu, že u stromovitých jednoděložných druhů vzniká kmen jako soustava listových řapíků, pochev, někdy v kombinaci s adventivními kořeny (Kolařík a kol., 2005). Uspořádání cévních svazků je také rozdílné. U jednoděložných jsou v celém základním pletivu rozložené, nežli u nahosemenných a dvouděložných jsou uspořádány v kruhu. Dalším důležitým rozdílem je uspořádání kořenů, které se formují již při klíčení. U nahosemenných a dvouděložných se vyvíjí jako geotropický protipól prýtu (allorhizie) a je tedy patrný kořen

hlavní (primární). U jednoděložných se vyvíjí jako produkt adventivních růstových základů v pletivech prýtu (homorhizie) a tedy hlavní kořen není patrný a místo nich je několik velikostně podobných kořenů (Jeník, 2005; Kolařík a kol., 2005; Rudall, 2007). Dřeviny mají stejný postup vývoje jako ostatní semenné rostliny. Jejich větší vrůst, pomalejší dospívání a delší život však oproti menším semenným druhům s kratším životem přináší některá úskalí. Zřetelný rozdíl mezi dřevinami a bylinami je větší vzdálenost, kterou musí voda, minerální látky a ostatní produkty u dřevin překonat (Kramer et Kozłowski, 1979). Zastoupena jsou také ve větší míře rostlinná pletiva, ve kterých neprobíhá fotosyntéza a vzhledem k jejich dlouhověkosti jsou vystaveny k většímu rozdílu extrémních teplot a dalších klimatických a půdním změnám během jejich života.

3.2 Orgány dřevin

U dřevin jako rostlin cévnatých rozlišujeme orgány vegetativní, zajišťující růst dřeviny a orgány generativní, zajišťující reprodukci (Rudall, 2007).

3.2.1 Vegetativní orgány

Mezi vegetativní orgány patří kořen, stonek a list. Kořeny se většinou vyskytují podzemí, kde přijímají vodu a v ní rozpuštěné živiny. V některých případech se vyskytují také v nadzemní části (Jeník, 2005; Kozłowski, 1971b; Pallardy, 2007). Stonek se vyskytuje u dřevin častěji jako nadzemní orgán. Z hlediska morfologie se rozlišuje nerozvětvená část stonku – kmen a rozvětvená část - koruna. Stonek je nositelem listů, květů a plodů, kterým tvoří základ. Zprostředkovává mezičlánek při transportu látek mezi kořeny a nadzemní částí a má zásobovací charakter (Kozłowski et Pallardy, 1996). Pod zemí se vyskytuje například jako tzv. stolony, které slouží k vegetativnímu rozšiřování a vyskytují se u některých druhů. Listy mají nejvýznamnější roli při fotosyntéze a transpiraci a podílí se tak velmi výrazně na vývinu celé dřeviny.

3.2.2 Generativní orgány

Generativní orgány zajišťují reprodukci, která se sestává z několika fází, a to založení květních primodií, kvetení, opylení, oplození, vývoj embrya, vznik plodů a jejich dozrávání včetně semen (Kozłowski et Pallardy, 1996).

Dřeviny nejsou schopná kvetení v juvenilním stádiu vývoje (Kozłowski, 1971b) a tato doba se

mezi jednotlivými druhy výrazně liší (Pallardy, 2007). Horní část koruny často přejde do dospělého stavu, zatímco spodní zůstane v juvenilním stádiu, a tak se obě stadia mohou vyskytovat na jedné dřevině zároveň (Kozłowski, 1971a). U některých druhů může nastat předčasné kvetení, a to jako důsledek vyvolaný stresovými podmínkami, například podřezáváním a zkracováním kořenů v produkčních školkách (Kolařík a kol., 2005).

3.3 Kořen (Radix)

Kořen je nečlánkovaný heterotrofní orgán. Je tedy závislý na příjmu asimilátů z nadzemní části. Vyskytuje se převážně jako podzemní orgán. Vzhledem k obtížné dostupnosti a velikosti kořání není proto tak často zkoumaný jako nadzemní část dřeviny (Jeník, 2005).

3.3.1 Funkce kořene

Kořen plní několik funkcí v životě dřeviny. Ukotvuje dřevinu v půdě (funkce statická). Přijímá vodu a v ní rozpuštěné minerální živiny (funkce vyživovací a vodivá), ukládá zásobní látky (funkce zásobovací) (Esau, 1965; Pallardy, 2007). Dochází zde také k syntéze některých růstových hormonů (funkce metabolická). Důležitá je také kořenová sekrece. Ta by se mohla nazvat funkcí odpadní, ale zároveň i funkcí obranou. Při kořenové sekreci je podstatně ovlivněna rhizosféra a tím spojen příjem minerálních látek (Vaněk a kol., 2012). Z důvodu kořenové sekrece dochází k obohacování půdy, které se děje i odumíráním části kořání, nejčastěji krátkověkých kořenů. Prokořeněním půdního profilu navíc zabraňují anebo výrazně snižují půdní erozi.

3.3.2 Vznik a vrchol kořene

Embyo v semeni již obsahuje radikulu, nebo kořenový meristém, z kterých se vyvine primární kořen (Esau, 1965). U většiny semenných druhů je průnik primárního kořene ven z osemení první příznak klíčení. Ten se buď dále endogenně větví v kořání, anebo zaniká. Pokud se dále větví, vznikají postraní kořeny (laterální), které vznikají z hluboko položené vnější vrstvy středního válce (stélé) zvané pericykl. Laterální kořeny se mohou dále rozvětvovat. Při zakládání laterálních kořenů, se několik pericyklických buněk stane meristematičnými buňkami. Tyto buňky se periklinálně dělí za vzniku buněk, které se dále dělí jak periklinálně tak antiklinálně. Toto dělení vede k vytvoření laterálního primodia, které

roste skrz endodermis, cortex a epidermis. Nejmladší laterální kořeny vznikají nejčastěji nejbližše kořenovému apikálnímu meristému (Rudall, 2007). Předtím, než se laterální kořen dostane přes povrchová pletiva primárního kořene, si vytvoří apikální meristém a kořenovou čepičku (Kozlowski, 1971b).

3.3.2.1 Kořenová špička

Vrchol kořene je tvořen apikálním meristémem a kořenovou čepičkou. Na samotném vrcholu apikálního meristému se v jeho středu nachází klidové centrum (Rudall, 2007). Toto centrum je složeno z poměrně málo pohyblivých buněk, které se nepravidelně dělí a které udržují iniciální buňky v indiferentním stavu. V okolí kolem klidového centra probíhá aktivní buněčné dělení. Vrchol kořene je chráněn kořenovou čepičkou. Ta slouží k ochraně apikálního meristému a usnadňuje pronikání kořene půdou (Esau, 1965; Kozlowski et Pallardy, 1996). Kromě toho také kontroluje směr růstu kořene. Je tvořena z několika vrstev parenchymatických buněk. Na začátku klíčení jsou buňky kořenové čepičky získány z apikálního meristému a brzy se stávají na apikálním meristému nezávislé jako iniciály kořenové čepičky (Rudall, 2007). Ty se dále dělí a vznikají tak buňky kořenové čepičky. Iniciály kořenové čepičky jsou na rozhraní mezi apikálním meristémem a kořenovou čepičkou (Pallardy, 2007). Jak kořen roste, zdá se, že jsou buňky kořenové čepičky obušovány. Ve skutečnosti dochází k řízenému uvolnění buněk do těsného okolí kořenové čepičky (Gregory, 2006), často obalené ve slizové hmotě zvané mucigel. Mucigel je polysacharid produkovaný specifickými buňkami, který pomáhá průniku kořene substrátem a zároveň slouží spolu s uvolněnými buňkami kořenové čepičky jako informační medium. Také podporuje mikrobiální činnost v okolí kořenů, chrání kořeny před vyschnutím a ovlivňuje sorpci vody a iontu do kořene (Gregory, 2006; Kolařík a kol., 2005).

3.3.3 Struktura kořene

Strukturu kořene je možné rozdělit na primární a sekundární. Bez ohledu na místo vzniku, jejich primární struktura zůstává stejná. Sekundární struktura vyjadřuje druhotné tloušťnutí kořene, které u většiny jednoděložných i přes přítomnost druhotně tloušťnoucích meristemických pletiv nenastává (Rudall, 2007).

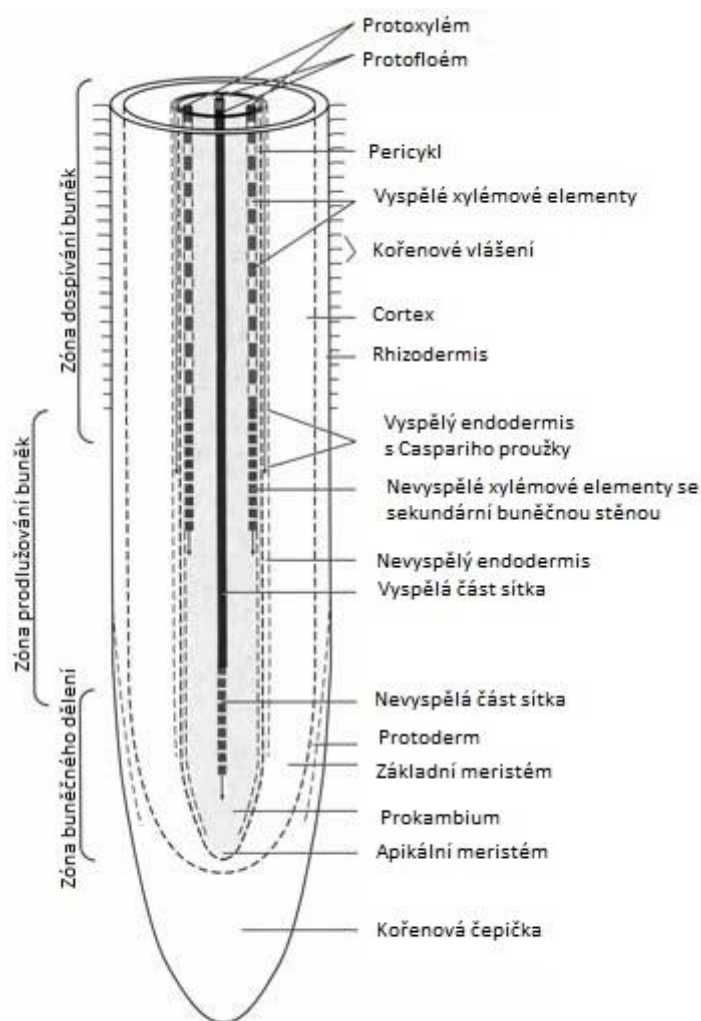
3.3.3.1 Primární struktura

V počátečních fázích růstu kořene se zde vyskytují tři druhy pletiv (Gregory, 2006; Rudall, 2007). Tato pletiva primární struktury kořene vznikají činností vrcholového meristému. Jsou to krycí pletiva (rhizodermis), základní pletiva v zastoupení primární kůry (cortex) a vodivá pletiva středního válce (stélé).

Krycí pletiva kořene (rhizodermis) jsou ve většině případů jednovrstevná krycí pletiva bez kutikuly a průduchů s vysokou absorpční schopností. V mladých kořenech se přibližně 1cm od vrcholu tvoří kořenové vlášení, ihned za prodlužovací zónou. Kořenové vlášení je složeno z modifikovaných rhizodermálních buněk (Gregory, 2006). Místo jejich vzniku není u všech druhů stejné. Většinou vznikají jako výrůstek na vnější straně rhizodermálních buněk, ale u některých druhů mohou vznikat již z primární kůry (cortex), tedy jeden až dvě vrstvy pod rhizodermis (Pallardy, 2007). Vytvořením kořenového vlášení se zvětší sorpční povrch a prokořenění substrátu, a tím se zvýší příjem vody a minerálních látek. Zóna kořenového vlášení je nejčastěji dlouhá 1 až 3 cm (Kozłowski et Pallardy, 1996) a je všeobecně krátkověká. Počet a velikost kořenových vlásků se liší podle druhů dřevin, ale také podle druhu kořene, na kterém roste a okolních podmínkách. Velikostně jsou okolo 0,1 až 1,5 mm.

3.3.3.1.1 Primární kůra (cortex)

Pod pokožkou se nachází vícevrstevná primární kůra. Ta je tvořena hlavně parenchymatickými buňkami s mezibuněčnými prostory, které slouží k transportu plynů (Gregory, 2006). Kromě toho jsou mezi sebou buňky primární kůry propojeny kanálky v buněčné stěně (plazmodezmy), která spojují protoplasty každé z nich (Roberts et Oparka, 2003). Toto propojení buněk je důležité při transportu vody a živin v rostlině. Vnější vrstva primární kůry (exodermis) u většiny dvouděložných dřevin může nahradit opotřeбенý rhizodermis a přebrat tak funkci krycího pletiva (Rudall, 2007). Buňky vnitřní vrstvy (endodermis) jsou jednovrstvé a jejich buněčná stěna obsahuje nápadný suberinový nebo ligninový pruh zvaný Caspariho proužek, který tvoří bariéru průchodu vody a iontů minerálních látek přes endodermis do hlubších částí kořene.



Obrázek 1: Brzké stádia vývoje primární struktury kořene. Zóna buněčného dělení zasahuje za apikální meristém a může se překrývat se zónou prodlužování a dospívání buněk (Gregory, 2006, vypracováno podle Esau, 1941).

3.3.3.1.2 Střední válec (stélé)

Střední válec, někdy také centrální válec je složen z vodivých pletiv (floém a xylém) a jedno nebo vícevrstevnou vrstvu buněk zvané pericykl, který obklopuje vodivá pletiva (Gregory, 2006). Pericykl je u mladých kořenů meristemický a vznikají z něj postranní kořeny. Ve starších kořenech u něj může proběhnout druhotné tloušťnutí (lignifikace). Uvnitř středního válce jsou umístěny cévní svazky, dřevní (xylém) a lýkový (floém). Primární struktura cévních svazků vzniká z prokambia, které je produkováno apikálním meristémem (Esau, 1965; Rudall, 2007). Cévní svazky propojují jednotlivé části dřeviny a tím zajišťují

transport vody, minerálních a organických látek na dlouhé vzdálenosti (Esau, 1965; Kolařík a kol., 2005).

3.3.3.1.3 Xylém

Primární funkcí xylému je zajištění rozvodu vody a v ní rozpuštěných minerálních živin z kořene do nadzemních částí rostlin. Také se dřevní části mohou translokovat i organické látky. U většiny dvouděložných rostlin je střed středního válce tvořen primárním xylémem, jehož souměrné výběžky vybíhají směrem k pericyklu (Gregory, 2006). Na příčném řezu kořene má hvězdicovitý tvar. Je to složité pletivo složené z několika druhů buněk, a to jak živých, tak neživých (Esau, 1965). Buňky, které rozvádějí vodu v xylému, se nazývají tracheální elementy (Rudall, 2007). Ty jsou postaveny nad sebou a vzájemně propojeny do útvarů zvaných tracheje. Mají různě ztloustlé buněčné stěny vyplněné ligninem a v dospělosti pozbývají vnitřní obsah buňky (jsou to tedy mrtvé buňky) (Esau, 1965). Rozlišujeme dva typy tracheálních elementů a to tracheidy a tracheální články. Voda je z kořene rozváděna do všech částí dřeviny. Některé stromy například conifery nemají tracheální články, a tak jsou při transportu vody xylémem plně závislé na tracheidách (Tyree et Ewers, 1991).

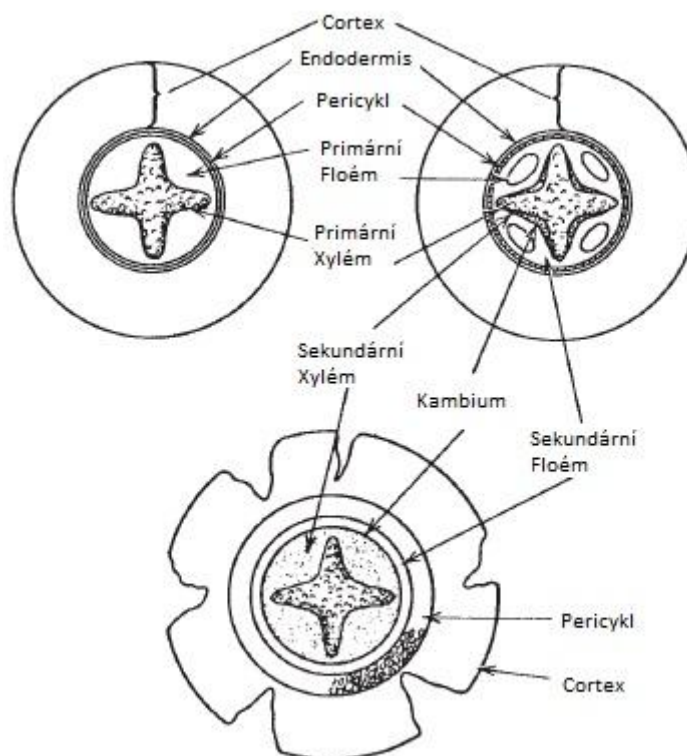
3.3.3.1.4 Floém

Floémem jsou transportovány hlavně asimilační látky z nadzemní části do heterotrofních částí rostlin. Je to složité pletivo, které se skládá ze síťových elementů a speciálních parenchymových buněk zvaných doprovodné buňky (Rudall, 2007). Obě buňky z hlediska ontogenie jsou buňkami příbuznými, protože pocházejí ze stejných meristematických buněk ale prošli různým vývojem (Esau, 1965; Rudall, 2007). Jednotlivé síťové elementy na sebe vrcholovou částí navazují a tvoří sítkovice. Sítkové elementy mají ve své tenké buněčné stěně mnoho pórů nazývaných sítko, jimiž jsou propojeny protoplasty sousedních sítkových elementů (Esau, 1965). Sítko jsou pokrývána polysacharidem kalózou, který je produkován především ke konci vegetačního období a sítko ucpává (Kolařík a kol., 2005). U mnoha jednoděložných se může ve středu stéle nacházet bílá dřev, která je tvořena parenchymem nebo sklerenchymem. Vývoj floému lze popsat takto: Primární vodivé pletivo se diferencuje v protoxylém (buňky dospívají a ztrácí svůj obsah), který je diametrálně nejužší a nachází se nejbližší pericyklu. Metaxylem je širší než protoxylem a nachází se blíže

středu kořene (Rudall, 2007). Později dospívá než protoxylém, jehož stěny druhotně tloustnou a sousedící buňky mají v buněčné stěně řadu otvorů (Gregory, 2006). Stejně tak protofloém je blíže pericyklu a metafloém blíže středu kořene. Podle počtu skupin dřeva a lýka se rozlišují cévní svazky monarchní, diarchní, triarchní a dále. Kořeny téže rostliny mohou vykazovat různé počty skupin, které záleží na velikosti jednotlivých kořenů (Kolařík a kol., 2005).

3.3.3.2 Sekundární stavba kořenů

Druhotné tloušťnutí je charakteristické pro krytosemenné a dvouděložní rostliny. U jednoděložných ve většině případů nenastává (Gregory, 2006; Rudall, 2007). Činností kambia se tvoří druhotné cévní svazky a činností felogénu (korkové kambium) se vytváří vrstva zvaná periderm (Gregory, 2006; Kozłowski et Pallardy 1996; Rudall, 2007). Druhotné tloušťnutí začíná dáním podnětu k tvoření kambia od prokambiotických buněk, které zůstaly indiferentní mezi primárním xylémem a primárním floémem (Gregory, 2006). Poté se pericyklové buňky začnou dělit a také tvořit kambium, které tak brzy obklopuje primární xylém. Kambium následně začne vytvářet sekundární xylém na druhé straně floemových svazků začne vytvářet druhotný xylém směrem dovnitř, takže svazky primárního floému jsou radiálně vytlačovány. Zároveň se kambium na druhé straně protoxylemu aktivně dělí a vytváří kruhové uskupení, které tak odděluje primární xylém od primárního floému. Následným dělením buněk kambia se vytvoří buňky sekundárního xylému a floému a sekundární lýkodřevné paprsky, které vznikly z parenchymatických buněk. S tím jak se druhotná vodivá pletiva rozšiřují, primární floém úplně zaniká. Krátce poté co se začne vytvářet kambium, některé buňky pericyklu se začnou množit a vytvářejí felogen (korkové kambium). Jeho vytvořením se dvoustraně oddělí dceřiné buňky. Dohromady se tedy jedná o tři vrstvy, které se souhrnně nazývají feloderm (Gregory, 2006; Kolařík a kol., 2005; Pallardy 2007). Korkové kambium vytlačované vně ukládá do svých buněk suberin, dále korkovatí a stává se nepropustné pro vodu a plyny (Kolařík a kol., 2005). V peridermu proto vznikají lenticely (Gregory, 2006; Kolařík a kol., 2005), které tvoří pukliny a slouží k průchodu plynů. Vytvořením peridermu endodermis, cortex a rhizodermis zaniká (Gregory, 2006; Kozłowski et Pallardy, 1996; Pallardy, 2007).



Obrázek 2: Druhotné tloušťnutí kořene dřevin, ukazuje produkci kambia a vývoj sekundárního xylému a floému. Zvětšování druhotných pletiv vede k zániku primárního floému a endodermis a vede k roztržení primární kůry (Kozłowski et Pallardy, 1996 podle Esau, 1965).

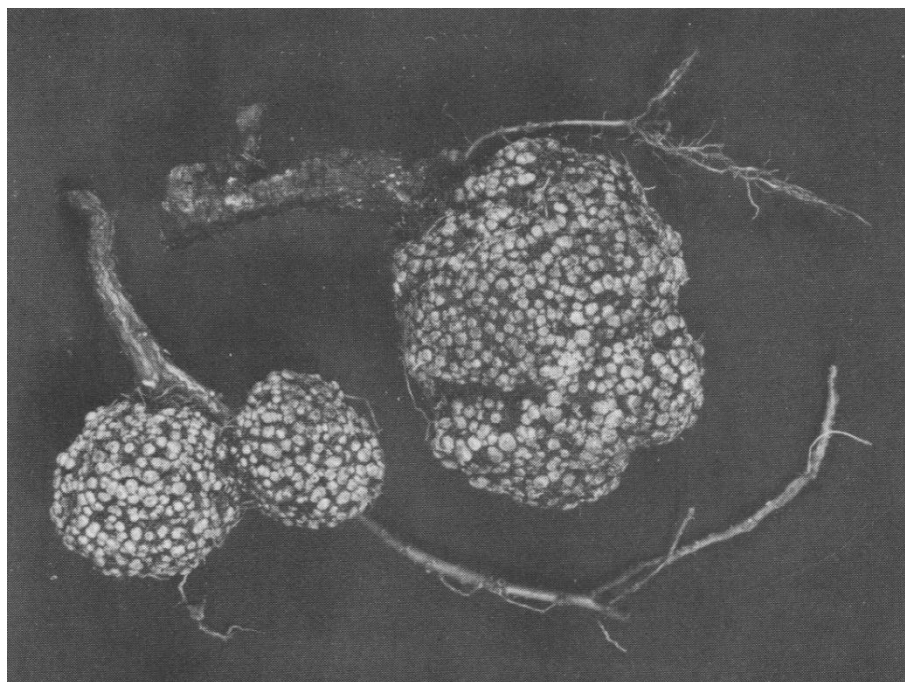
3.3.4 Prodlužovací růst kořene

Za kořenovou čepičkou se nacházejí tenkostěnné meristematické buňky s hustou cytoplazmou (Kozłowski et Pallardy, 1996). Nad nimi se nachází kořenová prodlužovací zóna (elongační). Po nárůstu počtu meristematických buněk se část buněk přesouvá do elongační zóny. V tomto místě buňky rostou a to hlavně do jejich délky a dále zde probíhá buněčné dělení. Nad prodlužovací zónou se nachází diferenciační a dospívací zóna (Pallardy, 2007). Buňky vzniklé v elongační zóně se zde stávají buňky pokožky, primární kůry anebo centrálního válce.

3.3.5 Metamorfózy a modifikace kořene

Různé funkce kořene se projevují na jeho anatomické a morfologické stavbě. V průběhu vývoje některých dřevin došlo k přeměnám stavby kořene, která se dále geneticky

přenášela na potomky. V takovém případě se jedná o metamorfózy kořene (Jeník, 2005). Pokud dojde ke změnám kořene v důsledku okolních podmínek, tedy fenotypové změny, jedná se o modifikaci kořene. Dýchací kořeny se mohou vyskytovat u některých dřevin rostoucí na trvale mokřem stanovišti, přičemž dochází k deficitu kyslíku. Tím je zajištěna výměna plynů, ale také se výrazně zlepšuje statika stromů (Jeník, 2005). Semena dřevin mohou vyklíčit a nebýt přitom v kontaktu se zemí, například při vyklíčení na pařezu, nebo na skále. Část kořání tak zůstává po zakořenění v půdě nad zemí, a tak se řadí také do této skupiny (Kozłowski, 1971b). Přichytkové kořínky se vytvářejí jako adventivní kořeny některých lián, z našich zástupců například *Hedera* a slouží tak k přichytávání k podkladu (Kolařík a kol., 2005). Poloparazitické rostliny mají kořeny pohružovací, jimiž pronikají do cévních svazků svého hostitele, odkud odebírají vody a minerální látky pro vlastní potřebu. V lesních společenstvech je poměrně časté spojení kořenů jednotlivých stromů (Kozłowski, 1971b). Tyto kořeny jsou schopné srůstu a mohou se propojit i přes cévní svazky. Pokud takto srostou dřeviny druhově příbuzné, hovoří se pak o pravém srůstu. Naopak, pokud příbuzné nejsou, jejich cévní svazky se nepropojí a pak se jedná o srůst nepravý. U některých druhů jsou kořeny osídlovány bakteriemi fixujícími vzdušný dusík. Tyto bakterie se dostávají skrz kořenové vlásky do primární kůry a někdy pericyklu, kde stimulují meristematická pletiva a dávají vznik hlízkám (Rudall, 2007). Bobovité jsou známé častým výskytem těchto zduřenin. Kromě bobovitých se zduřeniny mohou vytvořit i u některých jiných druhů. V ČR rostoucích rodů *Alnus* spp., *Eleagnus* spp., *Hippophae* spp. (Kozłowski, 1971b). *Alnus* spp. je díky této schopnosti často vysazován jako pionýrská dřevina na zdevastované půdy. Fixace vzdušného dusíku je energeticky velmi náročný proces, který rostliny značně zatěžuje a tvorba hlízek je přímo úměrná obsahu minerálního dusíku v půdě, kde rostlina roste (Vaněk a kol., 2012).



Obrázek 3: Veliké zduřeniny na *Alnus glutinosa* (Bond, 1958 in Kozłowski 1971b).

Kromě bakterií mohou vyvolat morfologické změny na kořenech také houby, které žijí s kořeny v symbióze a které se říká mykorhiza.

3.3.6 Mykorhiza

Rostliny si vytváří organické látky, jejichž podstatná část je posílána do kořenů. Vaněk a kol. (2012) udává 30 % až 60 % čisté fotosyntézy. Část z těchto látek je vydávána do prostředí, která může být až 70 % u jehličnanů. Díky tomu se v nejbližších místech kořenů více vyskytují mikroorganismy, které pozitivně ovlivňují celkový vývoj rostliny. Kořenových exsudátů využívají také nepatogenní, anebo slabě patogenní houby, které tak žijí s kořeny v oboustranně výhodné symbióze, která se nazývá mykorhiza. Rostlině se díky této symbióze zlepšuje dostupnost vody a minerálních živin a také se zlepšuje obsazenost půdních částic (Kozłowski et Pallardy, 1996; Vaněk a kol., 2012). Chrání také rostlinu před těžkými kovy (Pallardy, 2007). Všechny mykorhizní druhy mají jedno společné. Symbiotické houby nikdy neosídľují kořenový vrchol apikálního meristému (Harley, 1987). Podle toho jestli pronikají do buněk primární kůry kořene a zda vytvářejí na kořeni houbový plášť, se rozděľují na endomykorhizní, ektomykorhizní a ektendomykorhizní. Endomykorhizní typ houbových symbiontů pronikají svými hyfami do vnitřní části kořenových buněk, přesněji přímo pronikají

do buněk primárního kořene a mezibuněčných prostor. Nevytváří se tak ochranný plášť na povrchu kořene (Harley, 1987). Tento typ mykorhizy je vývojově nejstarší a nejvíce rozšířený v říši rostlin (Pallardy, 2007; Vaněk a kol., 2012). U dřevin se však endomykorhiza vyskytuje jen u několika zástupců a to u *Liriodendron* spp., *Acer* spp., *Liquidambar* spp., některé zástupce *Ericaceae* spp. (Kozłowski, 1971), a dále *Fraxinus* spp., *Ulmus* spp. a *Carpinus* spp. (Harley, 1987). Ektomykorhizy tvoří na povrchu kořenů houbový plášť a pronikají do primární kůry kořene, kde většinou nepronikají do jednotlivých buněk, ale navzájem se propojují a vyvářejí takzvanou Hartigovu síť (Kozłowski et Pallardy, 1996). U kořenů vyvolávají značné morfologické i architektonické změny. Omezují produkci kořenového vlášení, kořenová čepička je tvořena z méně vrstev než obvykle a zkracují laterální kořeny (Gregory, 2006; Pallardy, 2007). Ektomykorhiza je přítomna u mnoha hospodářsky významných lesních dřevin například *Picea* spp., *Pinus* spp., *Abies* spp., *Larix* spp., *Fagus* spp., *Quercus* spp., a také u některých pionýrských druhů jako *Alnus* spp., *Betula* spp. a *Salix* spp. (Kozłowski, 1971b). Ektendomykorhizy jsou podobné Ektomykorhize, avšak hyfy hub pronikají do jednotlivých buněk (Kozłowski, 1971b). Někdy se může jednat o přechodný typ, který je poté nahrazen právě ektomykorhizou (Harley, 1987). Vyskytuje se často u semenáčků v rostlinných školkách například u *Pinus* spp. a bylo doloženo, že semenáčky po infikování ektendomykorhizní houbou rostou velmi pomalu (Kozłowski, 1971b). Houbový plášť je většinou velmi tenký, anebo není vůbec přítomen a mezibuněčné hyfy tvoří také Hartigovu síť. Tento typ se často v zahraniční literatuře nazývá Ericoidní mykorhiza, podle čeledi u které se často vyskytuje. Mykorhizními houbami byl prokázán přenos uhlíku, vody a živin mezi jednotlivými druhy (Simard et Durrall, 2004). Takto vzniklé spoje mohou vést látky buď jedním směrem, anebo i obousměrně. Některé rostliny tak i přes znevýhodněné postavení, například nově vzcházející druhy, přes nedostatek světla mohou získat určité množství uhlíku od stromů z okolí (Teste et al., 2010).

3.3.7 Příjem vody a minerálních živin kořeny

Voda je esenciální látka rostlinných buněk a její pravidelný dostatečný příjem rostlinou je tedy nezbytný pro její vývoj. Uvnitř rostliny se účastní při většině biochemických reakcích (Gregory, 2006). Přímo ovlivňuje také příjem oxidu uhličitého, který se dostává dovnitř rostliny při transpiraci. Dřeviny přijímají vodu a ionty minerálních látek hlavně kořeny. Minerální ionty jsou sorbovány v půdním roztoku, difuzí a růstem kořenů (Vaněk a

kol., 2012). Jednotlivé živiny jsou sorbovány podle aktuálních metabolických potřeb a jsou tak jako voda esenciálními prvky pro dokončení životního cyklu dřevin (Gregory, 2006). Uvnitř rostlin k přesunu vody a živin do všech částí potřeby jsou využívány již zmíněné cévní svazky. Transport sorbovaných látek k cévním svazkům se uskutečňuje dvěma způsoby, symplastem, anebo apoplastem (Vaněk a kol., 2012). Při proniknutí iontu dovnitř buňky se dále iont předává plazdomdezmou do buňky vedlejší. Tento transport iontů se nazývá symplastická cesta a u rostlin převládá. Ionty se také mohou dostat do vnitřních částí kořene mezibuněčnými prostory a tato cesta se nazývá apoplastická cesta. Gregory (2006), uvádí třetí mezibuněčnou cestu, a to když látky mezi buňky přechází přes membrány. Protože jak u symplastické tak i přenosem látek přes membrány buněk se předávají z buňky do buňky, nazývá Gregory tento přenos buněčný. Předtím, než se však voda a živiny dostanou apoplastickou cestou ke dřevěným cévním svazkům, musí v endodermu přejít přes Caspariho proužky. Ty jsou tvořeny ligninem a suberinem (Esau, 1965) Tím je značně redukován příjem iontů a vody touto cestou. Hose et al. (2001) ve své publikaci uvádí změny při tvorbě Caspariho prožků a suberinové lamele které se mění na základě stresových faktorů (sucho, zasolení, těžké kovy, deficit živin). Změnou poměrů alifatických a aromatických suberinů a ligninu, se mění také propustnost pro vodu a živiny a dochází ke zvýšené adaptaci na stresové podmínky rostlin, vedle metabolicky řízeného mezibuněčném přenosu.

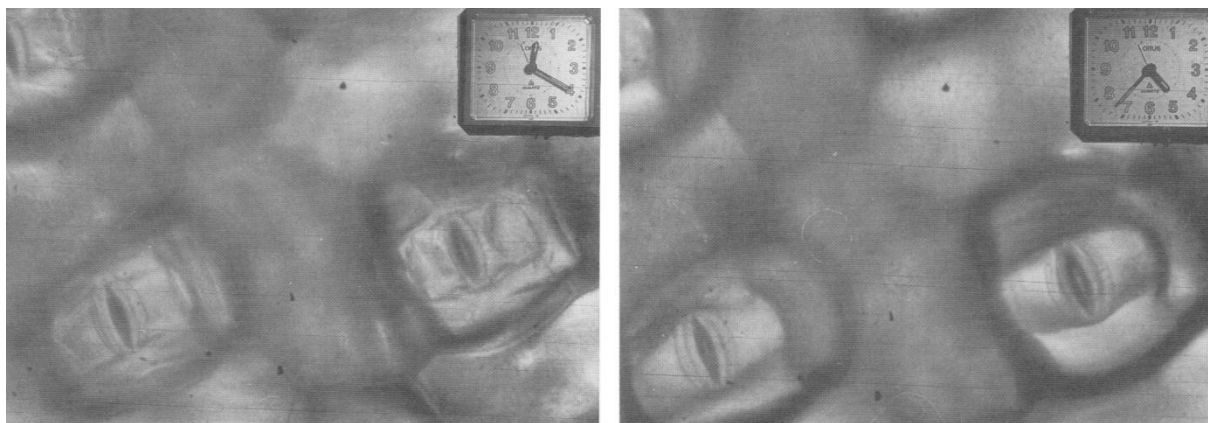
3.3.7.1 Voda

V půdě a v rostlině se voda pohybuje na základně vodního potenciálu (Nobel, 2009), tedy z místa o vyšší koncentraci vody do míst o nižší koncentraci vody. Vodní potenciál půd se vyjadřuje nejčastěji jednotkou tlaku (Pa) a vyjadřuje chemický potenciál / molární objem vody. U čisté volné vody (destilované) je hodnota vodního potenciálu nula (Gregory, 2006). Voda v přírodě, tedy v půdě i rostlinných pletivech je však vázaná různými vazbami na okolní prostředí, a tedy není vodou volnou. Zároveň také obsahuje další látky a tak není ani vodou čistou. Vodní potenciál dosahuje záporné hodnoty a vypočítává se z následujícího vzorce:

$$\Psi_w = P - \Pi + \rho gh$$

Značka Ψ_w značí vodní potenciál, P je fyzický tlak, Π je osmotický tlak (který je závislý na koncentraci rozpuštěných látek), ρ vyjadřuje hustotu vody, g je gravitační zrychlení a h je výška. Jak je voda přijímána kořeny se snižuje její koncentrace v okolí kořenů a vodním

potenciálem se na její místo dostává voda ze vzdálenějšího okolí. Voda je dovnitř kořenů sorbována přes sorpční místa a dále přes cévní svazky distribuována do všech potřebných míst v rostlině, převážně do listů, kde dochází k jejímu výparu do okolní atmosféry. Pohyb vody rostlinou je v tomto případě stejný jako při pohybu vody půdou na základě gradientu vodního potenciálu a nazývá se respirace. Při respiraci se voda z epidermálních buněk evaporuje do mezibuněčných prostor a poté na principu difuze přechází do okolní atmosféry opět na základě vodního potenciálu. To se děje pomocí průduchů (stomata) a epidermálních buněk na listech (Pallardy, 2007). Zároveň při výparu se stejnou cestou do rostlin dostává oxid uhličitý a dochází tak k výměně plynů mezi místem výparu a atmosférou. Při transpiraci prochází dřevinami velké množství vody. Kozlowski et Pallardy (1996) uvádí u solitérní dřeviny ztrátu vody transpirací mezi 200 a 400 litry vody denně, což je asi 95% příjmu veškeré vody. Z toho průduchy se podílí na transpiraci přibližně z 90% a zbytek připadá na epidermální buňky. Průduchové póry přitom pokrývají jen asi 1% povrchu listů, avšak jejich velikost a rozmístění je pro výměnu plynů velmi efektivní. Jejich otevírání a zavírání je řízeno okolními kontrolními buňky přes jejich turgor (tlak protoplastu na buněčnou stěnu), který je zprostředkován přesunem velkého množství iontů draslíku (Humble et Raschke, 1971). Zavřením průduchů rostliny regulují hospodaření s vodou a během dne nastává jako reakce na vnější stresové podmínky, nejčastěji nedostatek vody. Signálem pro zavření průduchů díky nedostatku vody je kyselina abscisová (ABA) (Gregory, 2006; Kozlowski et Pallardy, 1996; Pallardy, 2007). Při dehydrataci kořenů se tvoří ve zvýšené míře ABA, která se dostává dále do transpiračního oběhu a vede k uzavření průduchů. Kořeny jsou tedy nejčastější místo zvýšení produkce ABA u dřevin. Zvýšení produkce ABA může nastat také přímo v listech, při snížení jejich turgoru vlivem dehydratace (Gregory, 2006). K tomu může dojít například vlivem nízké vzdušné vlhkosti.



Obrázek 4: Vlivem nízké vlhkosti se může tvořit v poledních hodinách vodní deficit (levý obrázek) a po zvýšené vlhkosti se obnovuje turgor vedoucí k otevření průduchů (pravý obrázek) (Kappen and Haeger, 1991).

Poměr nadzemní a podzemní části dřeviny je důležitým aspektem transpirace. Pokud je voda nadzemní částí transpirována listy rychleji, než je její příjem kořeny, dochází k nedostatku vody v listech, které vede k uzavření průduchů (Kozlowski et Pallardy, 1996). Je proto častou metodou při přesazování dřevin vyrovnávat poměr nadzemní koruny ke kořenům vhodným řezem. Řezem nadzemní části se však nejen sníží plocha aktivní respirace, ale také plocha fotosyntézy, a proto je zapotřebí zvážit zda je důležitější hospodaření s vodou, anebo kapacita fotosyntézy (Pallardy, 2007).

Kromě transpirace může být voda rozváděna do ostatních částí dřevin kořenovým vztlakem (Kozlowski et Pallardy, 1996). Kořenový vztlak se vyskytuje převážně při nevyhovujících podmínkách pro transpiraci, a tedy je patrný hlavně na jaře před rašením listů. V tropických oblastech je projevem kořenového vztlaku gutace – výdej vodních kapek rostlinou hydratodami. Gutace se vyskytuje za příznivých podmínek (teplo, dostatek vody v zemi a vysoká vzdušná vlhkost), a proto se v místech mírného pásu u dřevin vyskytuje méně často (Pallardy, 2007). Dalším projevem kořenového vztlaku je výron mízy, které je často spojováno s vhodným obdobím řezu jednotlivých dřevin (Gregorová, 2000).

3.3.7.2 Minerální látky

Rostlinné živiny jsou nezastupitelné látky, které jsou nezbytné pro dokončení životního cyklu a které se přímo zapojují do metabolismu rostlin (Vaněk a kol., 2012). Tyto látky se dělí podle jejich množství obsahu v rostlině na makroprvky, mikroprvky a dále prvky

pro vývoj rostliny užitečné. Kromě těchto několika esenciálních prvků bylo v dřevinách objeveno více než půlka jednotlivých prvků z celé periodické tabulky (Pallardy, 2007).

V půdě se živiny ke kořenům dostávají pohybem vodního roztoku (hmotným tokem), anebo difuzí (Gregory, 2006). Hmotným tokem se nejčastěji dostávají živiny do okolí kořenů na základě vodního gradientu a tedy transpiraci a difuzí jsou nejčastěji jednotlivé živiny v blízkosti kořenů sorbovány do vnitřních částí kořene. Velmi ovšem záleží na několika faktorech, a to převážně na množství vodního toku v půdě, a na obsahu jednotlivých živin v půdě, jejich mobilitě a nahromadění v rhizosféře kořenů (Kozłowski et Pallardy, 1996). Rhizosféra je nejbližší vrstva okolí kořenů, nejčastěji do 4 mm od povrchu kořene, která je interakčním místem mezi kořeny rostliny a mikroorganismy, a tak významně ovlivňuje příjem rostlinných živin (Vaněk a kol., 2012). Zvýšený výskyt mikroorganismu je v rhizosféře příčinou exsudace, při které rostlina uvolňuje do prostředí minerální a organické látky. Tím si dokáže přizpůsobit prostředí pro příjem jednotlivých látek, například změnou pH, aby se zvýšila rozpustnost iontů málo rozpustných v daném prostředí. V půdě i rostlině dochází k interferencím iontů, které mají za následek buď synergetický anebo antagonistický vliv na příjem živin. Rostliny přijímají živiny kořeny ve dvou krocích (Kozłowski et Pallardy, 1996). Nejdříve se ionty dostávají pasivně do volného prostoru buněk kořenů. Aby dále pronikly do vnitřních prostor buněk, musejí přejít přes membrány. To se děje dvěma způsoby aktivně, nebo pasivně (Gregory, 2006). Aktivní příjem živin převládá nad pasivním a probíhá i proti koncentračnímu gradientu. Nejrozšířenější přijatelná teorie aktivního transportu je přenos iontů přes buněčné membrány přenašeči (Gregory, 2006; Kozłowski et Pallardy, 1996; Vaněk a kol., 2012). Přenašeči jsou organické látky (pravděpodobně proteiny), které se na jedné straně naváže na přenášený iont a přenesou se přes membránu. Podle směru přenosu látek se označuje přenos jako symport (jediným směrem) a antiport (obousměrný) (Pallardy, 2007; Vaněk a kol., 2012). Pasivní příjem pracuje na základě rozdílu elektrochemického potenciálu, kde pronikají převážně kladně nabitými kationty do vnitřního záporně nabitého prostoru buňky (Vaněk a kol., 2012). Tento pasivní příjem nevyžaduje energii jako příjem aktivní. Rostliny mohou přijímat vodu a živiny také mimokořenovým způsobem, přes pokožkovou pletiva. Tato výživa je zmiňována hlavně u bylinných druhů, avšak funkci kořene nemůže plně nahradit.

V přírodě není vždy přísun vody pravidelný a často nastávají období sucha. Protože v půdě

dochází k zahřátí a následnému výparu vody od horních vrstev, je nejlepší obrana proti suchu mít hluboký kořenový systém (Gregory, 2006).

3.3.8 Architektura kořenů

Kořenový systém detailně popisuje ve své publikaci Kozłowski (1971b). Ten rozděluje kořeny na kosterní kořeny, které prošli druhotným tloustnutím a na mladé kořínky. Kosterní kořeny mají funkci statickou, vodivou a zásobní. Tyto kořeny mohou růst horizontálně i vertikálně a dále se dělí podle typu na kůlový, srdčitý a kotevní. Kůlový kořen je geotropicky rostlý kořen primární. Srdčitý kořen vyrůstají z boku, nebo báze kmene a také směřují geotropicky. Kůlový kořen v tomto případě chybí. Kotevní kořeny vyrůstají z horizontálních kořenů vertikálně. Různé typy kosterních kořenů bývají typická pro určité druhy, avšak někteří autoři jako Jeník (2005), zdůrazňují, že často dochází ke značné změně kořání v průběhu morfogeneze a proto rozdělení kosterních kořenů na kůlový, srdčitý a kotevní je nepřesné. Kořínky vznikají jako laterální kořeny z primodií na kořenech vyššího řádu. Poté, co se dostane skrz povrchová pletiva, se stane jedním ze tří typů laterálních koncových kořenů (Kozłowski et Pallardy, 1996). Takto vzniklý nový kořen může být kořenem dlouhým, u kterého proběhne druhotné tloustnutí a stane se tak vytrvalým členem kořání. Druhá možnost je nejčastější, a to že se stane krátkým kořenem, jehož existence je omezena. Třetí možnost nastane, když je krátký kořen přeměněn do dlouhého kořene. K tomu může dojít například při poranění špičky dlouhého kořene, jehož náhradou se může stát kořen krátký, který dále roste (Pallardy, 2007).

Rozvoj kořání dřevin je podmíněn geneticky a přizpůsoben půdním podmínkám. Horizontální kořeny dosahují nezdědka za okapovou linii koruny. Například kořeny ovocných dřevin dosahují délky až tři krát delší než je okapová linie koruny v písčitéch půdách, zatímco při pěstování stejné dřeviny v jílované půdě dosáhly kořeny jen jedno a půl násobku okapové linie koruny (Kozłowski et Pallardy, 1996). Hloubka kořání se také výrazně liší podle množství dostupné vody a živin. Kořeny jsou hydrotropické, tedy rostou do míst vyššího vodního potenciálu (Gregory, 2006). Dá se tedy očekávat, že při dostatečném množství povrchové vody a minerálních živin, se bude většina sorpčně aktivních kořínků nacházet v povrchovém horizontu půdy. Environmentální ovlivnění architektury kořání je tedy: obsah živin v půdě, dostupnost živin pro dřeviny, zrnitost, kompaktnost a typ půdních částic, množství a dostupnost proudění vody, zasolení půdy, druhotné metabolity ostatních rostlin, zvířat a

mikroorganismů (Malamy, 2005). Architektura kořenového systému je tedy faktor určující přežití jedince v soutěživém prostředí.

3.4 Pěstování dřevin

Dřeviny se rozmnožují samovolně semeny, anebo odnožováním. V případě vysázení dřevin člověkem by se měla dodržovat pravidla udávající ČSN 839021 (2006), SPPK A02 001 (2013) a SPPK A02 003 (2014). Dřeviny opadavé by se měly vysazovat převážně mimo vegetační období, případně při narašení pouze se zemními baly. Výsadbové místo by mělo být takové, kdy nezakrytá anebo trvale pro vzduch a vodu propustná plocha musí být minimálně 6 m² a prostor pro kořenový systém by měl mít minimálně 16 m² s hloubku alespoň 80 cm. Jáma pro uložení balu, anebo kořene musí být minimálně 1,5 krát širší než je průměr kořenové soustavy nebo balu. V případě potřeby je dřevinu na stanovišti řádně ukotvit. Dřeviny komerčně pěstované za účelem následné distribuce podléhají školkařské normě.

3.4.1 Školkařské výpěstky

Veškeré dřevinné školkařské výpěstky pěstované v české republice aktuálně podléhají německé normě Gütebestimmungen für Bauschulpflanzen (1995), která byla přeložena jako norma ČSN 464902 – 1 (2001) a která stanovuje způsob pěstování (spony, přesazení, podřezání) tak, aby odpovídal ukazatelům předepsané jakosti. Nedodržení postupů německé normy, může být pouze v případě přímé dohody mezi školkou a odběratelem na jiném způsobu pěstován. Hlavní rozdělení způsobu pěstování školkařských výpěstků je buď v kontejneru, anebo volně v půdě. V kontejneru se dále dělí podle objemu na hrnkované (menší objem nádoby než 1 litr) a kontejnerové (větší než 1,5 litru včetně). Velikost kontejnerů musí odpovídat velikosti dřeviny, aby se zabránilo kořenovým deformacím, to je ohýbání a kořenové stáčení do spirály.

Volně v půdě se pěstují jak keře, tak stromy. Norma udává u jednotlivých druhů keřů a stromů počty přesazení nebo podřezání a nejdelší časové úseky mezi jednotlivými operacemi. Přesazení znamená vyjmutí dřeviny a zasazení na jiné místo a podřezání je podříznutí kořenového systému bez vyjmutí rostliny v půdě. Většinou se při přesazení také zvětšuje pěstební spon. Takto pěstované druhy se dodávají jako prostokořenné, balové, anebo kontejnerované. Výjimku tvoří conifery, které se vždy prodávají jako balové, anebo

kontejnerované. Veškeré rodové, druhové, popřípadě jméno kultivaru musí být uvedeno na jmenovce, stejně tak jako pěstební tvar, počet přesazení a třídění podle druhu.

Kromě normy školkařské, udává norma ČSN 83 9021 (2006) přesnější poměry zemních balů při přesazování. Bal přesazované dřeviny by měl dosahovat minimálně osminásobku průměru kmene měřen ve výšce 1 metr nad zemí. U prostokořenných tato norma udává podle druhu průměr kořenového systému 10 až 15 násobkem průměru kmene.

V Americe podléhají školkařské výpěstky normě ANSI Z60.1 (2014), která udává stejně jako naše norma minimální požadavky na kvalitu výpěstků. Oproti německé normě z roku 1995 jsou zde názorně uvedeny i některé požadavky na kořenový systém. Také jsou přesná specifika velikosti diametru kmene daného druhu k minimální velikosti balu. Tyto velikosti jsou uvedeny pro dřeviny pěstované ve volné půdě bez přesazování a podřezávání, a proto je výslovně uvedeno, že velikosti balu po předchozím provedení těchto operací se může lišit. Přesazování se provádí například u uličních stromů, anebo u stromů, které mají růst v omezeném prostoru kořenového systému. Tento druh pěstování dřevin je v amerických rostlinných školkách všeobecně akceptovatelný.

Školkařské výpěstky určené jako sadební materiál lesních dřevin podléhají normě ČSN 48 2115 (2012), která zahrnuje standardní kvality odrostků lesních dřevin a požadavky na kvalitu sadbového materiálu včetně poměru nadzemní části ke kořenovému systému a minimální tloušťky kořenových krčků.

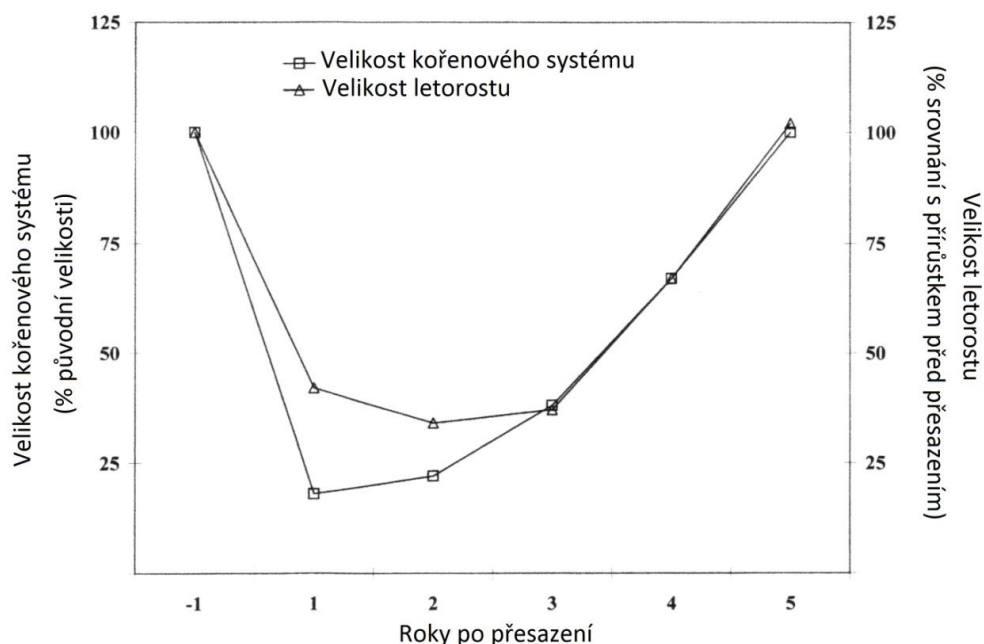
3.4.2 Množení dřevin

Dřeviny se množí buď generativně, anebo vegetativně. Generativně množené výpěstky se ve většině případů udrží lépe v nehostinném prostředí, nežli vegetativně množené (Walter, 2011). Kromě několika výjimek se dá však vegetativní množení provádět jen u čistých druhů a proto vegetativní rozmnožování je nezbytné při rozmnožování hybridů, klonů a kultivarů (Bärtels, 1988). Generativní množení se provádí ze semen. Ty musí splňovat požadavky semenářských norem. Při sběru osiva je důležité rozpoznat zralost semen, správná doba sklizně semen některých druhů může urychlit jejich klíčivost (*Ulmus*, *Carpinus*). Semena se po sklizni upravují (vymývají, luští, odkřídlují), a poté se uchovávají, nebo rovnou vysévají. Některá semena procházejí dormancí, která může mít základ v embryu, osemení či oplodí, kombinací různých forem klíčného klidu, anebo mohou procházet sekundární dormancí (Bärtels, 1988). Stratifikováním semen se docílí rychlejší ukončení dormance a

klíčení semen. Před výsevem se někdy osivo moří do fungicidních přípravků. Výsev se následně provádí buď volně do půdy, pod sklo, anebo do hrnků. Doba výsevu je různá podle geografických klimatických a půdních podmínek (Riley et Steinfeld, 2005). Nejčastěji se uvádí jarní výsev. Po vzcházení se dále ošetřuje porost dle ČSN 464902 – 1 (2001). Vegetativní množení se rozděluje na přímé a nepřímé. Přímé vegetativní množení nastává, když nová rostlina vznikla odebráním části orgánu donora, z kterého se vyvíjí nový jedinec. Podle místa a způsobu odběru se hovoří o rozmnožování dělením: kořenovými řízků a výmladky, kopčení, hřížení a potápění, dřevitými řízků a nebo letními bylinnými řízků. Při odebrání řízků je důležité zvolit správnou dobu odběru a následnou péči. Pokud jsou řízků odebírány z nadzemní části, kořenový systém musí být dodatečně vyvinut. Odebrané řízků by měli být udržované při konstantní teplotě odpovídající slunečnímu záření a zvýšené vzdušné vlhkosti, zabraňující výparu vody a chránící rostliny před popálením sluncem (Bärtels, 1988). Nepřímé vegetativní množení je štěpování, při kterém se naočkuje, anebo naroubuje část orgánu donora na podnož, za zlepšení vitality anebo jiného užitku štěpovance.

3.4.3 Přesazování dřevin

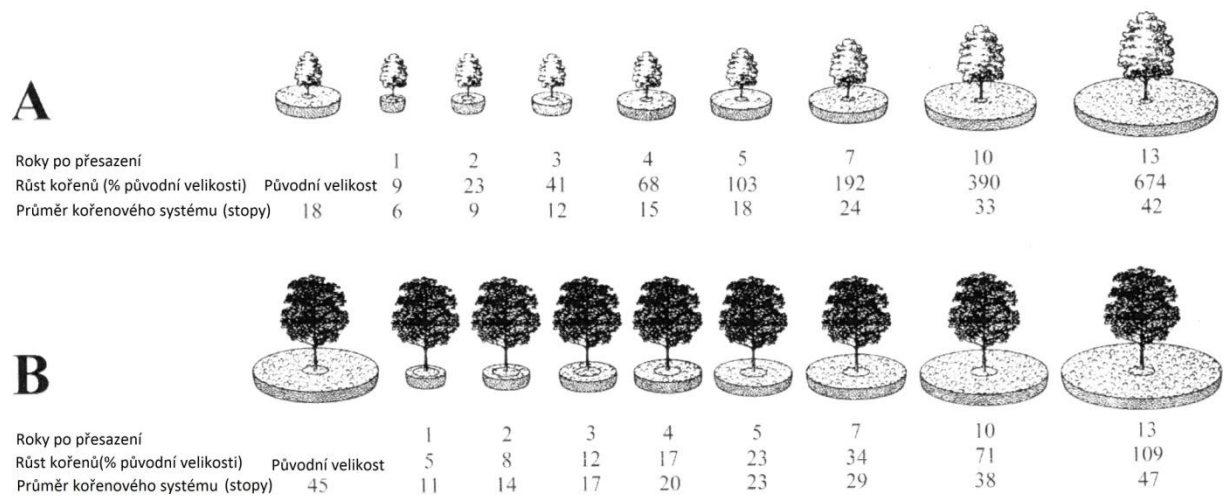
Přesazování dřevin je činnost, při které je dřevina fyzicky vyjmuta z místa svého dosavadního stanoviště a opět zasazena. Nadzemní část bývá při přesazení zpravidla vizuálně nezměněna, pokud se mechanicky při přesazení nepoškodí. Nejvíce jsou při přesazení ovlivněny kořeny dřeviny. Velikost ovlivnění je závislá na způsobu předešlého pěstování. Pokud se včas přesazují dřeviny kontejnerové do kontejnerů většího objemu, zásah do kořenové soustavy je minimální. Naopak, při přesazování vzrostlých generativně vzniklých jedinců, kteří v půdě volně rostli delší dobu, je zásah do kořenů značný. Úspěšné přesazení je takové, při kterém se přesazený jedinec dále vyvíjí a přirozeně dokončuje svůj životní cyklus. Po přesazení se projevuje u rostlin trauma z přesazení. To je následkem ztráty kořenů a adaptací na nové stanoviště. Redukce kořenového systému má za následek snížení schopnosti sorpce vody a minerálních látek a také ztrátu zásobních látek v kořeni (Struve, 2009) a to vede ke zpomalení přírůstku nového dřeva v koruně.



Obrázek 4: Ztráta kořenového systému při přesazení stromu ovlivňuje růst letorostu (Watson, 1987).

Nejvíce jsou přesazovány výpěstky z rostlinných školek a byly vypracovány studie ujmnutí dřevin pěstovaných různými způsoby po přesazení. Rostlinné školky produkují dřeviny prostokořenné, balové a kontejnerované. Ve svém pokusu Marshal et Gilman (1997) zasadili 20 *Quercus virginiana* do stejných podmínek, 10 balových a 10 kontejnerových, stejné šířky kmene ve výčetní výšce. Po třech letech měly balově zasazené stromy větší počet kořenů než kontejnerové druhy. V tomto pokusu však polně pěstované a později balové stromy měly minimálně jednou ročně kořeny zakráčeny a jak zmiňuje sám autor, některé ostatní pokusy jeho kolegů u *Carya illinoensis* ukázaly velmi podobný poměr kořenů pět let po výsadbě balových a kontejnerových jedinců. Wood (1996), šest let po výsadbě nepozoroval rozdíl mezi prostokořennými a kontejnerovými jedinci. Pozorované druhy byly vysázeny v různou dobu mezi prosincem a dubnem, u některých bylo provedeno zakrácení kořenů a také různá výška seříznutí kmene, přičemž u níže seříznutých autor pozoroval bujnější růst a jedinci vysázeni dříve více rostly. Při zakrácení kořenů nebyl pozorován rozdíl v růstu oproti jedincům s nezakráčenými kořeny. Jednalo se však o mladé stromy do 4 let. Mladé stromy jsou více vitální než dospělé (Kozlowski, 1971a). Starší stromy potřebují delší časové období k obnově

kořenového systému, než stromy mladší, a to podle množství kořenů, které se podaří spolu se stromem přesadit (Watson, 2005).



Obrázek 5: Vztahy mezi přírůstkem koruny a kořenů při průměru kmene ve 130 cm 10,2 cm (A) a 25,4 cm (B) v době přesazení. Větší strom roste velmi pomalu po mnoho let, kdežto menší strom dosahuje normálních přírůstků již za několik let (Watson, 1985).

Přesazování prostokořenných sazenic je nejstarší způsob přesazování, které je zároveň nejméně finančně náročné (Flamer, 1982), avšak ve Spojených státech amerických jsou to kontejnerové dřeviny, které se nejvíce prodávají. Je to z důvodu jednoduché manipulace a nízkého poškození kořenového systému při správném pěstování (Mathers et al., 2007). U dalšího pokusu, který provedli Anella et al. (2008), bylo celkem 24 stromů *Acer x freemanii* 'Jeffersed', *Platanus x acerifolia* 'Bloodgood' a *Taxodium distichum* rozděleno do dvou skupin. Každá skupina se skládala z 12 stromů, 6 prostokořenných a 6 balových. Stejně rody byly vždy vyzvednuty ze stejných pěstebních ploch a před jejich opětovným zasezením byly po pět dnů uloženy do technické haly. První skupina byla přesazena na podzim a druhá na jaře. Po 1 roce od přesazení se změřili jejich přírůstky. U tisovce nebyla žádná změna v přírůstku u obou přesazovacích metod a době přesazení. U platanů měly větší přírůstky stromy zasazené na jaře a byl stejný u obou přesazovacích metod. Javorů, měli větší objem kmene stromy přesazené na jaře. Větší přírůstky, které byly u balově přesazených stromů než u prostokořenných. Poměr kořenů k nadzemní části byl 37 % větší u prostokořenných než balových javorů.

Přesazení vzrostlých dřevin u nás podléhá německé normě ZTV – Grossßbaumverpflanzung

(2005), na kterou odkazuje ČSN 839021. V Americe je pro přesazování vzrostlých stromů zřízena norma Ansi a300 (2005). Obě normy popisují postup přesazování stromů tak, aby byla zvýšena schopnost adaptace přesazených jedinců na nově vzniklé skutečnosti.

Vzrostlé stromů (obvod kmene nad 30 cm) volně rostoucí v půdě se přesazuje nejčastěji s balem a výjimečně jsou přesazování bez balu s půdním jádrem (ZTV – Grossßbaumverpflanzung, 2005). K dobývání takových stromů se používá buď speciální technika, anebo je bal kolem dřeviny potřeba zhotovit výkopem.

3.4.4 Stroje na přesazování dřevin

Dřeviny se přesazují manuálně nebo strojově. Strojové přesazování je z hlediska výkonu a námahy nejčastější. Stroje na přesazování používané v rostlinných školkách popisuje podrobně Bärtels (1995). Ten rozděluje stroje na záhonové vyorávače, dobývací stroje, stroje pro vyrývání rostlin s kořenovým balem a stroje s nožovým systémem. Podřezávací stroje jsou často ve tvaru „U“ a pro vyorávání se používá nože vertikální, na jejímž spodním konci je trojhranná radlice. Záhonové vyorávače jsou pluhů s pevným nebo pohyblivým vyorávacím tělesem, kde šířka záběru je obecně okolo 1,3 metru a průjezdná výška je okolo 0,7 metru. Dobývacími stroji se rostliny vyrývají spodním podřezávacím nožem a je možné je rovnou i svazkovat. Požadovaný výkon traktoru je 40 až 45 kW a denní výkon strojů je 30 000 – 45 000 rostlin. Některé dobývací stroje jako Fobro-Lifter však zvládne za den dobýt 60 000 až 80 000 rostlin. Stroje pro vyjmutí rostlin s kořenovým balem vytvářejí kořenový bal od 20 do 110 cm. Podle potřeby zařízení je potřebný výkon traktoru od 30 kW. Stroje s nožovým systémem mohou být vybaveny košem, podle toho, jestli bude rostlina dobývána s balem nebo bez balu. Pro selektivní dobývání rostlin z řad byl vytvořen systém „Damcon Select“, který existuje ve čtyřech různých velikostech pro vzdálenost řad od 1 do 1,5 m. Výkon tohoto systému je maximálně 120 stromů za hodinu. Existují také speciální stroje pro dobývání stromů s průměrem balu až okolo 2,5 m. Přesazování takových stromů provádějí nejčastěji zahradnické firmy. Výrobci velkých přesazovacích strojů je několik, například to jsou firmy Dutchman industries, Big John, Optimal a další, které se dají namontovat na traktory, nakladače a tahače. Stroje jsou si mechanicky velmi podobné. Dobývací ústrojí se skládá ze dvou, anebo čtyř samostatně ovládaných konvexních trojúhelníkových anebo půl kruhových lopatek. Přední dvě lopatky jsou hydraulicky ventrálně otevíratelné, aby bylo možné „obejmout“ kmen stromu, který by měl být v centru nově

vzniklého balu. Jednotlivé lopatky poté postupně prochází půdním profilem a tím, jak se dole setkávají vytvoří mohutný bal, který je poté vyzdvižen. Směr koruny po naložení na tahač směřuje buď ve směru jízdy (Dutchman Industries, Big John), anebo proti směru jízdy (Optimal). Kromě strojů dobývajících dřeviny z volné půdy, existují také stroje na přesazování hrnkovaných a kontejnerovaných dřevin. Výkonnost automatických kontejnerových přesazovačů se pohybuje od 2200 rostlin za hodinu do 25000 rostlin za hodinu (Baktor, 2002).

3.4.5 Stresové faktory dřevin

Stresové faktory jsou vnější podmínky, při kterých rostlina zaostává ve svém normálním vývoji. Příčinou vedoucí k stresové situaci jsou abiotické a antropogenní faktory, houbové choroby a živočišní škůdci (Gregorová a kol., 2006) a virové choroby. Dřeviny získané jako sadební materiál musejí být dle ČSN 464902 – 1 (2001) zdravotně nezávadné, tedy bez virových a houbových chorob a také bez známek napadení škůdci. Mezi abiotické faktory patří: teplota, srážky, proudění vzduchu, světelné podmínky a živiny (Gregorová a kol., 2006). Antropogenní faktory jsou stresové situace dřevin vyvolávané činností člověka. Vzhledem k tomu, že člověk svoji činností ovlivňuje vzdušné, vodní i půdní poměry, je podnětů ke stresové situaci dřeviny velmi mnoho. Proto budou popsány jen některé stresové situace při přesazování dřevin.

Teplota prostředí ovlivňuje veškeré biologické děje a to především zásahem do asimilace a dýchání (Vaněk a kol., 2012). Při silných mrazech můžou vzniknout mrazové trhliny a naopak při vysokých teplotách korní spála. Obě poškození vznikají především na kmenech mladých stromků, a proto by měli být po výsadbě zřízena ochrana kmene (Kolařík a kol., 2003). U mladých rostlin vzešlých pod foliovými kryty by mělo nastat postupné otužování, aby si rostliny zvykly před prvními mrazy na nižší teploty. Ochrana dřevin v zimě závisí na druhu, způsobu pěstování a vyzrállosti dřeva (Walter, 2011).

Vodní deficit, se projevuje mimo jiné snížením produkce asimilátů. Dřeviny dlouhodobě pěstované v prostředí slabého vodního deficitu mají menší listy (Kozłowski et Pallardy, 1996). Díky nedostatku vody dochází k vyššímu růstu kořenů oproti nadzemní části a může vést k částečné, anebo úplné defoliaci stromu. Naopak dlouhodobě zamokřené stanoviště vykazuje nízkou hladinu kyslíku a vede ke kořenové hypoxii zastavující nejprve růst kořenů a poté vede k jejich úhynu (Gregorová a kol., 2006). U kontejnerovaných dřevin s kapkovou

závlahou musí docházet k pravidelné kontrole průchodnosti kapkovačů. U přesazených dřevin obnova kořenového systému ať už prodloužením dosavadního kořene, anebo založením nových adventivních kořenů je závislá na dostatku vody v půdě (Struve, 2009). Poryvy větrů mají za následek vážná mechanická poranění dřevin, které podle síly větru a kořenového systému dřeviny mohou způsobit škodu v koruně, nebo jejich úplný vývrat. U přesazených stromů je v případě nutnosti dřevinu ukotvit vhodným způsobem (ČSN 839021, 2006; SPPKA02001, 2013). Při škodě v koruně je potřeba provést nápravu dodatečným zdravotním řezem (Gregorová, 2000; SPPKA02002, 2013). Světelné podmínky jsou důležité pro správnou funkci fotosyntézy. Nároky na světlo se různí u jednotlivých druhů. Obecně stínomilné druhy mají v noci pomalejší dýchání a nižší kompenzační ozáření než světlomilné druhy (Kozłowski et Pallardy, 1996). U některých stínomilných druhů, se při zvýšeném světelném ozáření může jejich fotosyntetická kapacita zvětšit až dvakrát oproti původní hodnotě, avšak u některých se nemění (Pallardy, 2007). Intenzita slunečního záření má vliv také na příjem některých živin. Při snížené tvorbě biomasy se zároveň zvyšuje obsah Ca a K v rostlině, obzvláště při nižších teplotách, a proto se doporučuje hnojit více K hnojiv v zimním období (Vaněk a kol., 2012). Snížení světelných podmínek vede u některých druhů k prodlužovacímu růstu nadzemní části. Minerální živiny při nadbytku, anebo deficitu jakéhokoliv potřebného prvku v rostlině vede ke zhoršení zdravotního stavu. Nevyvážené hnojení minerálními hnojivy může zapříčinit změnu pH půdy a zvýšit hodnoty některého z prvků, který se tak může stát pro dřevinu toxický (Jacobs et Timmer, 2005). V případě potřeby je důležité znát správnou dobu a hodnotu dávkování jednotlivých živin. Například nadměrné hnojení dusíkatými hnojivy v podzimním období vede ke špatnému vyžívání letorostů a jejich následným možným vymrzáním (Vaněk a kol., 2012). Při nedostatečného prostoru pro rozvoj kořenového systému dochází k předčasnému stárnutí jedince. U kontejnerových druhů tak často dochází k stáčení kořenů, které ČSN 464902 – 1 (2001) uvádí jako nevhodný k prodeji. V pokusu Martin et Bhattacharya (1995) se použitím hydroxidu měďnatého, na vnitřní stranu kontejnerů pěstovaných druhů před zasetím, omezilo stáčení kořenů. Při dalším pokusu se zlepšil celkový růst semenáčků *Quercus Shumardii* oproti jedincům pěstovaných bez aplikace Cu přípravku (Arnold, 1996). Zatímco při výsadbě mechanické rozprostření kořenů v pokusu Weicherding et al., (2007) nepřineslo lepší výsledky než nerozprostřené kořeny, je českým a americkým standardem SPPKA02001

(2013) a Ansi a300 (2005) doporučeno do výsadbové jámy kořenový systém u kontejnerovaných prostokořenných druhů rovnoměrně rozložit.

4 Materiál a metody

V rámci bakalářské práce byly navštíveny vybrané rostlinné školky specializující se na vlastní produkci dřevin. V každé z nich se zjišťovala metoda jejich pěstování a následné péče. Kromě rostlinných školek, byla navštívena také zahradní firma provádějící přesazování dřevin s použitím speciálního stroje, kde byl sledován způsob přesazení vzrostlého stromu.

Navštívené rostlinné školky byly: Školky – Montano spol. s.r.o., ARBOEKO s.r.o., okrasné školky JENA a okrasné školky ČZU. Zahradnická firma provádějící strojové přesazování vzrostlých stromů byla Covenant zahrady a parky s.r.o.

4.1 Školky – Montano spol. s.r.o.

Školky Montano se nacházejí v Přerově nad Labem. Od roku 1983 se věnují vlastní produkci okrasných a lesních dřevin. Rostliny jsou pěstovány na poli, venku v kontejnerech a ve sklenících a fóliovnících. Skleníky a fóliovníky slouží k rozmnožování rostlin a také k zimní ochraně některých rostlin. Výměra pozemku pěstovaných rostlin je celkem 17,3 ha, z toho pole 8 ha, venkovní prostory také 8 ha, skleníky 6000 m² a fóliovníky 7000 m². Kromě dřevin nabízejí k prodeji také pereny a letničky. Většinu nabízeného sortimentu si sami pěstují, některé druhy jako ovocné stromy a drobné ovoce dovážejí od především českých pěstitelů. Dřeviny prodávají jako prostokořenné, balové a kontejnerované a jsou množeny generativně i vegetativně. Rostliny jsou nabízeny pro soukromé osoby, realizační firmy a velkoobchodatele. Vedle toho také pěstují sazenice pro les a rekultivace na základě licence Ministerstva zemědělství. Původně se specializovali pouze na velkoobchod, ale v roce 2003 vzniklo vedle okrasných školek nové zahradní centrum, které se zaměřuje na maloobchodní prodej. Kromě rostlin jsou v zahradním centru nabízeny také zahradnické potřeby, jako je zahradnický substrát, kůra, květináče a zahradnické nářadí. Zahradnický substrát a kůru si vyrábí sami. Školky Montano mají také svůj realizační tým. Ten se skládá z projektování, výsadeb a údržby zeleně.

4.2 ARBOEKO, spol s.r.o.

Arboeko bylo založeno roku 1993 a v současné době má v České republice dvě prodejní a pěstební místa, a to v Obříství a Smržicích u Prostějova. Celkové pěstební plochy jsou přes 200 ha, z toho největší podíl tvoří alejové a solitérní stromy, poté následují mladé alejové stromy, solitérní jehličnany a kontejnerované dřeviny. Středisko v Obříství má rozlohu přibližně 110 ha a hlavní produkcí tvoří pěstování alejových stromů, které jsou nejméně 3 krát přesazované. Zároveň se v Obříství nachází na ploše 10 ha kontejnerované dřeviny a 3 ha skleníků a fóliovníků pro pěstování mladých rostlin a pro přezimování. Ve Smržicích se více pěstují mladé alejové stromy dvakrát přesazované a solitérní konifery. Společnost Arboeko nabízí své výpěstky pouze velkoobchodatelům a maloobchodní prodej sama neprovozuje.

4.3 JENA

Jena vznikla v roce 1991 jako firma na údržbu zeleně. Školky okrasných rostlin byly otevřeny v roce 1994 a specializovaly se na prodej okrasných trvalek. Později firma otevřela několik kompostáren, které slouží ke svozu biologického odpadu z údržby zahrad a prodeji substrátů, kompostů, kůry a kamene. Prodej okrasných rostlin nabízí maloobchodníkům i velkoobchodatelům. Kromě výše zmíněného se firma specializuje na projekční činnost a vlastní realizaci celých zahrad a parků, včetně koupacích jezírek a dětských i sportovních hřišť.

4.4 Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy

Školní lesní podnik V Kostelci nad Černými lesy (ŠLP) je vysokoškolským lesním podnikem České zemědělské univerzity v Praze. ŠLP byl založen v roce 1935 a v současnosti hospodaří na 6 900 ha a rozděluje se na několik menších středisek a to: Středisko dřevařské výroby, středisko okrasných školek, středisko rybářství a myslivosti, středisko mechanizačních dílen, středisko služeb a středisko lesní správy. Okrasná školka má produkční plochu 22 ha z celkové plochy 32 ha a lesní školka 7,7 ha. Kromě rostlinného materiálu se zde prodávají také substráty, kůra, rašelina, květináče, zahradní náradí a přípravky na ošetření rostlin. Rostlinný materiál je nabízen jak maloobchodatelům, tak i velkoobchodatelům. Kromě okrasných školek se zabývají také vlastní produkcí lesních dřevin.

4.5 Covenant zahrady a parky s.r.o.

Zahradnická firma Covenant byla založena v roce 1996. Zaměřuje se hlavně na realizaci a údržbu rodinných zahrad a veřejného prostranství. Dále nabízí zimní údržbu pozemních komunikací a přesazování vzrostlých stromů. Firma sídlí v Praze – Hájích.

4.6 Metodika přesazování vzrostlých stromů

Doporučený postup přesazování vzrostlých stromů vychází z americké normy přesazování dřevin Ansi a300 (2005), českých norem ČSN 839021 (2006), ČSN 839 051 (2006), ČSN 839061 (2006), standardu SPPKA02001 (2013) a německé normy ZTV- Grossßbaumverpflanzung (2005).

4.6.1 Bezpečnostní opatření

Bezpečnostní opatření podléhají aktuálním zákonům ČR. Při použití mechanizace musejí být provedeny revize strojů, obsluha musí projít potřebným školením, vyhodnotit rizika přesazení a být zdravotně způsobilá k pracovním úkonům. V případě práce ve výškách nad 1,5 m musí plnit požadavky nařízení vlády 362/2005 a v případě vyhodnocení přepravy jako nadměrného nákladu je povinen přepravce mít náležitá silniční povolení.

4.6.2 Informace o stanovišti

Informace o stanovišti zahrnují možnosti přístupu k přesazované dřevině a na místě výsadby, přepravní vzdálenost, sklon terénu, místa odběru a místa výsadby, použití mechanizace a průzkum inženýrských sítí na obou stanovištích. V případě stanoviště s více dřevinami se musí respektovat kořenová zóna okolních druhů, která stanovuje okapovou linii stromu rozšířenou do stran o 1,5 m a u sloupových forem o 5 m. Nelze-li se vyhnout dočasnému zatížení v kořenovém prostoru musí být plocha pokryta geotextilí rozdělující tlak. Na ní se naveze nejméně 20 cm vysoká vrstva vhodného drenážního materiálu, na kterou se umístí pevná konstrukce z fošen nebo podobného materiálu. Při výkopových pracích musí být chráněna kořenová zóna sousedících dřevin, která je považována za čtyřnásobek obvodu kmene v 1 m, minimálně však 2,5 m od paty kmene. V případě lehčích písčitých půd by měla být předpokládána kořenová zóna v obou případech větší. Pokud jsou sousedící dřeviny blíže než výše uvedené ochranné zóny, další postup by měl být zvážen.

4.6.3 Informace o provedení přesazení

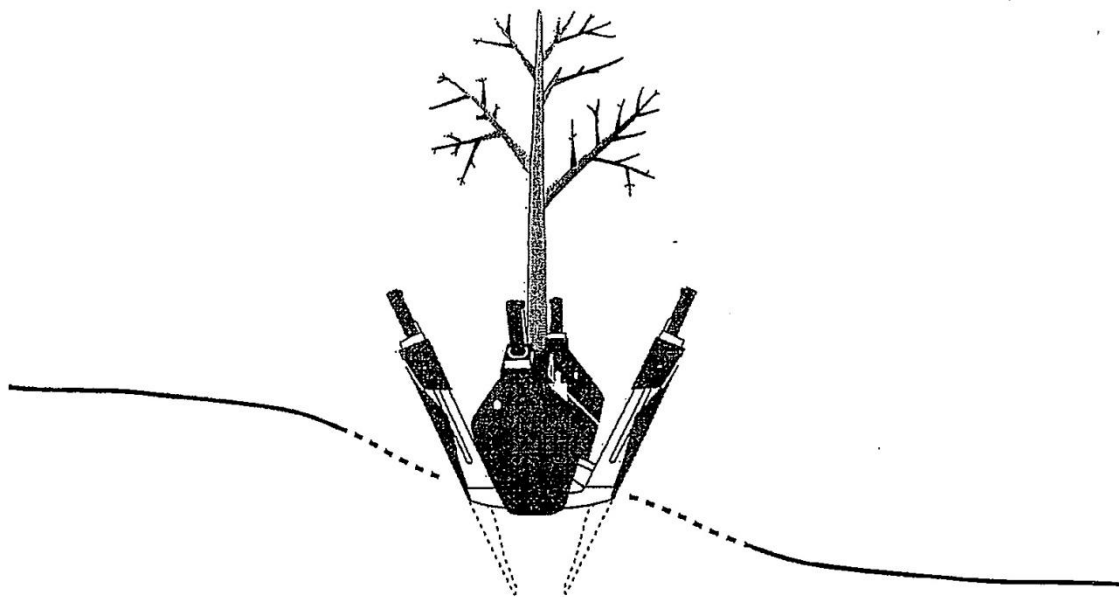
Informace o provedení přesazení musí obsahovat tyto body:

- Zařazení taxonu dřeviny, její velikost a habitus - obvod kmene ve výčetní výšce 100 cm nad zemí (u vícekmene se uvede součet obvodů všech kmenů dohromady a následně i počet kmenů), šířka koruny, výška nasazení koruny, celková výška.
- Vitalita stromu a zdravotní stav – roční přírůstky, velikost a barva olistění, defekty na nadzemní části, napadení chorobami a škůdci, stav kořenového systému.
- Sadovnická hodnota stromu vypočítaná dle aktuální metodiky.
- Zásahy v minulosti provedené - řezy nadzemní části, práce provedené v okolí dřeviny a v okolí nového stanoviště.
- Orientaci stromu ke světovým stranám a vhodné označení stromu s tím spojené.
- Stanovení metody přesazování a způsob provedení, včetně ochrany kmene a koruny při převozu na výsadbové místo.
- Přípravu půdy na novém stanovišti s vhodnou půdní strukturou a vláhovými poměry.
- Určení velikosti rehabilitační zóny kořenového systému, pokud byl v minulosti již přesazován.
- Velikost výkopové jámy a druh materiálu pro zasypání balu v případě potřeby.
- Vhodný způsob stabilizace stromu na novém stanovišti kotevní technikou.
- Určení vhodného způsobu ošetření povrchové části kořenové zóny.
- Způsob, rozsah a doba provedení doprovodných opatření, například kompenzační řez koruny.
- Práce zajišťující obnovu plochy původního stanoviště stromu.
- Opatření na konci podpory zakořenění.

4.6.4 Provedení přesazení

Přesazení jsou možné třemi způsoby a to pomocí speciálních přesazovacích strojů, přesazování zajištěným balem a méně běžný přesazení bez balu s půdním jádrem. Metodu přesazování se zvolí podle: druhu a vitality stromu, velikosti a habitu, charakteru kořenové soustavy, lokálních poměrech, ročním období a povětrnostních podmínkách, dopravních možnostech a přepravě, množství finančních prostředků pro přesazení, transportu a po výsadbové péči.

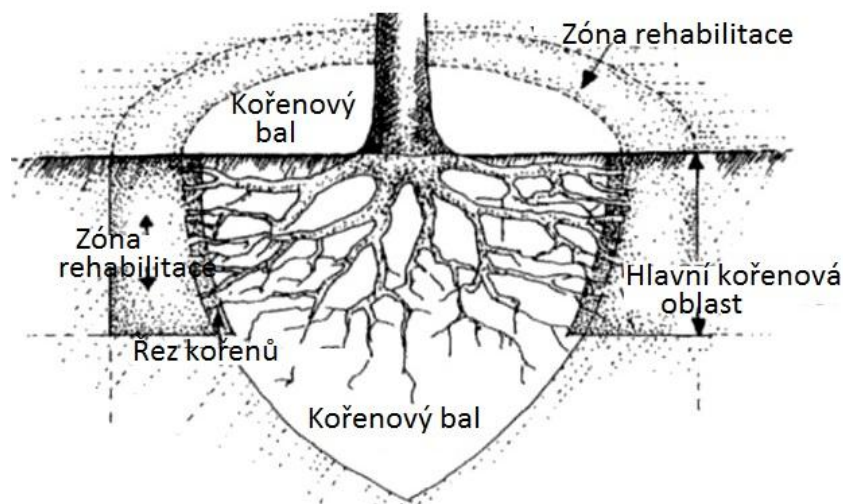
Je-li to možné, před samotným přesazením by měli být provedeny přípravná opatření, pro usnadnění zakořeňování a následný růst dřeviny. Tyto opatření by se měli provádět minimálně dvě vegetační období před samotným přesazením. Utvoří se kružnice kolem budoucího balu, která se rozdělí na několik částí podle začátku doby přípravných prací. To znamená, že pokud přípravné práce začnou 2 roky před vyjmutím, rozdělí se kružnice na 4 úseky, 3 roky 6 úseků atd. Výkopové práce se provedou po jednotlivých úsecích. Výkopová rýha bude široká minimálně 20 cm. Přerušování kořenů musí být provedeno ostrým předmětem kolmo, aby vznikla hladká a co nejmenší řezná rána. Kořeny do průměru 2 cm je vhodné ošetřit růstovými stimulanty a kořeny nad 2 cm se ošetří prostředky na ošetření ran. Silné kořeny průměru nad 5 cm je potřeba zachovat, aby nebyla ohrožena stabilita a vyživování stromu. Je-li vykopaná zemina vhodná k opětovnému zásypu, měla by se upravit prostředky podporující zakořeňování. Zemina nesmí být nepřiměřeně zhutněna, aby se omezil růst kořenů. Po skončení výkopu jednoho úseku se po zaházení výkopu provede zálivka. Dále se pokračuje výkopem úseku na protější straně od posledně vykopaného úseku. Výjimku tvoří odkopání obvodu celého balu naráz, pokud to dovoluje druh a velikost stromu a pokud je zajištěna jeho stabilita. Dále budou zhotoveny doplňující opatření v rámci přípravy, jako je vyrovnávací řez koruny, hnojení, zálivka a ochrana stromu a připravované kořenové části. Doba pro přesazování se může lišit podle druhů dřevin. Ve většině případů je to však období vegetačního klidu a u některých druhů dřevin období začátku rašení. Přesazování v jinou dobu je možné, avšak může vyžadovat zvláštní přípravná opatření a může mít negativní vliv na další vývoj dřeviny. Velikost balu by měla být minimálně 12ti násobkem průměru kmene ve výčetní výšce. Pokud se zhotovuje pevný bal musí po celém obvodu a spodní straně pevně obepínat zemní bal a být utáhlý tak, aby se zabránilo jeho pohybu. Pokud se bude s dřevinou manipulovat během transportu, měl by být zhotoven také na vrchní straně kořenového balu. Při použití dobývacího stroje na svahu by se měl před vyjmutím dřeviny opatrně upravit půdní profil, aby se vytvořili podmínky pro správné vyjmutí dřeviny.



Obrázek 7: Příklad upravení různé výšky terénu před přesazením (Ansi a300, 2005).

Při zvedání a přepravě se smí se stromem manipulovat jen za kořenový bal. Kmen a korunu lze použít pouze k zajištění vhodným způsobem tak, aby se nepoškodila kůra a pokožková pletiva. Kořenové baly nesmí během přepravy vyschnout a při přesazení musejí být dostatečně vlhké.

Při výsadbě by hloubka výsadbové jámy měla být maximálně výškou kořenového balu. Šířka by měla dosahovat minimálně 1,5 krát násobku šířky kořenového balu. Pokud to není možné splnit díky překážce, výsadbová díra musí být rozšířená minimálně o 30 cm na každé straně. Při výkopu výsadbové jámy by nemělo dojít k promísení vrstev půdy. Hloubka díry musí odpovídat hloubce balu. U přesazených stromů se zajištěným kořenovým balem, musí být odstraněny všechny materiály použité na zajištění kořenového balu. Při přesazování speciálními stroji odpovídá výkopová jáma šířce a hloubce přesazovaného balu. Zhutněné stěny a dno díry musí být vždy narušeno. Poté co se dřevina speciálními stroji zasadí, je nezbytné vytvořit zónu rehabilitace kořenů. Obvodový výkopový pás musí být minimálně 40 cm široký a musí sahat 20 cm pod hlavní kořenovou oblast.



Obrázek 8: Zóna rehabilitace (ZTV – GrossBbaumverpflanzung, 2005).

Při zasypání musí být půda přiměřeně zhutněna, aby nedocházelo k vytvoření vzduchových mezer a zároveň aby nebránila růstu kořenů. Organické látky je možné přidat jen do svrchní vrstvy půdy. Při rozkladu ve spodnějších vrstvách půdy mohou produkty rozkladu působit škodlivě na kořeny dřevin.

Po přesazení by měl být kořenový prostor dostatečně zavlažen, aby se dosáhlo rovnováhy mezi balem a okolní půdou. Množství vody se určuje podle velikosti výsadbové jámy a druhu půdy.

Způsob ukotvení závisí na velikosti dřeviny, době trvanlivosti, druhu a využití plochy, exponovanosti stanoviště a estetickým hlediskům. Ukotvení bývá zhotoveno z dřevěných kůlů, provazem nebo dutým lanem a podzemní kotvou. Způsob ukotvení nesmí nikdy poškozovat kotvící dřevinu. Ukotvení kůly bývá zpravidla u menších stromů na tři až čtyři kůly. Při použití lanového kotvení se musí lana pravidelně kontrolovat, být dostatečně napjatá a nesmí zarůstat do pletiv kmene. Podzemní kotvení se doporučují používat jen ve výjimečných případech, kdy má bal dostatečný průměr a je vhodná jílovitá zemina. Přitom nesmí docházet ke stlačování anebo ohýbání kořenového balu, které by vedlo k poškození kořenů.

Po období zakořeňování se doporučuje držet svrchní stranu balu prostý od rostlinného porostu po dobu minimálně tří let a plocha by mezitím měla být vhodně mulčována. K mulčování se používají organické a anorganické materiály mocnosti 5 – 10 cm. Je vhodné zachovávat mírný spád ke kmeni a vytvoření závlahové mísy. Pokud by mohlo nastat utužení půdy pohybem lidí, je doporučeno použít drcené kamenivo větší frakce, například 32 – 64 mm. V případě potřeby se zhotoví ochranu kmene. Doporučuje se použití rákosových, bambusových a slaměných rohoží, naopak jutové bandáže se nedoporučují.

Řez se provádí jako komperativní opatření aby byla velikost koruny úměrná kořenové soustavě. Při řezu se respektuje tvar typický daného druhu a je proveden ve vhodném období. Po přesazení a provedení veškerých potřebných úkonů je dílo dokončeno a připraveno k předání objednateli. Zákonná doba na podání námítky na vzniklou závadu činní dva roky. Pokud se zhotovitel a objednatel nedomluví na předem daných podmínkách například následné péči do doby zakořenění, která může trvat déle než dva roky. Ve smlouvě by také mělo být uvedeno o postupu při uhynutí stromu a odpovědnosti za škodu.

4.6.5 Péče o dřevinu po přesazení

Po výsadbová péče je prováděna do zakořenění stromu a dosažení počátku plné funkčnosti stromu, které může nastat až po pěti letech. Minimální doba péče o zakořenění je však 2 roky. Úkony po výsadbové péče jsou nezbytné k tomu, aby se strom na novém stanovišti ujal a dále rozvíjel jak je tomu běžné u daného druhu. Závlaha stanoviště by měla být provedena pravidelně a to převážně podle půdních podmínek stanoviště a vývoji počasí daného období. Při průměrných půdních a stanovištních podmínkách by měla být provedena až 20 krát za rok a v dalších letech snižována. Podle obvodu kmene jedna zálivka dosahuje množstvím 200 – 1000 l vody. Přívod vody by měl být úměrný rychlosti vsakování a dávka by měla být rovnoměrně rozdělená po celé ploše kořenového balu. Pokud vznikne podezření na nedostatek živin, je vhodné provést rozbor půdy, případně i analýzu listů a provést potřebnou nápravu. Péče dále zahrnuje kontrolu a odstranění kotvících a ochranných prvků, ochranu proti chorobám a škůdcům a v případě potřeby provedení řezu.

5 Výsledky

5.1 Školky – Montano spol. s.r.o.

Vzhledem k poloze školek Montano se provádí polní výsev naklíčených semen dubu zimního již na podzim, z důvodu rychlejšího růstu v následujícím roce. Semena jsou dodávána již naklíčená od dodavatele. Po jejich přijetí jsou ošetřena přípravkem Vaztak-active, insekticidem proti žíravým larvám uvnitř semen. Výsev se provádí strojem Egadal, který je schopen vysévat najednou až 5 řádků a vzdálenost mezi řádky je 20 až 25 cm. Na jaře je porost chráněn proti mrazům dvěma způsoby a to postřikem vodou anebo přikrytím tkaninou – agrilem. Také rostliny uložené ve sklenících a fóliovnících jsou chráněny podle potřeby jednou, anebo více vrstvami agrilu a skleníky ani fóliovníky nejsou vytápěny. Vzhledem k přítomnosti polní závlahy se někdy provádí podřezání porostů dřevin za vegetačního období. Podřezání se provádí dvěma operacemi a to podřezání horizontální a vertikální. Pořadí těchto operací není důležité, avšak musí mezi nimi být dostatečný odstup, aby nakypřená zemina slehla a při druhé operaci tak nedocházelo k vyvláčení rostlin. Stroje pro dobývání dřevin vlastní školky Montano dva, a to vyzvedávač sazenic Egadal typ RO a Pazzaglia. Egadal RO je jednořádkový dobývací stroj se spodním vyrývacím nožem, který dobývá prostokořenné dřeviny, které jsou poté dopravovány na dopravník, kde je zaměstnanec dále ukládá do připravených beden.



Obrázek 9: Egadal RO při vyorávání dubu zimního.

Stroj Pazzaglia je balový dobývací stroj s výměnným nožem pro vytvoření různé velikosti balu dřevin.

5.2 ARBOEKO, spol. s.r.o.

Veškeré mladé semenáče nakupuje od dodavatelů, stejně tak i podnože a tedy vlastní výsevy neprovádí. Sami si množí některé roubovance. Předtím než na pole vysázejí nově příchozí prostokořenné dřeviny větší velikosti, ostříhají kořenový systém na průměr 35 cm a zároveň provedou výchovný řez koruny.



Obrázek 10: Kořenový systém jabloně tři roky po řezu kořenů.

V Obříství je půda lehčí, písčitohlinitá, avšak jednotlivá pole jsou rozdělena do několika menších „bloků“, které vykazují některé půdní odlišnosti. Maximální velikost kmene dobývaných dřevin ve výčetní výšce je 20 – 25 cm a velikost balu do 70 cm. Větší Arboeko nepěstuje z důvodu technologického omezení a rozestupu sponů při pěstování. Na jednom místě jsou bez zásahu do kořenového systému pěstovány maximálně 5 let, poté se buď přesazují, anebo podřezají. Při přesazování se provádí také formování koruny a to v období od září do května. Dřeviny pěstované na poli jsou maximálně 4 krát přesazované. Vzhledem ke geografické poloze Obříství je na polích zhotovení kapková závlaha. Voda je do závlahy přivedena regionálním závlahovým řádem, a před vstupem do závlahového potrubí vede přes filtr a dávkovací zařízení, které tak dodává dřevinám společně s vodou i živiny. Kromě

regionálního řádu mají na pozemku také nádrže na dešťovou vodu, která hlavně dodává vodu pro kontejnerované dřeviny. Na pozemku se nachází také 60 m hluboký vrt, avšak vzhledem k tvrdosti vody je tento vrt ponechán jako záložní. Dřeviny jsou prodávány jako balové, prostokořenné a kontejnerované. Stroje na dobývání jsou závěsné dobývací stroje značky Damcon pro balové a prostokořenné vyzvedávání. Balové dobývací stroje mají tři dobývací velikosti balů a to 50, 60 a 70 cm a se spodním nožem který přetne kořeny rostoucí směrem dolů. Minimální výkon traktoru pro tento dobývací stroj je 40kW. Dále disponují vysouvacím ramenem, zavěšeným za traktor pro nakládku balových dřevin, portálovým traktorem pro podřezávání a postřik a vysokozdvíhými vozíky pro výchovný řez a vyvazování terminálu. Po vyzvednutí všech dřevin z „bloku“ se na místě pěstuje jako zelené hnojení jednu sezónu *Sorghum bicolor* var. *Sudanense*, které je na podzim zaoráno do půdního profilu.

5.3 JENA

Nabídka okrasných dřevin zahrnuje dřeviny balové, prostokořenné a kontejnerované, pěstované na 15 ha orné půdy. Zaměřují se převážně na produkci keřů a méně solitérních stromů. Půda je těžší černozem na spraši a při pěstování na orné půdě nemají zřízenou závlahu. Dřeviny jsou po třech letech přesazované, anebo podřezávané. Po vytěžení dřevin z pole nechávají jeden rok půdu odpočinout a zasévají svazku jako zelené hnojení, které je na podzim zaoráno do půdního profilu. Na zpevněné ploše pěstovaných kontejnerových druhů mají zřízenou mostovou a tryskovou závlahu, která je napojena na dávkovací zařízení, které dodává konstantní množství hnojiva v závislosti na průtoku vody. Voda je čerpána z hlubinného vrtu. Stroj na dobývání používají Pazzaglia 110 s několika velikostmi dobývacího nože, s maximální velikostí balu 90 cm.



Obrázek 11: Pazzaglia 110 dobývá *Thuja plicata*.

5.4 Školní lesní podnik v Kostelci nad Černými lesy

ŠLP dodává rostlinný materiál balový, prostokořenný a kontejnerovaný. Dřeviny si množí výsevem semen, které získávají z vlastní produkce a od dodavatelů. Od dodavatelů nakupují také některé semenáče a vzrostlé jedince, například ovocné dřeviny. Lesní dřeviny bývají na volné půdě každoročně podřezávané, některé každý druhý rok. U okrasných listnatých dřevin se podřezávání neprovádí, v důsledku vysoké mortality při podřezávání v minulých letech. Orniční půda je těžší, pozemek je svažité a bez závlahového systému. U jehličnatých druhů jako je borovice se v okrasné školce podřezávání provádí nadvrát. V závislosti na druhu se buď vytěžená plocha ihned využívá k pěstování dalších druhů, anebo se nechá odpočinout minimálně po dobu jednoho roku. Při odpočinku se nezasévá zelené hnojení a vždy na podzim dochází k orbě. U lesních dřevin se používá mezi jednotlivými výsevy zelené hnojení. Stroje pro dobývání okrasných dřevin jsou Pazzaglia 90 a Yanmar, s několika velikostmi nožního dobývacího ústrojí a to 40, 50, 60, 70 a 80 cm. Velikost kmene ve výčetní výšce v ojedinělých případech dosahuje i přes 30 cm. V takovém případě přesadí strom do kontejneru, kde probíhá jeho následná péče. U lesních dřevin používají dobývací stroj značky Fobro. Většina okrasných dřevin se produkuje jako balové, popřípadě při domluvě s odběratelem se dají vyzvednout jako prostokořenné. U prostokořenných se

v okrasné školce kořeny neošetřují žádným přípravkem, v lesních školkách se po domluvě ošetřují přípravkem Agrisorb.



Obrázek 12: Nabídka sortimentu prostokořenných ovocných dřevin.

Kontejnerová produkce je pod tryskovou závlahou. Voda je získávána z Jevanského rybníka a v letních měsících je na závlahový systém napojen také dávkovač hnojiva. Přihnojování probíhá také ručně přípravkem Osmocote.

5.5 Covenant zahrady a parky s.r.o.

Firma Covenant provádí strojové přesazování 5 let a momentálně používá přesazovací stroje Big John 65D a Big John 90. Cena za přesazení se pohybuje od 15 000 – 35 000 Kč za vlastní přesazení podle použití dobývací techniky plus dopravné, které se platí za ujetý kilometr. Před vlastním vyzdvižením dělá firma geologický průzkum vrtnou sondou, anebo z geografických map.

11.4.2017 proběhlo přesazení *Ginkgo biloba* z pozemku Gymnázia Oty Pavla v Praze. Důvod pro přesazení byli stavební práce na místě jeho stanoviště. Po skončení stavebních prací se přesazený strom opět vrátí na pozemek školy a mezitím bude založen na pozemku realizační firmy. Přípravné práce začali zhotovením výsadbové jámy přesazovacím strojem na pozemku

firmy. Poté se stroj přesunul na pozemek školy. Zde byla stromu zakrácena jedna ze spodních větví, z důvodu možného mechanického poškození dřeva při zavírání dobývacích lopatek.



Obrázek 13: Vyjmutí *Ginkgo biloba* ze země.

Následně byl strom vyjmut ze svého stanoviště a naložen do přepravní polohy. Poté mu obsluha stroje svázala korunu a s takto naloženým strojem odjela na výsadbové místo. Po příjezdu k výsadbové jámě byla stromu odvázána koruna a byl vysazen. Po vysazení byla provedena zálivka. Obvod kmene ve výčetní výšce 1 m byl 31,5 cm.

6 Diskuze

Normu Gütebestimmungen für Bauschulpflanzen (1995), podle dostupných informací splňovali všechny vybrané rostlinné školky. Přesto že se provádí většinou polní výsevy na jaře (Bärtels, 1988), vysévají školky Montano klíčící semena dubu zimního již na podzim s lepšími výsledky nárůstu semenáčků než při jarním výsevu. Je to dáno jejich geografickou polohou a ochrannými opatřeními. Díky závlahovému systému si mohou dovolit podřezávání dřevin i za vegetačního období, stejně jako ARBOEKO. Z normy ČSN 839021 (2006) je daná doba pro přesazení dřevin, avšak v žádné z norem se nepíše o době podřezání. Přesto že se při podřezání přeruší kořeny, není podřezání dřeviny brané jako přesazení (Gütebestimmungen für Bauschulpflanzen, 1995), a tedy je podřezání možné provést během celého roku. Podřezávání i přesazení je zásahem do kořenového systému a tím může vzniknout hlavně stres z nedostatku vody (Gregorová a kol., 2006; Kozłowski et Pallardy 1996). Proto se podřezávání dřevin většinou provádí v jarním a podzimním období, kdy je půda vodou dostatečně nasycena. Zároveň v období vegetačního klidu se provádí zimní řez (Gregorová, 2000; SPPKA02002, 2013) a tím se provede komperativní opatření vedoucí ke správnému poměru podzemní a nadzemní části, čímž se sníží riziko vyvolání stresu z nedostatku vody (Pallardy, 2007). Právě kvůli nedostatku vody se neosvědčilo podřezávání dřevin ŠLP, které proto podřezávání provádějí jen u některých druhů a to na vícekrát, stejně jako školky Montano. V ŠLP se také jako jediné vyskytovaly u pěstovaných polních dřevin v okapové linii stromu plevele. U přesazovaných druhů se doporučuje udržovat prostor okapové linie od rostlinného materiálu prostý (ZTV - Grossßbaumverpflanzung, 2005). Nejen voda ale také organická hmota je příčinou vyššího obsahu aktivně sorpčních kořínků v horní vrstvě půdy (Marshall et Gilman, 1997) a tedy pěstovat po vytěžení dřevin z pole meziplodinu, která se na podzim zaorá, tak jak to dělají v ARBOEKU a JENĚ je výhodné.

U přesazování stromu společností Covenant bylo zjištěno několik pochybení od normy ZTV - Grossßbaumverpflanzung (2005). Strom byl vyjmut bez předchozího provedení průzkumu inženýrských sítí. Tím by mohlo dojít k vážnému zranění obsluhy stroje a způsobení havárie. Koruna stromu nebyla dostatečně chráněna a tak došlo k poranění pokožkových pletiv u spodní větve. Následná péče o přesazený strom není také zcela zřejmá. Při kontrole stromu po 7 dnech ode dne přesazení nebyl povrch přesazeného balu mulčován a byl pokryt vegetačním porostem. Po přesazení firma neprovádí obvodový výkopový pás. Vzhledem

k strojovému přesazení tak dochází k utužení okolní půdy a to nevyhovuje normě ČSN 839021 (2006) ani českému standardu SPPKA02001 (2013) a americké normě Ansi a300 (2005). Mezi balem a okolní půdou může být vzduchová mezera, která může zapříčinit vážné poruchy vývoje dřeviny. Velikost balu přesazované dřeviny byla k průměru kmene čtyřikrát větší, než udává minimální velikost pro dospělé stromy ZTV - Grossßbaumverpflanzung (2005) a tedy velikost balu byla velmi dostačující.

7 Závěr

Vyhodnocením postupů pěstování dřevin ve vybraných rostlinných školkách a zpracováním literatury na dané téma bylo zjištěno:

- Podřezávání dřevin musí být provedeno tehdy, když je půda dostatečně nasycena vodou.
- Mechanizace pro dobývání dřevin v rostlinných školkách je zvolena podle lokálních půdních podmínek.
- Dřeviny pěstované ve volné půdě pro okrasné zahradnictví se prodávají v ČR převážně jako balové a méně jako prostokořenné.
- Současná technická norma výpěstků okrasných dřevin je z roku 1995 a bylo by vhodné její doplnění podle nověji vydaných norem FLL, včetně zpracování obrázkových příloh znázorňující vyhovující a nevyhovující nadzemní i podzemní části dřeviny. Také by bylo vhodné přesně určit minimální velikost kořenového balu podle obvodu kmene ve výčetní výšce k jednotlivým rodům.

Prostudováním literatury o přesazování vzrostlých stromů a vyhodnocení postupu přesazování speciálním strojem u zahradnické firmy bylo zjištěno:

- Úspěšnému přesazování by měla předcházet příprava dřeviny na přesazení.
- Přesazení dřevin by mělo probíhat převážně v období vegetačního klidu.
- Všechny úkony související s přesazováním jsou prováděny tak, aby se snížil stres vyvolaný ztrátou části kořenového systému a adaptací dřeviny na nové stanoviště.
- Bylo by vhodné vypracovat seznam rodů dřevin s nejvhodnější dobou jejich přesazení.
- Neznalost postupu přesazování vzrostlých stromů může být v důsledku nedostatku odborné literatury v českém jazyce o tomto tématu, a proto byla vypracována metodika přesazení vzrostlých dřevin, jejichž obvod kmene ve výšce 1m od paty kmene přesahuje 30 cm.

8 Seznam použité literatury

Anella, L., Hennessey.T.C., Lorenzi, E.M. 2008. Growth of balled and burlapped versus bare root trees in Oklahoma, U.S. *Arboriculture & Urban Forestry*. 34 (3). 200-203.

ANSI Z.60.1. American standard for nursery stock. 2014. American horticulture industry asociation d/b/a americanhort and ANSI-accredited standards developing organization. Columbus. p 97.

ANSI a300. American national standard for tree care operations: Part 6. Tree, Shrub, and other woody plant maintenance – standard practices (Transplanting). 2005. Tree care industry association. Washington. New York. p 10.

Arnold, M.A., 1996. Mechanical correction and chemical avoidance of circling roots differentially affect post transplant root regeneration and field establishment of container grown Shumard Oak. *J. Ame. Soc. Hort. Sco.* 121 (2). 258-263.

Baktor , J.W. 2003. Container to container transplanting: operations and equipment. In: Riley, L.,E.,Dumroese, D.,K., Landis, T.,D., National proceedings: Forest and conservation nursery association. 124 – 126.

Bond, G., 1958. Symbiotic nitrogen fixation by non leguminous angiosperms. In : Hallsworth, E., G.,(ed.). *Nutrition of the legumes.* 216-231.

Bärtels, A. 1995. *Der Baumschulbetrieb.* Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart. p. 739. ISBN: 3-8001-5139-1.

Bärtels. A. 1988. *Rozmnožování dřevin.* Státní zemědělské nakladatelství. Praha. p. 451. ISBN: 07-021-88.

ČSN 46490 -1. Česká technická norma: Výpěstky okrasných dřevin všeobecná ustanovení a ukazatele jakosti. 2001. 34s.

ČSN 482115. Česká technická norma: Sadební materiál lesních dřevin. 2012. Český normalizační institut. Praha. 24s.

ČSN 839021. Česká technická norma: Technologie vegetačních úprav v krajině – Rostliny a jejich výsadba. 2006. Český normalizační institut. Praha. 12s.

ČSN 839051. Česká technická norma: Technologie vegetačních úprav v krajině – Rozvojová a udržovací péče o vegetační plochy. 2006. Český normalizační institut. Praha. 12s.

ČSN 839061. Technologie vegetačních úprav v krajině – Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích. 2006. Český normalizační institut. Praha. 8s.

Esau, K. 1965. Plant anatomy. John Wilwey & Sons Inc. New York, London, Sydney. p. 767.

Esau, K. 1941. Phloem anatomy of Tobago affected with curly top and mosaic. Hylgardia. 13. 437 – 490.

Flamer, William. 1982. Successful transplanting is easy. Journal of Arboriculture. 8 (9). 234 – 240.

Gregorová, B., Černý, J., Holub, V., Jančařík, V., Kloudová, K., Rom, J., Strnadová, V., Šumpich, J., 2006. Poškození dřevin a jeho příčiny. ZO ČSOP. Praha. p. 504. ISBN: 80-86064-97-2.

Gregorová, B., 2000. Řez dřevin ve městě a krajině. AOPK ČR. Praha. p.103. ISBN: 80-86064-49-2.

Grefory, P. J. 2006. Plant roots growth, activity and interaction with soils. Blackwell publishing ltd. Oxford. p. 318. ISBN-13: 978-1-4051-1906-1.

Gütebestimmungen für Baumschulpflanzen. 1995. FLL, 53840 Troisdorf, BRD. p 50.

Harley, J.L., Harley, E.L., 1987. A check-list of mycorrhiza in British flora. *New Phytologist*. 105. 1-102.

Hose, E., Clarkson D.T., Seudle, E., Schreiber, L., Hartung, W. 2001. The exodermis: a variable apoplastic barrier. *Journal of experimental botany*. 52. 2245 – 2264.

Humble, G.D., Raschke, K., 1971. Stomata opening quantitatively related to potassium transport. *Plant physiology*. 48. 447-453.

Hurych, V., 2003. *Okrasné dřeviny pro zahrady a parky*. Nakladatelství českého zahrádkařského svazu. Praha. p. 203. ISBN: 80-85362-46-5.

Jacobs, D.F., Timmer, V.R., 2005. Fertilizer-induced changes in rhizosphere electrical conductivity: relation to forest tree seedling root system growth and function. *New forests*. 30. 147-166.

Jeník, J., 2005. Kořeny a kořání stromů: heuristické aspekty. *Zprávy České Botanické společnosti*. Praha. 40. Materiál 20: 3-11.

Kappen, L., Haeger, S., 1991. Stomatal response of *Tradescantia albiflora* to changing air humidity in light and in darkness. *Journal of experimental botany*. 42. 979-986.

Kolařík, J., Beránek, J., Cudlín, P., Čermák, P., Dienstbier, F., Gebauer, R., Horáček, P., Jankovský, L., Lička, D., Martinková, M., Praus, L., Reš, B., Romanský, M., Špinlerová, Z., 2005. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les - II*. ČSOP. Vlašim. p. 720. ISBN: 80-86327-44-2.

Kolařík, J., Bulíř, P., Burian, S., Busínský, R., Hora, D., Jech, D., Smýkal, F., Žďárský M., *Péče o dřeviny rostoucí mimo les – I*. ČSOP. Vlašim. p. 261. ISBN: 80-86327-36-1.

Kozłowski, T.T., 1971a. *Growth and development of trees Volume I seed germination, ontogeny, and shoot growth*. Academic press. New York and London. p. 443. ISBN: 0-12-424201-4.

Kozlowski, T.T., 1971b. Growth and development of trees Volume II cambial growth, root growth, and reproductive growth. Academic press. New York and London. p. 514.
ISBN: 0-12-424202-2.

Kozlowski, T.T., Pallardy, S.G., 1996. Physiology of woody plants. Academic Press. New York. p. 411. ISBN: 0-12-42-4162-X.

Kramer, P., Kozlowski, T.T., 1979. Physiology of woody plants. Academic Press. New York. p. 826. ISBN: 0-12-425050-5.

Kremer, B.P., 1995. Stromy. Knižní klub. Praha. p. 287. ISBN: 80-7176-184-2.

Malamy, J.E., 2005. Intrinsic and environmental response pathways that regulate root system architecture. Plant, Cell and Environment. 28. 67-77.

Marshall, M.D., Gilman, E.F., Production method and irrigation affect root morphology of live oak. Journal of Environmental Horticulture. 15 (2). 84-87.

Martin, C.A., Bhattacharya, S. 1995. Effects of cupric hydroxide-treated containers on growth of four southwestern desert landscape trees. Journal of Arboriculture. 21(5). 235 – 238.

Mathers, H.M., Lowe, S.B., Scagel, C., Struve, D.K., Case, L.T., 2007. Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. HortTechnology. 17(2). 151-162.

Nobel, P.S., 2009. Physicochemical and environmental plant physiology. Elsevier Academic press, Los Angeles. p. 582 . ISBN: 978-0-12-088765-1.

Pallardy, S.G., 2007. Physiology of woody plants. Academic Press. New York. p. 454.
ISBN: 978-0-12-088765-1.

- Roberts, Allison, G., Oparka, K.J., 2003. Plasmodesmata and the control of symplastic transport. *Plant, Cell and Environment*. 26. 103-124.
- Riley, L., Steinfeld, D., 2005. Effects of bareroot nursery practices on tree seedling root development: an evolution of cultural practices at J. Herbert Stone nursery. *New Forests*. 30. 107-126.
- Rudall, P., 2007. *Anatomy of flowering plants*. Cambridge university press. Cambridge. p. 145. ISBN: 13-978-0-521-69245-8.
- Simard, S.W., Durall, D.M., 2004. Mycorrhizal networks: a review of extent, function, and importance. *Canadian Journal of Botany*. 82(8). 1140-1165.
- SPPKA02001. Standardy péče o přírodu a krajinu – Výsadba stromů. 2013. AOPK ČR. Brno. 49s.
- SPPKA02002. Standardy péče o přírodu a krajinu – Řez stromu. 2013. AOPK ČR. Brno. 25s.
- SPPKA02003. Standardy péče o přírodu a krajinu – Výsadba a řez keřů a lián. 2013. Brno. 38s.
- Struve, D.K., 2009. Tree establishment: A review of some of the factors affecting transplant survival and establishment. *Arboriculture & Urban Forestry*. 35(1). 10-13.
- Teste, F.P., Simard, S.W., Durall, D.M., Guy, R.D., Berch, S.M., 2010. Net carbon transfer between *Pseudotsuga menziensis* var. *glauca* seedlings in the field is influenced by soil disturbance. *Journal of Ecology*. 98. 429-439.
- Tyree, M.T., Ewers, F.W., 1991. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytologist*. 119. 345 – 360.
- Vaněk V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J., 2012. *Výživa zahradních rostlin*. Academia. Praha. p. 568. ISBN: 978-80-200-2147-2.

Walter, V., 2011, Rozmnožování okrasných stromů a keřů. Nakladatelství Brázda s.r.o., ISBN: 978-80-209-0385-3.

Watson, T.W., 2005. Influence of tree size on transplant establishment and growth. HortTechnology. 15(1). 118-122.

Watson, G., 1985. Tree size effects root regeneration and top growth after transplanting. Journal of Arboriculture. 11. 37-40.

Watson, G., 1987. The relations of root growth and tree vigor following tree root development. Journal of Arboriculture. 14. 200-203.

Weicherding, P.J., Giblin, Ch.P., Gilman, J.H., Hanson, D.L., Johnson, G.L., 2007. Mechanical root-distribution practices and their effect on circling roots of pot-bound *Tilia Cordata* Mill. And *Salix Alba* L. 'Niobe'. Arboriculture & Urban Forestry. 33(1). 43-47.

ZTV – Grossbaumverpflanzung, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Verpflanzen von Grossbäumen und Grosssträuchern. 2005. Bonn. 30p. ISBN: 3934484077.