

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

---

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie

**Posouzení možnosti využití kořenových vývrtů  
pro zjištění vegetativního/generativního  
původu stromu**

Bakalářská práce

2014/2015

Bc. Radka Matějčková

Prohlašuji, že jsem práci:

*Posouzení možnosti využití kořenových vývrtů pro zjištění vegetativního/generativního původu stromu*

zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 23. dubna 2015

.....

podpis studenta

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Ing. Radimu Matulovi, PhD. za inspiraci ke zpracování tématu a cenné rady a odbornou pomoc v průběhu vzniku práce. Dále můj dík patří Dr. Aytekinu Ertaşovi za umožnění realizace praktické části této práce v Istanbulu, Mgr. Janu Havranovi za pomoc se sběrem vzorků a Ing. Tomáši Kolářovi, PhD. za zpřístupnění dendrochronologické laboratoře.

**Radka Matějčková: Posouzení možnosti využití kořenových vývrtů pro zjištění vegetativního/generativního původu stromu**

**Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá realizací metody odběru kořenových vývrtů a jejím posouzením pro možné využití při určování vegetativního či generativního původu stromu. Výzkum byl proveden na pařezinových porostech Výzkumného lesa Univerzity v Istanbulu v Turecku. Na odebraných vzorcích z kmenů a kořenů byly spočítány letokruhy. Hypotéza, že pokud jsou kořeny stromu starší než jeho kmen, měla by tato skutečnost být patrná na počtu letokruhů, se nepotvrdila. Metoda se potýkala s problémy hniloby a deformací dřeva kořenů a podle výsledků výzkumu se ukázala pro praxi nevhodná.

**Klíčová slova**

kořenové vývrty, letokruhy, výmladnost, předržená pařezina, Turecko

---

**Radka Matějčková: Assessment of possibilities of root cores utilization for determining the sprout or seedling origin of a tree**

**Abstract**

The bachelor's thesis deals with the realization and assessment of the method using root cores for differentiation of the sprout or seedling origin of a tree. The research took place at the coppices of Research forest of Istanbul University in Turkey. Subsequently the number of tree rings in root and trunk cores were counted and compared. The hypothesis of possible determination when the roots are older than the trunk of a tree by number of tree rings was not confirmed. The method was dealing with root wood decay and deformations and according to the results of this research the method cannot be yet recommended for practical use.

**Key words**

root cores, tree rings, sprouting, stored coppice, Turkey

# Obsah

1. Úvod	6
2. Cíl práce	9
3. <i>Vegetativní rozmnožování dřevin mírného pásu a jeho srovnání s rozmnožováním generativním</i>	10
3.1 Typy vegetativního rozmnožování	10
3.2 Srovnání generativního a vegetativního rozmnožování	12
3.3 Faktory ovlivňující schopnost vegetativního rozmnožování	14
3.4 Ekologický a praktický význam porostů výmladkového původu	17
4. <i>Lesy a lesnictví v Turecku</i>	19
5. <i>Metoda a materiál výzkumu</i>	21
5.1 Širší územní vztahy	21
5.2 Popis dílčích výzkumných ploch	23
5.3 Postup odběru vzorků	26
5.4 Počítání letokruhů na vzorcích, popis a analýza vzorků	28
6. <i>Výsledky</i>	30
7. <i>Diskuse</i>	36
8. <i>Závěr</i>	43
9. <i>Summary</i>	44
10. <i>Použitá literatura</i>	45

## 1. Úvod

Pařeziny jsou tvarem lesa, jehož obhospodařování spočívá v systematicky opakovaném kácení výmladků vyrůstajících z pařezů vzniklých v předcházejícím cyklu těžby (EVANS, 1992). Lesní porosty pařezin se obnovují samovolně bez zásahu člověka, který z lesa pouze odnímá biomasu. Biologickým procesem umožňujícím tento způsob lesního hospodaření je schopnost řady dřevin vytvářet vegetativní výhony, výmladky. Díky technologické nenáročnosti a rychlému získávání výnosů jsou pařeziny nejstarším způsobem lesního hospodaření prováděným již od neolitu (KADAVÝ, 2011; PETERKEN, 1992; HÉDL ET AL., 2011a).

Struktura pařezin je tvořena polykormony kmenů, které vyrůstají z jednoho pařezu, a obvykle do určité míry též přiměsí stromů semenného původu (HÉDL ET AL., 2011a). Pravidelné kácení probíhající v cyklech dlouhých zpravidla 5–30 let (KADAVÝ, 2010) způsobuje, že kmeny nemají možnost dorůst do velké tloušťky. Takto získaný materiál může být využíván především jako palivové dříví (tamtéž).

Les nízký (též výmladkový) je nadřazeným pojmem k pařezině, protože může zahrnovat porost tvořený výmladky jiného než pařezového původu (viz kap. 3). V lese středním jsou vedle výmladků ponechány výstavky, tj. kmeny semenného i výmladkového původu, které se nechaly dorůst do větší výšky (KADAVÝ, 2011). Historicky praktikovaným, dnes v České republice zákonem zakázaným způsobem využití lesa je lesní pastva, při které byly zmlazující stromy chráněny před dobyt看em oplocením a také aplikováním tzv. hlavového řezu prováděného ve větší výšce nad zemí (RACKHAM, 2003). Tyto tři tvary lesa (les nízký, střední a pastevní) jsou řazeny do tradičního lesnického hospodaření stojícího v protikladu k hospodaření modernímu (HÉDL ET AL., 2011a). Moderní hospodaření, které za jediný možný tvar lesa označuje les vysoký, tedy porost vysokých jednokmenných stromů generativního původu, se začalo v lesnictví prosazovat na přelomu 18. a 19. století (HÉDL ET AL., 2011a).

Důvodů pro opuštění výmladkového hospodaření bylo několik. Prvním byla změna ve struktuře poptávky, kdy topení palivovým dřívím bylo nahrazeno

fosilními palivy (KADAVÝ, 2011). Poukazováno bylo na zhoršování půdních podmínek v dlouhodobě těžných pařezinách, zejména pokud se nacházejí na méně úživných půdách (GUTTENBERG, 1913).

S převodem nízkých lesů na lesy vysoké se ovšem začala ztrácet cenná stanoviště světlomilné flory a fauny, v současné době tak vzrůstá zájem o obnovu pařezin z důvodů ochrany biodiverzity. Na výmladkové hospodaření je vázána řada rostlin, ale především řada druhů bezobratlých, z nich nejznámější je chráněný hnědásek osikový (KADAVÝ, 2011). Kromě ochrany přírody na obnově pařezin mohou mít zájem i malí a střední vlastníci lesů, pro něž výmladkové lesy s krátkým obmýtím a nízkými náklady mohou představovat výhodnější formu hospodaření (KADAVÝ, 2011). V neposlední řadě pařeziny představují zajímavou součást lidské historie a svědčí o tradičních způsobech obhospodařování krajiny.

Z výše uvedeného hospodářského úvodu je odvozeno zaměření této práce: V minulosti rozšířené pařezinové hospodaření bylo opouštěno a porosty byly různými postupy převáděny na les vysokokmenný (POLENO A VACEK, 2007). Výsledkem nepřímého způsobu převodu předržením neboli výchovou je tzv. nepravá kmenovina, tedy les tvořený vysokými stromy z velké části výmladkového původu. Z každého polykormonu jsou odstraněny přebytečné výmladky a ponechán je pouze jeden či dva kmeny (tamtéž, s. 143). Přestože vegetativní původ takového stromu pak může být na první pohled patrný kvůli poznávacím znakům, jako je zahnutí bazální části kmene (HÉDL ET AL., 2011b) a jiné pozůstatky původního pařezu, není toto pravidlem.

Stromy, které byly v minulosti skáceny a měly možnost vegetativně zmladit, se dožívají vysokého věku, dokonce vyššího než stromy, které si primární kmeny generativního původu udržely po celou dobu své existence (DEL TREDICI, 2001). Zajímavost výmladkového původu nepravé kmenoviny tedy spočívá v tom, že zatímco porost je tvořen hospodářským lesem starým desítky let, kořenový systém pod povrchem může být starý až několik stovek let. Pro účely lesnického výzkumu i výzkumu historie krajiny může být užitečné nalézt další metodu identifikace vegetativního původu stromu. Zvolenou metodou, jejíž funkčnost

je v předkládané práci ověřována, je letokruhová analýza kořenových a kmenových vývrtů odebraných ze stromů, které v minulosti prokazatelně prošly nejméně jedním cyklem vegetativního zmlazení. Tuto metodu určení původu stromu údajně v praxi využívají lesníci v Turecku, dá se tedy očekávat relativní jednoduchost její aplikace.

Odpovědi na otázky po historii vegetace a historickém vlivu člověka na ekosystémy hledá obor zvaný historická ekologie. Toto odvětví se nachází na pomezí věd přírodních a společenských, protože vychází nejen z přírodovědných směrů jako je palynologie nebo dendrochronologie, ale zkoumá také písemné archivní záznamy, které společnost v souvislosti s využíváním krajiny vytvářela (RACKHAM, 1998; RACKHAM, 2003).

Letokruhovou analýzou se pak zabývá obor dendrochronologie. Hlavním cílem dendrochronologie je srovnávání tloušťek letokruhů a vytváření datovaných řad pro jednotlivé dřeviny. Navržená metoda srovnání počtu letokruhů je tedy odlišná od metod dendrochronologického datování, vychází ovšem ze stejných biologických poznatků o anatomii a růstu dřeva.

Na dendrochronologii úzce navazuje obor dendroekologie, který zkoumá, jak je možné z tloušťek letokruhů odvodit historické přírodní podmínky, za kterých daný strom rostl. Díky znalostem růstu dřeva můžeme zjistit, jak se v minulosti měnily hydrologické podmínky na stanovišti, jaký vliv na růst stromu měl sníh, vítr, požáry, pohyb ledovců a sesuvy půdy, také biotické faktory (např. okus živočichy) a v neposlední řadě jak podmínky měnil svou činností člověk (SCHWEINGRUBER, 1996).



## 2. Cíl práce

Hlavním cílem práce je ověření použitelnosti srovnání počtu letokruhů ve kmenech a kořenech stromů. Vzorky budou podle druhového složení porostů nacházejících se v místě odběru sbírány z více dřevin, nabízí se tedy srovnání výsledků navzájem mezi jednotlivými druhy. K odběru vzorků budou vybírány stromy s prokazatelným vegetativním původem, konkrétně z porostů mladých a předržených pařezin.

Vedlejším cílem je literární rešerše zabývající se vegetativním/generativním rozmnožování dřevin mírného pásu.

Dílčími kroky hlavního cíle (ověření metody) jsou:

- Nalezení vhodného porostu výmladkového původu ve střední nebo jihovýchodní Evropě
- Odebrání vývrtů pomocí Presslerova nebozezu z (nejstaršího) kmene stromu a ze dvou až tří jeho kořenů blízko kmenové báze
- Spočítání letokruhů na vzorcích a jejich srovnání
- Posouzení metody z hlediska výsledků a způsobu provedení

### **3. Vegetativní rozmnožování dřevin mírného pásu a jeho srovnání s rozmnožováním generativním**

#### **3.1 Typy vegetativního rozmnožování**

Vegetativní rozmnožování dřevin představuje strategii přežití jedince, který je schopný regenerovat i po tak vážných disturbancích, při kterých je odstraněna celá jeho nadzemní část (BELLINGHAM, 2000). Na exponovaných stanovištích či lokalitách s hraničními podmínkami pro růst dané dřeviny tvorba výmladků představuje způsob, jak překonat obtížný proces uchycení semen a v omezené míře tak může být i prostředkem prostorového šíření (DEL TREDICI, 2001).

Většina krytosemenných rostlin reaguje na zranění tvorbou výmladků vyrůstajících z potlačených (spících) pupenů přímo pod místem zranění (DEL TREDICI, 2001). Obecně se pupeny, které se nacházejí nejbližší místu řezu či zlomu, ať už na větvích či na kmeni, projevují nejprudším růstem. Růst bazálních výmladků je tak vyvolanou reakcí, jejímž účelem je nahrazení poškozeného kmene. Poškozený strom vytváří velké množství výhonů, které prochází přirozeným úhynem, takže pouze několik výmladků přežije a může se stát sekundárním kmenem stromu. Prvotní počet výhonů se může pohybovat v řádu stovek (MATULA ET AL., 2012), 75–90 % výmladků odumře během prvních 5–10 let po vyrašení (DEL TREDICI, 2001).

DEL TREDICI (2001) podrobněji popisuje čtyři základní typy vegetativního rozmnožování u dřevin mírného pásu. Prvním je pařezová výmladnost, která je nejdůležitější pro existenci pařezin. HARMER (1995) tento typ výmladnosti rozděluje podle původu pupenů, ze kterých se výmladky vytváří. Výmladky, které pocházejí ze spících pupenů, vyrážejí na bázi kmene pod hranou řezu přibližně v místech, kde pahýl kmene přechází v kořenový systém. Tyto výmladky mohou vytvářet vlastní adventivní kořeny, do jisté míry se tak osamostatňují od mateřského stromu a mohou se stát rametami (samostatnými klony původního stromu; DEL TREDICI, 2001). Výmladky mohou na pařezu vyrážet také z adventivních pupenů umístěných v kambiu; tyto výmladky jsou plně závislé

na kořenovém systému původního stromu, často jsou krátkověké. Výmladnost z adventivních pupenů je méně obvyklá (HARMER, 1995).



Obr. 1 – Srovnání výmladků pocházejících se spících pupenů (vlevo) a adventivních pupenů v kambiu (vpravo). (HARMER, 1995)

Druhým typem vegetativního rozmnožování je vytváření výmladků ze specializovaných podzemních oddenků. Při tomto způsobu zmlazování se výhony vytváří až v určité vzdálenosti od kmene, nezávislost výmladku na mateřském pařezu je tedy vyšší než u výmladků pařezových. Takovým orgánem může být podzemní oddenek a také tzv. *lignotuber*, dřevnaté zduření svrchní části kořenového systému a báze kmene, který zároveň slouží jako úložiště zásobních látek a pomáhá kotvení stromu v půdě. Tento typ výmladnosti není u dřevin střední Evropy popsán, z vysazených druhů se týká například lípy americké nebo dubu korkového (DEL TREDICI, 2001).

Výmladky vyrůstající z kořenů až v několikametrové vzdálenosti od kmene mateřského stromu jsou na našem území typicky vytvářeny alochtonním trnovníkem akátem, méně běžně také domácími druhy dřevin jako je topol osika (BÄRRING, 1988), jilm habrolistý (KOOP, 1987) a jiné. Výmladky se mohou tvořit na mladých zdravých kořenech z přídatných pupenů, které jsou morfologicky podobné spícím pupenům na kmenové bázi stromu (DEL TREDICI, 2001). Hojivé pupeny se pak vytvářejí na povrchu kořenů až v reakci na nějaké zranění stromu. Některé dřeviny mají schopnost vytvářet oba tyto druhy kořenových pupenů. Kořenové výmladky mohou být prostředkem prostorového šíření stromu, byly

zaznamenány klony jednoho jedince pokrývající až několik desítek hektarů (MITTON A GRANT, 1996).

Posledním typem vegetativního vytváření výmladků jsou oportunní výmladky, které se vytvářejí pouze při dosažení určitých podmínek. Do této kategorie řadíme samovolné hřížení, tj. zakořeňování převislých větví, což je jediný typ vegetativního množení běžný též u jehličnatých druhů dřevin. V lesních porostech je hřížení obvyklé pouze u některých dřevin rostoucích v podrostu. Častěji se projevuje u samostatně stojících jehličnanů rostoucích na exponovaných stanovištích (DEL TREDICI, 2001).

Samostatným typem výmladnosti je výmladnost semenáčků. Tento druh výmladnosti je značně nenápadný, a přestože má silný ekologický význam pro růst lesa, nebývá příliš často zmiňován (DEL TREDICI, 2001). Zatímco výmladnost u dospělých stromů má za cíl především prodloužit délku života jedince v případě zranění, u semenáčků umožňuje přežití ve stresových podmínkách způsobených okusem býložravců, zastíněním, vysycháním aj.

Schopnost zmlazovat tedy může být brána jako pojistka, při které stromy investují do ochrany před budoucími škodami. Investice mají formu energie potřebné pro produkci a udržení zásoby spících pupenů a zásoby látek potřebných pro podporu rychlého růstu výmladků následujícího po poškození (DEL TREDICI, 2001).

### ***3.2 Srovnání generativního a vegetativního rozmnožování***

Reprodukční strategie jsou centrem zájmu výzkumů, které se zabývají šířením a demografií rostlinných společenstev. Hlavními charakteristikami semenného rozmnožování jsou potenciální rozptyl semen na dlouhé vzdálenosti, opožděné klíčení semen ze semenné banky a genetická adaptace na nové ekologické podmínky (DEILLER, WALTER A TRÉMOLIÈRES, 2003). Během klíčení jsou semena a semenáčky ohroženy ptactvem a hlodavci, navíc vyžadují vhodné podmínky pro uchycení a jsou velmi citlivé vůči stresu. V kontrastu s tím vegetativní výmladky vykazují vyšší rezistenci proti stresu již v rané fázi růstu

díky tomu, že jejich vývoj je podpořen stálým přísunem živin z mateřského stromu. V případě poškození je i malý výmladek schopen znovu obrazit. Oproti tomu je rozšiřování výmladků omezené dosahem kořenů a větví rodičovské rostliny.

Vegetativní rozmnožování udržuje existenci stávající generace jedinců, na rozdíl od rozmnožování generativního, při němž se splýváním pohlavních buněk vytváří generace nové a je tak prostředkem přežití a šíření populací. Semenné rozmnožování je vlastní všem vyšším rostlinám, ovšem mohou nastat podmínky, při kterých nemůže být realizováno. Uplatnění generativního/vegetativního rozmnožování se neliší jen mezi různými druhy dřevin, ale také v rámci jednoho druhu v závislosti na vlastnostech stanoviště, množství disturbanci v prostředí a dalších faktorech.

Proměnlivost růstové formy coby důsledku způsobu rozmnožování v závislosti na míře disturbance může být interpretováno v rámci nadzemní konkurence (BELLINGHAM, 2000). V případě, že na stanovišti nedochází k disturbancím, jsou dřeviny s jedním vysokým kmenem díky lepšímu přístupu ke světlu konkurenčně nadřazené. V často narušovaném prostředí je naopak žádoucí schopnost co nejrychlejšího zapojení koruny. Tuto schopnost nejlépe projevují výmladkové dřeviny a tak budou v konkurenční výhodě až do té doby, dokud je jednokmenné stromy nepředrostou a nezastíní.

Vytváření sekundárních kmenů je u stromů reakcí vyvolanou zraněním nebo dramatickou změnou v okolních přírodních podmínkách (DEL TREDICI, 2001). Aby byla rostlina po zranění schopná vytvářet výmladky, potřebuje k tomu živé meristémy (dělivá pletiva) a uložené zásobní látky pro podporu růstu (BOND A MIDGLEY, 2001). U většiny stromů s výmladnou schopností jsou energetické zásoby uloženy v podzemní části stromu. Pouze u několika druhů, typicky vícekmenných, jsou zásoby uhlovodíků podporujících tvorbu výhonů uloženy v nadzemní části jedince (DEL TREDICI, 2001). Alokace energie do zásobních látek v těle rostliny představuje tzv. *tradeoff* (směnu, kompromis) mezi podporou výmladnosti a generativní reprodukce (CHAPIN, SCHULZE A MOONEY, 1990).

Rostliny, které jsou silně výmladné, mají obecně méně semen a nižší poměr přeživších semenáčků než rostliny, které nevymlazují (BOND A MIDGLEY, 2001).

Biogeografické rozšíření druhů dřevin s výmladnou schopností ovlivňují přírodní podmínky prostředí. Podle EVERHAMA A BROKAWA (1996) se v lesích mírného pásu vyskytuje méně výmladných druhů rostlin (35,9 %) ve srovnání lesy tropickými (51,5 %). Jako možné důvody uvádí vlhkost stanoviště, která v tropických lesích podporuje růst výmladků, výskyt jehličnanů v mírném pásu a méně přirozených disturbancí (jako jsou větrné smršti) v mírném pásu.

### **3.3 Faktory ovlivňující schopnost vegetativního rozmnožování**

Výmladnost je univerzální vlastností krytosemenných druhů stromů mírného pásu, zejména v rané fázi jejich vývoje (DEL TREDICI, 2001). Pouze několik výjimek mezi listnatými dřevinami bazální výmladky netvoří (BURNS A HONKALA, 1990). Přesto se jednotlivé druhy dřevin liší v množství výmladků a schopnosti výmladky vytvářet v závislosti na stáří stromu, zastínění, druhu disturbance a dalších faktorech (RACKHAM, 1998; MATULA ET AL., 2012). Vliv stáří stromu (respektive průměr pařezu) se obecně projevuje poklesem výmladné schopnosti po dosažení určitého věku (průměru). Obecně bylo prokázáno, že růst a dlouhověkost výmladků se zesiluje s dostupností světla na stanovišti (DEL TREDICI, 2001). S větší pravděpodobností si bujnou výmladnost do většího stáří udrží stromy, které rostou na stanovištích s horšími podmínkami či s častějšími disturbancemi, oproti stromům, které rostou na lokalitách příznivých a nenarušovaných. Druhy, které zároveň vytvářejí bazální i kořenové výmladky, obvykle ztrácí schopnost vytvářet bazální výmladky dříve než druhy dřevin, které kořenové výmladky netvoří.

V obhospodařovaných pařezinách jsou hlavními faktory ovlivňujícími míru růstu výmladků především bonita stanoviště, věk pařezu (jeho průměr), časový okamžik provedené těžby a druh těžené dřeviny (KADAVÝ, 2010). Z hlediska časové vhodnosti těžby je pak nejvhodnější dobou pro kácení období vegetačního

klidu; stromy pokácené během vegetační doby vytvářejí menší počet výmladků s pomalejším růstem (BURNS A HONKALA, 1990).

Udává se, že pařezy o průměru menším než 10–15 cm vytvářejí výmladky takřka vždy; naopak u pařezů s průměrem vyšším než 30 cm schopnost vytvářet výmladky významně klesá (DEL TREDICI, 2001). Důvodem pro tento pokles je pravděpodobně odumření spících pupenů. Těmto obecně uváděným vlastnostem mohou odporovat závěry dílčích výzkumů, jak uvedl například MATULA ET AL. (2012): Výzkum prováděný na lípě srdčité, habru obecném a dubu zimním ukázal, že intenzita tvorby výmladků u lípy a habru s rostoucím průměrem kmene rostla. Naopak tvorba výmladků dubu, který bývá dáván jako příklad dřeviny, která si svou výmladnou schopnost udržuje déle než jiné druhy (DEL TREDICI, 2001), v tomto výzkumu byla nepřímo úměrná stáří pařezu a s jeho rostoucím průměrem klesala (MATULA ET AL., 2012).

Dalším faktorem je hustota zbývajících stromového porostu, tedy míra zastínění. Na rozdíl od výmladků na semenáčcích je tvorba výmladků u starších stromů přímo závislá na dostatečném přístupu světla (DEL TREDICI, 2001). Reakce na nedostatek světla se opět liší podle druhu dřeviny, například lípa srdčitá oproti habru a dubu vytváří v zástínu největší počet výmladků (MATULA ET AL., 2012).

Tyto odlišnosti mohou být v praxi využity při záměrném ovlivňování druhového složení nově zakládáných pařezin. Přehled vybraných dřevin a jejich schopnosti generativního a vegetativního rozmnožování viz Tabulka 1.

Tab. 1 – Schopnost vybraných dřevin vytvářet výmladky. Upraveno podle RACKHAMA (1998).

Dřevina	Rozmnožování semeny	Výmladnost z pařezu	Výmladnost z hlavového řezu	Kořenové výmladky
buk lesní ( <i>Fagus sylvatica</i> L.)	dobré	dobrá	velmi dobrá	není
dub zimní ( <i>Quercus petraea</i> (MATT.) LIEBL.)	slabé	velmi dobrá	velmi dobrá	není
habr obecný ( <i>Carpinus betulus</i> L.)	dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není
jasan ztepilý ( <i>Fraxinus excelsior</i> L.)	velmi dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není
javor klen ( <i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	velmi dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není
jeřáb muk ( <i>Sorbus aria</i> (L.) CRANTZ)	dobré	dobrá	není (neznámá)	není
jilm drsný ( <i>Ulmus glabra</i> HUDS.)	dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není
kaštanovník jedlý ( <i>Castanea sativa</i> MILL.)	dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není
lípa srdčitá ( <i>Tilia cordata</i> MILL.)	velmi slabé	velmi dobrá	velmi dobrá	velmi slabá
oře lepkavá ( <i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.)	velmi dobré	velmi dobrá	neznámá	není
topol osika ( <i>Populus tremula</i> L.)	velmi slabé	není	není	velmi dobrá
vrba bílá ( <i>Salix alba</i> L.)	velmi dobré	velmi dobrá	velmi dobrá	není



### ***3.4 Ekologický a praktický význam porostů výmladkového původu***

Jak bylo řečeno výše, vegetativní výmladnost je prostředkem přežití jedince, umožňuje prodloužení doby existence navzdory výrazným disturbancím více či méně likvidačním pro nadzemní část stromu a v případě kořenových výmladků také slouží k rozšiřování nových jedinců, klonů v prostoru. U temperátního lesa, kde nepůsobí disturbance, výmladná schopnost vzrostlých stromů nehraje tak důležitou roli. Významná je především pro nižší dřeviny rostoucí v podrostu, kterým umožní přežít zastínění a umožňuje jim rychlé rozšíření v okamžiku uvolnění koruny (DEL TREDICI, 2001).

Kromě toho ekologický význam výmladnosti spočívá v možnosti udržet populaci rostlin na dané lokalitě, nejde tedy jen o význam pro regeneraci jedince (BOND A MIDGLEY, 2001). Na druhou stranu vedlejším projevem vegetativního rozmnožování je snižování genetické diverzity populace. Tento jev je obzvláště významný u porostů tvořených druhy s kořenovými výmladky a druhy, které se šíří zakořeňováním převislých větví (DEL TREDICI, 2001).

Výhod pro lesnické využití vegetativního rozmnožování je několik, některé byly nastíněny již v úvodu této práce, jako jsou nízké náklady na údržbu porostu a rychlá návratnost. Kromě toho je přínosem spolehlivost tvorby výmladků, protože nejsou závislé na semenných letech a příhodných podmínkách pro klíčení semen (DEL TREDICI, 2001). Vegetativní obnova porostu je žádoucí na prudkých svazích, kde je nutné co nejrychlejší zapojení porostu.

Naopak hospodářsky problematickou je častější výskyt hniloby, která se šíří z pařezu do výmladků. Tomu je možné údajně zabránit kácením na co nejnižší pařez, aby se podpořila tvorba bazálních výmladků z pupenů co nejbližší půdě (DEL TREDICI, 2001). Takové výmladky si také tvoří častěji vlastní adventivní kořeny, čímž se stávají stabilnějšími.

Pokud je však pěstování pařezin prováděno systematicky, jednotlivé pařezy si mohou udržet stejnou úroveň produktivity po mnoho generací a porosty pařezin jako celek až po několik století (RACKHAM, 2003).

## 4. Lesy a lesnictví v Turecku

Pro realizaci praktické části výzkumu byl vybrán Výzkumný les Univerzity v Istanbulu v Turecku. Pařezinové hospodaření bylo v minulosti v Turecku velmi rozšířené, navíc, jak bylo řečeno v úvodu, se zde údajně metoda kořenových vývrtů využívá v lesnické praxi.

Turecko se nachází v mírné středozevní geografické oblasti, ovšem vlivem hor procházejících podél pobřeží jsou klimatické podmínky na jeho území v různých regionech výrazně odlišné. Zatímco pobřeží má mírné oceánické klima, vnitrozemí Anatólie prochází velkými extrémy teplot a omezenými srážkami, které jsou charakteristické pro klima kontinentální (SENSOY ET AL., 2008). Turecko se nachází na hranici Eurosibiřské, Středozevní a Íránsko-turánské fytogeografické podoblasti (ÇOLAK A ROTHERHAM, 2006). Tvoří tak přechod mezi jižní Evropou a severozápadní Asií a oplývá pestrými přírodními podmínkami. Navzdory poklesu ploch lesů ze 70 % (asi před 4000 lety) na 26 % (okolo roku 1970) vlivem nadměrné těžby, požárů a přeměnou na ornou půdu, je složení zdejší vegetace v porovnání se střední Evropou relativně původní. Zájmová evropská část Turecka spadá do Eurosibiřské podoblasti a klimaxovými vegetačními společenstvy zde jsou opadavé lesy mírného pásu (ÇOLAK A ROTHERHAM, 2006).

Počátky organizované péče o lesy na území Turecka se datují do let 1839–1840, kdy byl v Osmanské říši zřízen první lesnický úřad (ÖZDEN A BIRBEN, 2012). Přestože regulace v té době nedokázala zabránit drancování lesů obyvateli, v obecné rovině začaly být lesy vnímány jako potenciální zdroj příjmů celostátního významu. První lesní zákon vešel v platnost v roce 1870. V něm byly pařeziny ve vlastnictví obcí vymezeny jako jedna ze samostatných kategorií lesa.

Po založení Turecké republiky v roce 1923 byla zakázána nekontrolovaná těžba a v roce 1945 byly zákonem všechny lesy zestátněny. To ovšem nebránilo ve využívání lesů místními obyvateli, kteří byli na lokálních zdrojích dřeva

existenčně závislí (TOKSOY, 2008). V roce 1956 pak byl přijat dodnes platný lesní zákon (GUNEŞ A COŞKUN, 2008).

V současné době patří lesy v Turecku z 99,9 % státu (GENERAL DIRECTORATE OF FORESTRY, 2009) a jsou spravovány Všeobecným lesnickým ředitelstvím spadajícím pod Ministerstvo životního prostředí a lesnictví.

Podle inventarizace lesů z roku 2004 lesy pokrývají 21,189 milionů hektarů, což představuje asi 27,2 % plochy Turecka. Díky podpoře zalesňování nových ploch, zlepšování stavu současných porostů a omezování těžby oproti dřívějším letům plocha lesů neustále roste (GENERAL DIRECTORATE OF FORESTRY, 2009). Kvalita lesů je rozlišována podle hustoty zápoje korun. Jako degradované jsou označovány porosty se zápojem nižším než 10 %; takové tvoří polovinu všech lesů v Turecku. Cílem péče je pak dosáhnout minimálního zápoje 40 % (GENERAL DIRECTORATE OF FORESTRY, 2009).

Tradičním způsobem obhospodařování v minulosti především v okolí měst a obcí bylo pařezení. Výmladkové lesy v současnosti tvoří 27 % všech tureckých lesů, v roce 2006 bylo ovšem výmladkové hospodaření na asi 1,5 mil. ha v regionech okolo Marmarského a Černého moře úplně opuštěno a zde i v jiných částech země probíhá postupný převod pařezin na les vysoký; celkem 7 % lesů se nachází v procesu převodu (GENERAL DIRECTORATE OF FORESTRY, 2009).

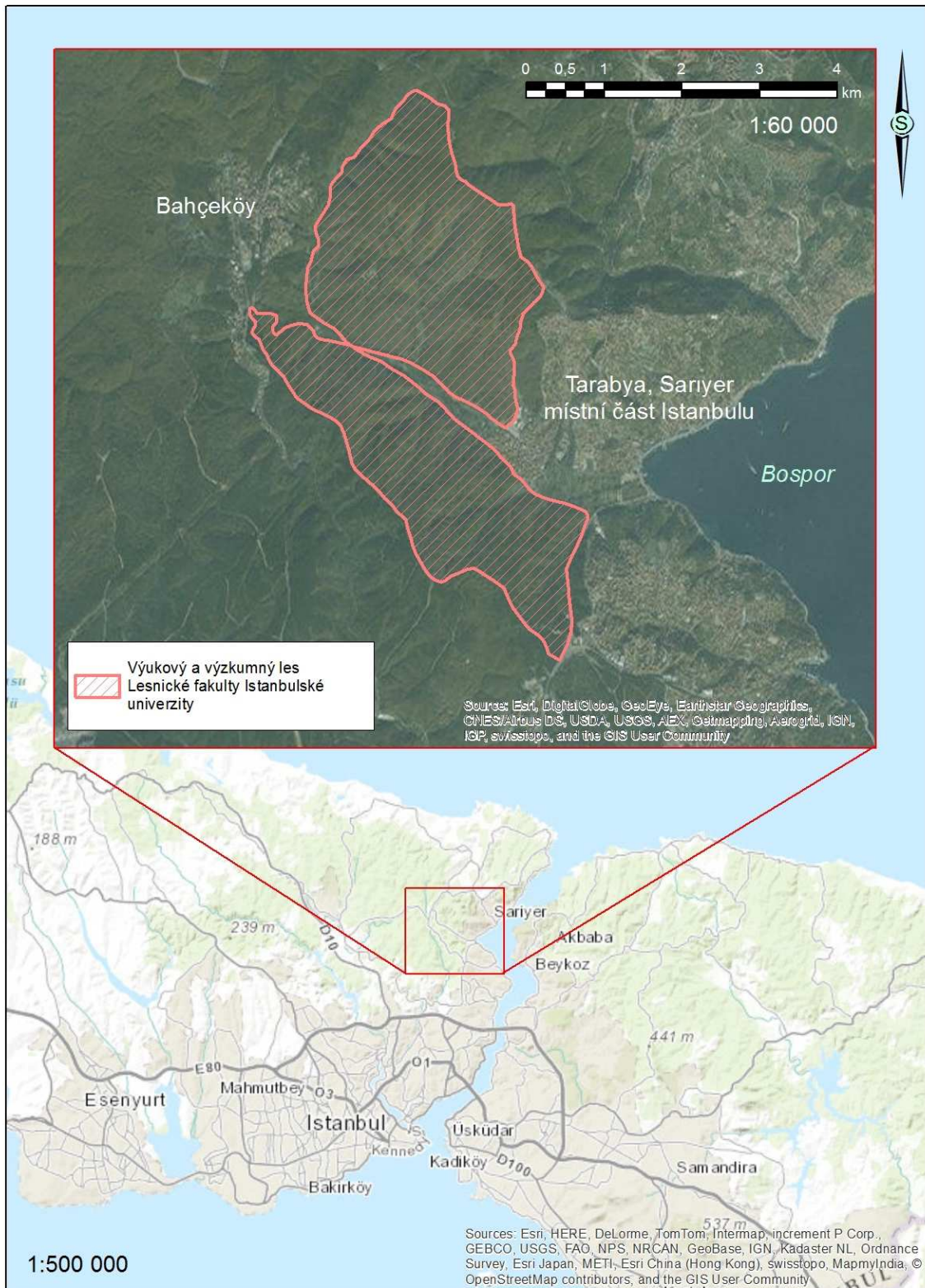
## 5. Metoda a materiál výzkumu

### 5.1 Širší územní vztahy

Výzkumný les Lesnické fakulty Univerzity v Istanbulu, kde probíhal sběr vzorků, se nachází na severu Istanbulu u obce Bahçeköy v městském obvodu Sariyer. Leží mezi souřadnicemi 28°59'17" a 29°32'25" východní délky a 41°09'15" a 41°11'02" severní šířky – viz Obr. 2. Od Černého moře je vzdálen přibližně 9 km a od Bosporského průlivu asi 3 km. Výukový les má rozlohu 735 ha, nadmořská výška se pohybuje mezi 25–250 m n. m. (ERTAŞ, 2007). Nejrozšířenějšími dřevinami v porostech zde jsou habr obecný (*Carpinus betulus* L.), různé druhy dubu (d. balkánský – *Quercus frainetto* TEN., d. zimní – *Q. petraea* (MATT.) LIEBL., d. cer – *Q. cerris* L., ad.), lípa stříbrná (*Tilia tomentosa* MOENCH), kaštanovník jedlý (*Castanea sativa* MILL.), vtroušeny jsou další listnaté i jehličnaté dřeviny. Prakticky celá plocha byla v minulosti obhospodařována výmladkovým způsobem, ale již od roku 1983 zdejší pařeziny nejsou káceny a od roku 1997 jsou nepřímým způsobem převáděny na les vysoký (ERTAŞ, 2007).

Klima je na území lesa kvůli severnímu větru proudícímu údolím Büyükdere poměrně vlhké, zejména v hlubokých údolích (KAVGACI, 2001). V letním období převládá směr větrů severovýchodní, v jiných částech roku též jihozápadní a jižní. Průměrné roční srážky (za období let 1945–1970) jsou 1074,4 mm, průměrná roční teplota 12,8 °C, průměrná teplota v letním období 20,2 °C, průměrná lednová teplota 4,5 °C (KAVGACI, 2001). Les se nachází v oblasti vlhkého klimatu mírného pásu, projevuje se vliv oceánského podnebí s mírným deficitem vody v letním období (ŠRÁMEK, 2015).

Geologické podloží výzkumného lesa je tvořeno břidlicovým prachovcem (KAVGACI, 2001). Hlavním půdním typem jsou hnědé lesní půdy (kambizemě), půdní druh jílovito-hlinitý. Půdy jsou středně hluboké, bez skeletu, na vrcholech kopců hlubší a skeletnaté.



Obr. 2 – Mapa umístění Výukového a výzkumného lesa Lesnické fakulty. Hranice lesa byla přibližně přejata z KOČ, YENE A SELİK, 1996. (mapový podklad Esri World Topographic Map a World Imaginary)

## 5.2 Popis dílčích výzkumných ploch

Na území Výzkumného lesa Lesnické fakulty Univerzity v Istanbulu byly předběžně vybrány plochy pařezin různého stáří a druhového složení. Na těchto plochách byla určena dvě místa odběru vzorků; tato nebyla vymezena pevnou hranicí, pouze výchozím bodem, v jehož blízkosti se nacházejí (Obr. 3):

1. **Pás vysokokmenného porostu podél silnice Bahçeköy Cd** směrem na místní část Tarabya (Obr. 4). Pás se nachází v jihovýchodní části školního lesa; šířka pásu je asi 250 m, délka 550 m. V tomto pásu se v blízkosti silnice nachází řada stromů (především dubu balkánského a méně také habru obecného) o stáří 80–100 let. Na bázích kmenů je více či méně patrný vegetativní původ těchto stromů. K rozhodnutí o předržení těchto stromů došlo na konci 50. let 20. století, kdy byla preferována estetická kvalita stromů rostoucích podél používané cesty. Na tento pás navazují pařeziny habru o přibližném stáří výmladků 30–40 let. Směrem do nitra porostu jsou habry nahrazovány pařezinami dubu balkánského stejného stáří. Nadmořská výška území je přibližně 30–50 m n. m., jihozápadní expozice.

GPS souřadnice výchozího bodu (vjezd do lesa s hlídanou bránou):

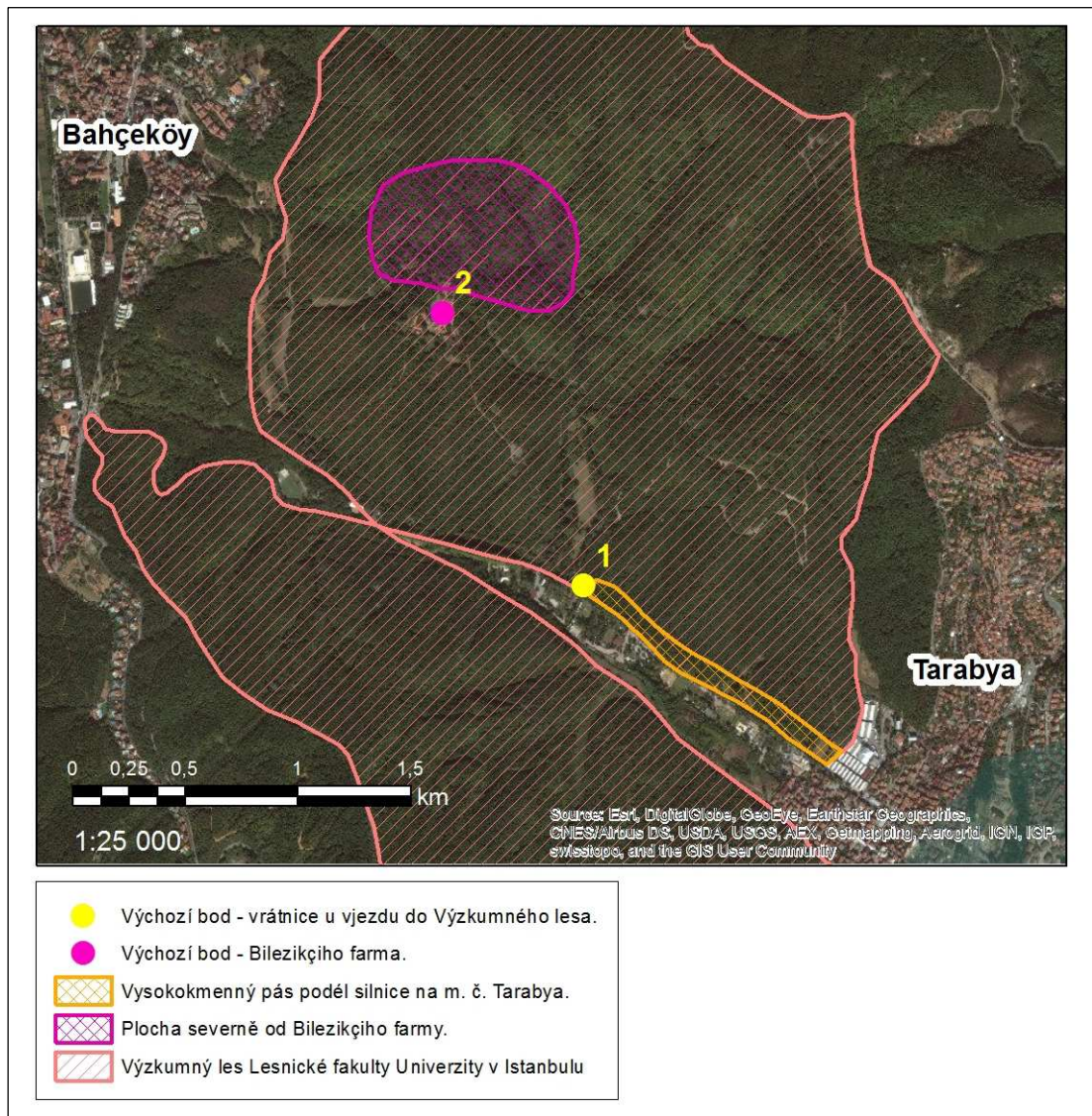
41°9'53.4384" severní šířky, 29°0'39.5856" východní délky

2. **Plocha severně od Bilezikçihio farmy**, budovy, která se nachází v prostoru Výzkumného lesa. Plochu pokrývají porosty pařezin lípy stříbrné a kaštanovníku jedlého s dalšími vtroušenými listnatými dřevinami (Obr. 5). Stáří výmladků v místě odběru je asi 30 let. Odběr probíhal především na stromech stojících v blízkosti stezek procházejících porostem. Nadmořská výška plochy je přibližně 140–200 m n. m., expozice jihozápadní až západní.

GPS souřadnice výchozího bodu (Bilezikçihio farma):

41°10'22.9476" severní šířky, 29°0'20.0808" východní délky





Obr. 3 – Mapa umístění dílčích výzkumných ploch. (mapový podklad Esri World Imaginary)





*Obr. 4 – Přechod mezi nepravou kmenovinou a pařezinou na výzkumné ploše č. 1.(foto autorka)*



*Obr. 5 – Ukázka porostu pařezin na výzkumné ploše č. 2. (foto autorka)*



### 5.3 Postup odběru vzorků

Na plochách byly vytipovány stromy vhodné k odběru vzorků. Vhodnost byla určena skrze přístupnost stromu v porostu a dostatečný počet (tj. 2–3) přístupných kořenových náběhů. K odběru vývrtů byl použit Presslerův přírůstový lesnický nebozez. Nejprve byl odebrán vzorek kmene. V případě polykormonu byl vybrán pouze kmen o největším průměru. Pokud to tloušťka kmene dovozovala, byl vývrt vytvořen z jeho celého jeho průměru.

Dále byly kartáčem očištěny dva, případně tři kořenové náběhy. Odběr byl proveden ve vzdálenosti přibližně do 20 cm od kmenové báze. Vrták byl směřován kolmo k růstu kořene (Obr. 6).



Obr. 6 – Ukázka odběru vývrtů z kořenového náběhu dubu balkánského.  
(foto autorka)

Vzorky byly z vrtáků vyjímány, fixovány zabalením do papíru a ihned popsány. Tím se zabránilo poškození a promíchání vzorků při odběru.

Vzorky byly odebírány z druhů habr obecný (*Carpinus betulus* L.) a dub balkánský (*Quercus frainetto* TEN.) na ploše č. 1 a lípa stříbrná (*Tilia tomentosa* MOENCH) a kaštanovník jedlý (*Castanea sativa* MILL.) na ploše č. 2. Počet vzorků, které bylo potřeba odebrat, byl předběžně určen na 6–8 kmenových vývrtů z každého druhu dřeviny a 2–3 kořenové vývrty ke každému kmeni. Tento počet byl v průběhu sběru vzorků snížen vzhledem k fyzické náročnosti odběru a odhadu negativního výsledku výzkumu (častá hniloba, barevné změny a různé deformace letokruhů kořenových vzorků – viz Obr. 7).



Obr. 7 – Kořenový vývrt odebraný z dubu balkánského (*Quercus frainetto* TEN.).

Nakonec bylo celkově odebráno 58 vzorků ze 17 stromů. Nejvíce vývrtů bylo odebráno z dubu balkánského, u kterého se předpokládala možnost srovnání mezi mladšími a staršími stromy. Počty odebraných vzorků viz Tab. 2.

Tab. 2 – Počty vzorků podle dřevin a částí stromů, ze kterých byly odebrány. Počet kmenů odpovídá počtu jedinců.

Dřevina	Kmen	Kořeny	Celk. vzorků
Dub balkánský ( <i>Quercus frainetto</i> TEN.)	6	15	21
Kaštanovník jedlý ( <i>Castanea sativa</i> MILL.)	4	11	15
Lípa stříbrná ( <i>Tilia tomentosa</i> MOENCH)	5	11	16
Habr obecný ( <i>Carpinus betulus</i> L.)	2	4	6
<b>Celkem stromů: 17</b>		<b>Celkem vzorků: 58</b>	

## 5.4 Počítání letokruhů na vzorcích, popis a analýza vzorků

Vzorky byly následně zpracovány v laboratoři Ústavu nauky o dřevě Lesnické a dřevařské fakulty. Prvním krokem přípravy odebraného vzorku byla fixace a broušení vzorku. Vzorky, tedy válečky o průměru 5 mm a délce 10–30 cm, byly lepeny do dřevěných lišt opatřených drážkou a po zaschnutí lepidla byl jejich povrch upraven a vyleštěn pomocí brusného zařízení. Důležitá byla správná orientace vzorku tak, aby dřevní vlákna a cévy a směřovaly kolmo k podložce a letokruhy tak byly dobře čitelné. Ukázka opracovaného vzorku viz Obr. 8.

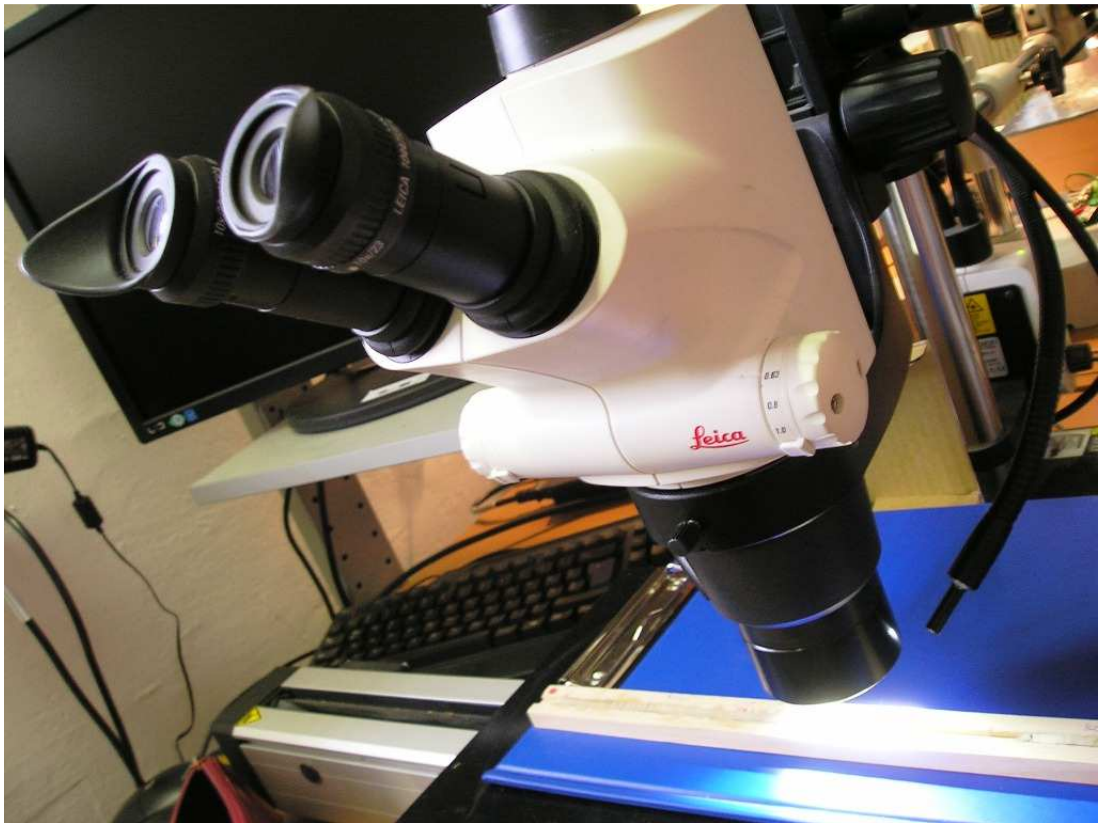


Obr. 8 – Ukázka kmenového vývrtu odebraného z kaštanovníku jedlého (*Castanea sativa* MILL.) zařezaného do dřevěné liště.

Odečítání počtu letokruhů bylo provedeno s pomocí mikroskopu značky Leica (Obr. 9) i okulárně bez použití zvětšovacího zařízení. Dendrochronologický software nebyl použit.

Výsledné počty letokruhů byly zaznamenány do tabulky a byly vytvořeny grafy srovnávající počty letokruhů v kmenech a nejvyšší počet letokruhů zjištěný v kořenech pro jednotlivé dřeviny. Dále byla samostatně pro každý druh dřeviny graficky znázorněna závislost mezi stářím kmene a počtem zjištěných letokruhů v kořenech, a také mezi stářím kmene a rozdílu stáří kmene a kořene. Na osu  $x$  byly vyneseny hodnoty počtů letokruhů ve kmenech, na osu  $y$  pak hodnoty počtů letokruhů v odpovídajících kořenech, respektive rozdílu počtů v kmenech a kořenech. Získané body byly proloženy lineární regresní funkcí – spojnicí trendu.





*Obr. 9 – Mikroskop použitý k odečtu počtu letokruhů ze vzorků.(foto autorka)*

## 6. Výsledky

Z celkem odebraných 58 vzorků bylo možné letokruhy spočítat u 55. Ze tří kořenových vývrtů nebylo možné odečíst počet letokruhů kvůli hnilobě dřeva, v některých místech byla dřevní vlákna rovnoběžná s obroušenou plochou vývrtu a letokruhy tedy nebyly vůbec viditelné, případně podélná osa vývrtu neprocházela středem kořene. Na dalších vývrtech kořenů je sice možné spočítat část letokruhů, ale část (až 2/3 délky) vývrtu nebyla vedena kolmo ke směru růstu kořene.

Jak je vidět v tabulce níže (Tab. 3), pouze u jediného stromu (vzorek č. 2 kaštanovníku jedlého) bylo dosaženo očekávaného výsledku, tedy že počet letokruhů v kořenech je vyšší než počet letokruhů napočítaný ve kmeni. Ze srovnání počtů tedy vychází, že počty naměřených letokruhů v kořenech značně podceňují skutečný věk stromu. Maximální zjištěný rozdíl činí 34 let u vzorků dubu balkánského.

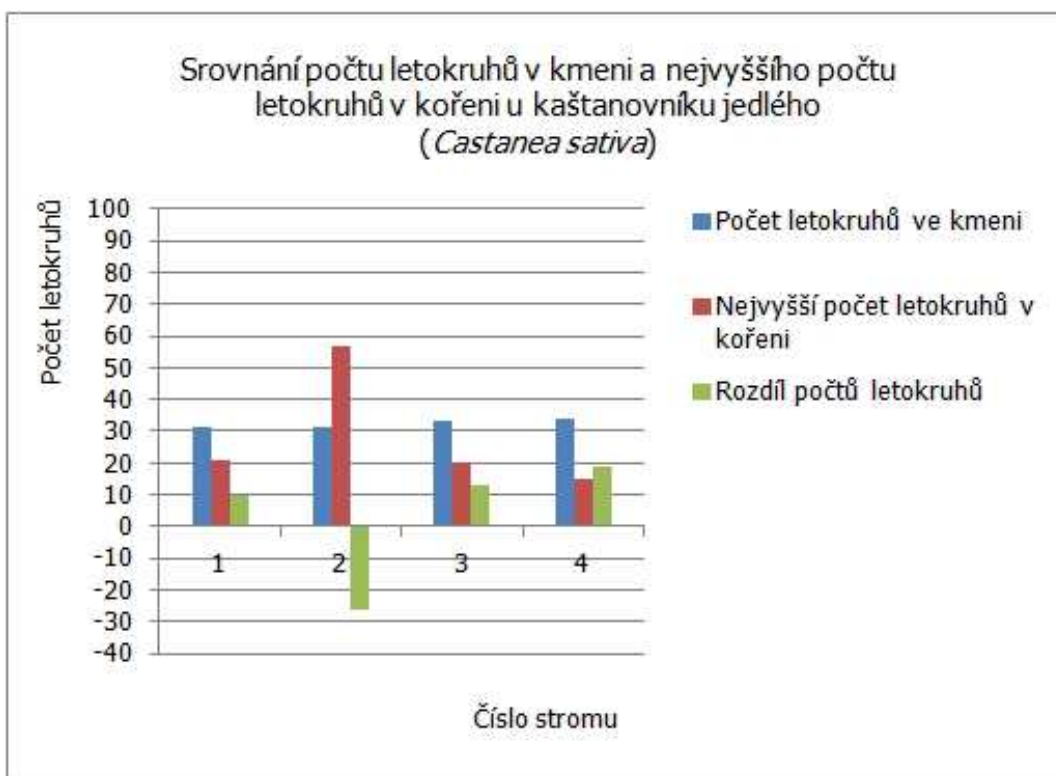
Z grafů (Obr. 10–13), které srovnávají počet letokruhů ve kmeni s nejvyšším zjištěným počtem letokruhů v příslušných kořenech, je možné vyčíst tento rozdíl také graficky. Žádoucím výsledkem by bylo dosažení záporné hodnoty u rozdílu letokruhů tak, jako tomu je u zmíněného vzorku kaštanovníku (Obr. 11).

Tab. 3 – Počty letokruhů v jednotlivých vzorcích. Pomlčka označuje vzorek, který byl odebrán, ale z něhož nebylo možné letokruhy odečíst. Zvýrazněný vzorek splňuje očekávání o vyšším počtu letokruhů v kořenovém vzorku oproti vývrtnu odebranému z kmene. Sloupec „rozdíl“ udává rozdíl mezi počtem letokruhů v kmeni a nejvyšším počtem letokruhů zjištěným v kořenech.

<b>Dub balkánský (<i>Quercus frainetto</i> TEN.)</b>					
č.	kmen	kořen 1	kořen 2	kořen 3	rozdíl
1	<b>24</b>	14	24		0
2	<b>37</b>	22	29		8
3	<b>40</b>	30	19	–	10
4	<b>65</b>	31	16	22	34
5	<b>80</b>	54	41		26
6	<b>90</b>	50	68	46	22
<b>Kaštanovník jedlý (<i>Castanea sativa</i> MILL.)</b>					
č.	kmen	kořen 1	kořen 2	kořen 3	rozdíl
1	<b>31</b>	18	21	–	10
2	<b>31</b>	46	52	57	-26
3	<b>33</b>	20	18	20	13
4	<b>34</b>	15	–		19
<b>Lípa stříbrná (<i>Tilia tomentosa</i> MOENCH.)</b>					
č.	kmen	kořen 1	kořen 2	kořen 3	rozdíl
1	<b>23</b>	4	22		1
2	<b>28</b>	18	7		10
3	<b>29</b>	23	18		6
4	<b>32</b>	13	19		13
5	<b>32</b>	9	28	13	4
<b>Habr obecný (<i>Carpinus betulus</i> L.)</b>					
č.	kmen	kořen 1	kořen 2	kořen 3	rozdíl
1	<b>31</b>	19	20		11
2	<b>40</b>	38	20		2

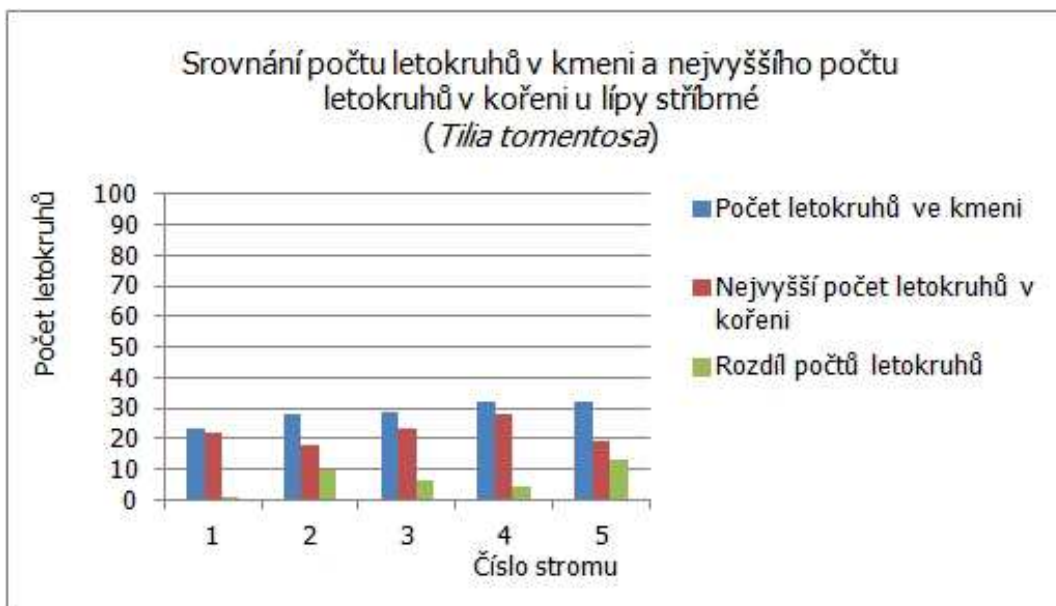


Obr. 10 – Graf znázorňující počty letokruhů ve kmenech a kořenech a jejich rozdíl u vzorků odebraných z dubu balkánského (*Quercus frainetto* TEN.).



Obr. 11 – Graf znázorňující počty letokruhů ve kmenech a kořenech a jejich rozdíl u vzorků odebraných z kaštanovníku jedlého (*Castanea sativa* MILL.).





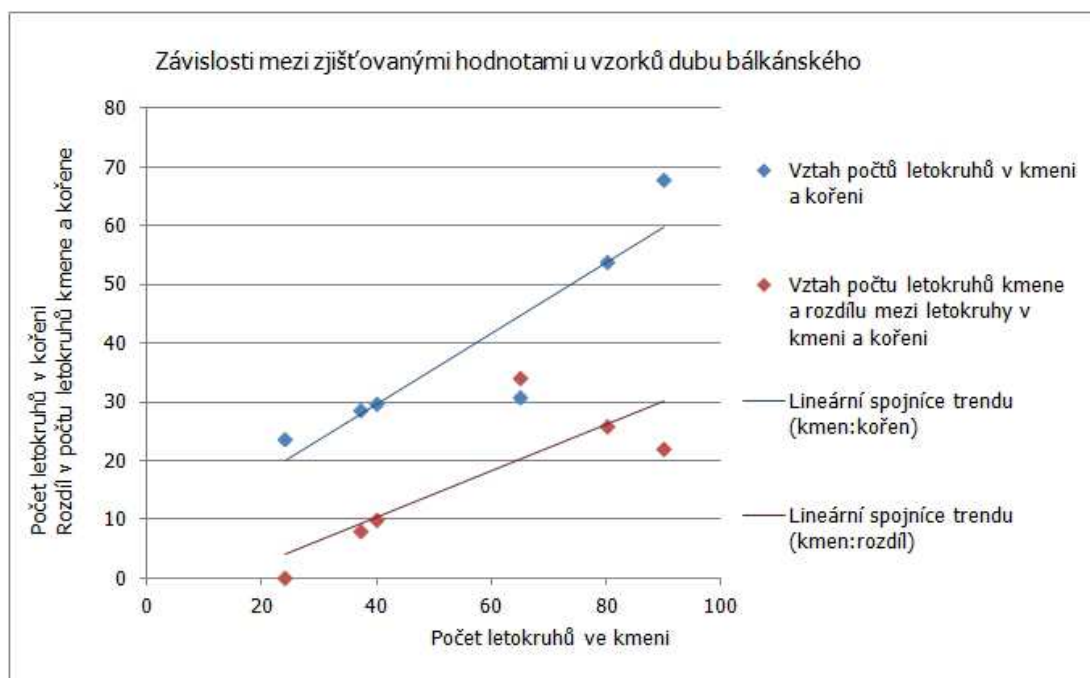
Obr. 12 – Graf znázorňující počty letokruhů ve kmenech a kořenech a jejich rozdíl u vzorků odebraných z lípy stříbrné (*Tilia tomentosa* MOENCH.).



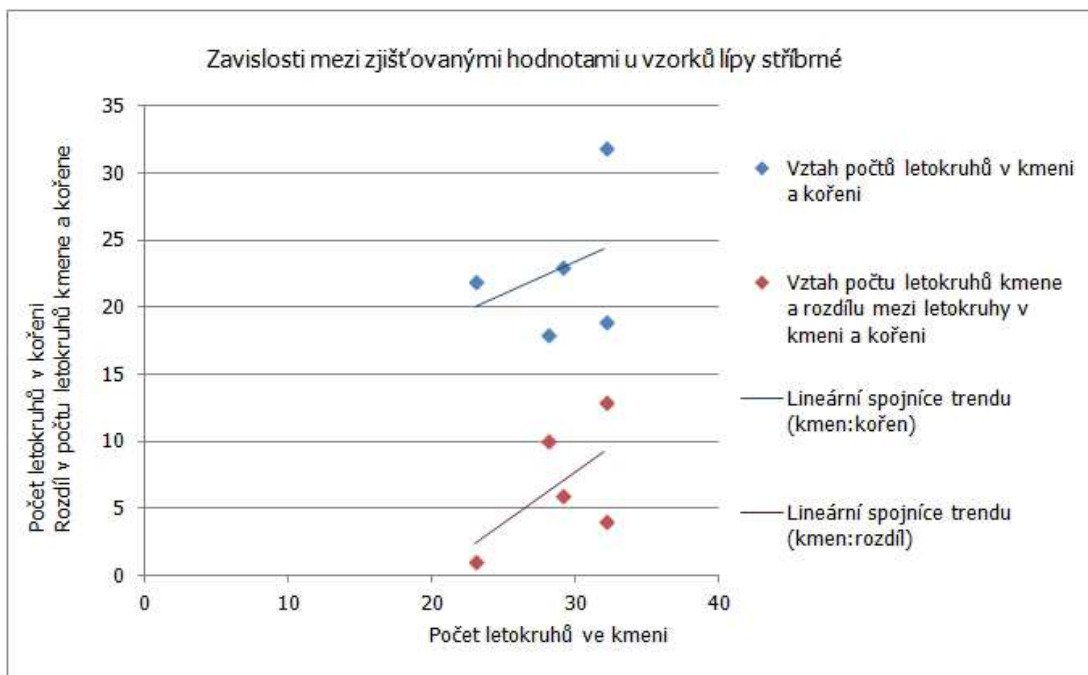
Obr. 13 – Graf znázorňující počty letokruhů ve kmenech a kořenech a jejich rozdíl u vzorků odebraných z habru obecného (*Carpinus betulus* L.).

Grafické znázornění závislosti mezi stářím kmene a počtem zjištěných letokruhů v kořenech, respektive mezi stářím kmene a rozdílu stáří kmene a kořene přineslo tyto výsledky:

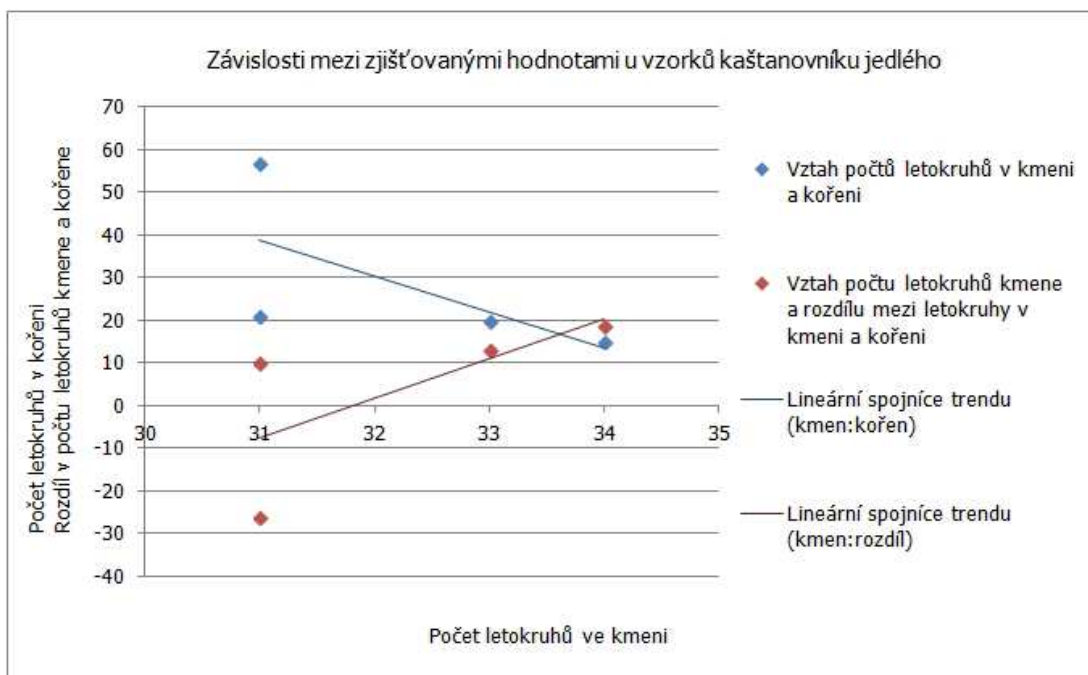
U dubu balkánského a lípy stříbrné byla stanovena vzrůstající tendence u obou závislostí (Obr. 14 a 15), tedy že se stoupajícím stářím kmene stoupá jak nejvyšší zjištěná hodnota počtu letokruhů v kořenech, tak také rozdíl mezi zjištěným počtem letokruhů ve kmeni a kořenech. Závislosti pro kaštanovník jedlý mají opačnou tendenci (vztah kmen-kořen je klesající, zatímco kmen-rozdíl stoupající – viz Obr. 16), tedy s vyšším věkem kmene klesá zjištěný počet letokruhů v kořenech. Závislost hodnot pro habr obecný nebyla stanovena vzhledem k nízkému počtu odebraných vzorků tohoto druhu.



Obr. 14 – Graf znázorňující vztah zjišťovaných veličin pro druh dub balkánský (*Quercus frainetto* TEN.).



Obr. 15 – Graf znázorňující vztah zjišťovaných veličin pro druh lípa stříbrná (*Tilia tomentosa* MOENCH.).



Obr. 16 – Graf znázorňující vztah zjišťovaných veličin pro druh lípa stříbrná (*Castanea sativa* MILL.).

## 7. Diskuse

Hypotéza, že pokud jsou kořeny stromu starší než jeho kmen, měla by tato skutečnost být patrná na počtu letokruhů, se nepotvrdila. Výsledky ukázaly, že počty letokruhů zjištěné z kořenových vývrtů jsou nižší než počty zjištěné na kmenech, a to přestože vzorky byly odebrány z jedinců prokazatelně výmladkového původu. Pouze v jediném případě ze 17 zkoumaných stromů se podařilo prokázat, že kořeny jedince jsou starší než jeho kmen, ovšem tato skutečnost byla u tohoto stromu patrná již na první pohled v terénu – viz Obr. 17.



*Obr. 17 – Erozí odhalený kořenový systém ontogeneticky velmi starého jedince kaštanovníku jedlého (Castanea sativa MILL.). Polykormon kmenů výmladkového původu byl již na první pohled mladší než jeho kořenový systém. (foto autorka)*

Častým problémem při odečítání letokruhů z kořenových vývrtů byly různé formy a stupně poškození dřeva, ve třech případech se nepodařilo letokruhy odečíst vůbec, u jiných vzorků byly poškozeny až dvě třetiny délky vývrtu a letokruhy které se podařilo identifikovat a spočítat nemohly odpovídat skutečnému stáří kořene. V rámci jednoho vývrtu se měnil směr dřevních vláken, a ačkoliv to nebylo při odběru patrné, kořeny se nejspíš pod zemí v bodu odběru stáčely. U některých kořenových vzorků nebylo možné rozlišit střed vzorku. Špatná odlišitelnost jednotlivých letokruhů u druhů s roztroušeně pórovitým dřevem (lípa, habr) byla očekávaná, u těchto vzorků bylo odlišení hranic letokruhů překvapivě snazší bez použití mikroskopu.

Významným problémem při realizaci metody bylo poškozování nebo zezů při vrtání tvrdého kořenového dřeva pod zemí; bylo těžké odhadnout, kdy je třeba vrtání ukončit, aby nedošlo k vrtání do substrátu za kořenem. Navzdory pečlivému očištění každého kořene před vrtáním přesto docházelo k otupování a dokonce k vylamování ostří vrtáků. Tato skutečnost představuje nejen zhoršování kvality vzorků, ale především významně navyšuje finanční náročnost takového odběru vzhledem k ceně sad vrtáků. Kromě této zásadní nevýhody byla problematická také fyzická namáhavost a časová náročnost odběru vzorků v terénu, kvůli které ve stanoveném časovém rozsahu sběru nebyl odebrán dostatečný počet vzorků pro případné statistické vyhodnocení. Uvedené faktory jsou sice specifické pro tuto konkrétní práci a při provedení zkušenějšími odborníky by jejich vliv měl být minimální, přesto se provedení metody nedá označit jako jednoduché a rychlé tak, jak se před započítím výzkumu přepokládalo.



Kromě úvodní informace o praktickém využití metody lesníky v zahraničí byl potenciál kořenových vývrtů představen též v odborné literatuře.

Výzkum, který metodu kořenových vývrtů úspěšně aplikuje na zjištění poměru přírůstu (alometrie) v nadzemní a kořenové části, provedli SIMEONOVA NIKOLOVA, ZANG A PRETZSCH (2011) na smrku ztepilém. Jehličnany se pro výzkum kořenových letokruhů díky jejich lepší odlišitelnosti obecně hodí lépe než listnáče (GÄRTNER, 2003). V uvedeném výzkumu autoři odebírali vývrty obdobným způsobem, jaký byl použit v této práci, pouze s rozdílem ve vyžití elektricky poháněné vrtačky. Povrchový kořenový systém smrku stabilně nabízel u každého stromu větší počet silných kořenů vhodných k provedení odběru, byly odebrány vývrty vždy ze tří největších kořenů. U vývrtů, jejichž osa nebyla kolmá k růstu kořene, se neprojevila horší odlišitelnost letokruhů, pouze musely být upraveny šířky letokruhů pomocí funkce na správné hodnoty.

Další výzkum se věnuje podobnému tématu – srovnání růstu v nadzemní a podzemní části stromu – u dubu zimního. DREXHAGE, HUBER A COLIN (1999) ovšem na hůře odlišitelné letokruhy dubu aplikují metodu rentgenového snímání. Z kmene, větví i kořenů čtyř pokácených dubů byly jako vzorky celé příčné řezy (disky). To v případě kořenů umožňovalo ze vzorku vybrat část s největším počtem nejlépe odlišených letokruhů. Výběr vhodných částí disků, jejich povrchová úprava i vytváření rentgenových snímků bylo poměrně časově náročné. Autoři pak poukazují na fakt, že i navzdory použití pokročilé technologie nebyly hranice letokruhů v kořenech dobře rozlišitelné. Kruhovitá pórovitost se projevila pouze v částech vzorků blízko kůry. U velkých průřezů odebraných v blízkosti báze kmene nebylo často možné vytvořit sekci kolmou ke směru vláken, což se shoduje s problémy zjištěnými v této práci. Překvapivě lepší rozlišitelnost hranic letokruhů pak byla s pomocí rentgenu zjištěna u vzorků z tenkých kořenů. I na hůře čitelných vzorcích ovšem mohlo být provedeno křížové datování srovnávající růstově významné roky/letokruhy v kořenech a kmenové bázi.

Jiné odborné texty upozorňují na vhodnost zjišťování věku z bazální části kmene, respektive z oblasti kořenového krčku, který tvoří přechod mezi nadzemní kmenovou a podzemní kořenovou částí stromu (PÉREZ-HARGUINDEGUY ET AL., 2013).

Samostatným textem na toto téma je práce TELEWSKÉHO (1993) o určování přesného roku vyklíčení rostliny. Článek se zabývá zjištěním přesného věku stromu z letokruhů spočítaných v místě styku kořenové a kmenové části stromu. Pro zjištění tohoto přesného rozhraní je třeba znát anatomii a morfologii rostlin, odvíjí se od nejranějších stádií embryonických tkání semenáčku (TELEWSKI, 1993). Struktura kořenů a nadzemní části rostliny je odlišná, což je patrné na mikroskopických snímcích. V praxi by se pak tento přechod měl nacházet přesně v místě vstupu kmenové části pod půdní povrch. Vlivem eroze či sedimentace toto ale nemusí být přesný ukazatel a je třeba aplikovat jiné, destruktivní metody průzkumu výřezů této části stromu, kdy jsou odebrány celé příčné řezy stromu a postupným broušením je odhalován přesný bod přechodu kmenových a kořenových struktur. Následně je pro přesný věk použito křížové datování. Tento postup je sice pro jednoduché použití nevhodný, poukazuje ovšem na potenciálně nejvhodnější místo odběru vývrtů.

Kořeny představují zdroj informací také pro geomorfologii, kdy je možné ze změn v růstu letokruhů zjistit dobu odhalení kořene například vlivem eroze. V rámci této bakalářské práce byly odebírány vývrty mimo jiné i z erozí odhalených kořenů, proto bylo třeba zjistit, zda takto pozměněné kořeny například neomezují vytváření letokruhů. GÄRTNER (2003) ve svém přehledovém textu o použitelnosti kořenů pro dendrogeomorfologii uvádí výsledky výzkumu, podle kterého se vynesení kořene na půdní povrch projeví pouze změnou velikosti buněk jarního dřeva v daném roce. Na samotný počet letokruhů tedy odhalení nemá vliv. Přestože se uvažovalo, zda odkrytí půdy nepřibližuje strukturu dřeva kořenů struktuře kmene, bylo zjištěno, že struktura dřeva se podobá nadzemní části u kořenů v blízkosti báze kmene, bez ohledu na jejich polohu vůči půdnímu povrchu.

Ve stejném textu je dále obecně zmiňována vhodnost této metody především pro výzkum jehličnanů, protože u nich jsou letokruhy v kořenech lépe viditelné a také vhodnost využití částí kořenů blíže bázi kmene, protože zde jsou letokruhy poměrně široké (GÄRTNER, 2003).

Další autoři pak poukazují spíše na nevýhody využití kořenů pro analýzu letokruhů. SCHWEINGRUBER (1996) ve své přehledové monografii věnuje několik odstavců zjištěným skutečnostem o vlastnostech letokruhů v kořenech. Jejich praktické využití v dendroekologii spíše vylučuje, uvádí výraznou nepravidelnost a nečitelnost dřeva v kořenech. KRAUSE A ECKSTEIN (1992) zaznamenali u stromů mírného klimatu (přesné druhy nejsou uvedeny) enormní růstové odchylky i v rámci jediného kořene. FAYLE (1968) identifikoval jako hlavní faktor způsobující variabilitu růstu výrazně odlišné podmínky již na tak malé ploše, jakou kořenový systém zaujímá. Kořeny v částech blízkých kmeni silně ovlivňuje ohýbání, tah a tlak způsobuje anomálie v růstu jejich dřeva (MATTHECK A BRELOER, 1995).

SCHWEINGRUBER (1996) také k výše uvedeným problémům využití kořenů v dendrochronologickém výzkumu přidává častou absenci jednotlivých letokruhů.

Možným morfologickým problémem předpokladu, že kořeny zmlazeného stromu by měly být starší než jeho kmeny, je jev vytváření nových kořenů. Někteří autoři (DEL TREDICI, 2001; LUST A MOHAMMADY, 1973) popisují vytváření nových adventivních kořenů výmladky, které vyrašily dostatečně nízko na bázi kmene. Tento jev není dále blíže popsán a není jisté, zda se týká také evropských, pařezinově obhospodařovaných druhů dřevin, je ovšem možné, že u velmi starých výmladků by takový nově vytvořený kořen nebyl rozeznatelný od původního kořenového systému stromu.

Z výše uvedeného vyplývá několik doporučení pro využití letokruhů v kořenech. Vhodnějšími dřevinami, které neprojevují ve struktuře dřeva tak velkou variabilitu, jsou jehličnany. Tato možnost ovšem pro předložený výzkum



nepřipadala v úvahu vzhledem k tomu, že jehličnany nevytváří bazální výmladky, které stály také v ohnisku zájmu této práce.

Dalším směrem, kterým by se metoda mohla rozvinout, je odebrání vzorků navíc z báze kmene v místě, kde kmen přechází v kořenový systém. Přestože je přesné určení takového místa při použití relativně nedestruktivních vývrtů obtížné a nejisté, mohly by tyto vzorky představovat použitelnější alternativu ke kořenovým vývrtům.

Ke zjištění historie porostu či jedince je tedy stále vhodnější používat přímé okulární metody. V porostech je sledován výskyt formy vícekmenných polykormonů a růst výmladků v kruhu, což jsou nejevidentnější důkazy historického výmladkového hospodaření na lokalitě. U starších, případně upravených stromů s jedním kmenem sledujeme tvar báze stromů, která bývá zahnutá a jednostranně širší než je samotný kmen, a naznačuje tak dřívější růst druhého výmladku (viz Obr. 18). Na dříve pěstovaný střední les lze usuzovat z jednotlivého rozmístění starých stromů se širokou korunou, která by nemohla vzniknout v zapojeném lese (HÉDL ET AL., 2011b). U velmi starých stromů je možné pozorovat rozšíření původního pařezu do mnohonásobně větších rozměrů, než jsou šířky stávajících výmladků, vytváření různých deformací báze stromu a křivost kmene.



*Obr. 18 – Ukázky možných deformací báze stromu výmladkového původu. (foto autorka)*

Dalšími možnostmi jsou naopak složitější metody zkoumání dřeva kořenů za použití pokročilé technologie, jako je radiografie. Tato metoda ale již nesplňuje požadavek jednoduchosti, protože je nákladná a příprava výřezů je časově náročná. Pravděpodobně by také bylo problematické použití pouhých vývrtů jako příliš malého vzorku dřeva s vysokou pravděpodobností výskytu nějaké deformace. V souvislosti se zjišťováním původu stromu je také možné zmínit využití genetické analýzy (srov. FINKELDAY, LEINEMANN A GAILING, 2009). Ta by mohla potvrdit genetickou shodnost klonů pocházejících z jednoho rodiče.

Na začátku zpracování této bakalářské práce stála informace o lesnících v Turecku, kteří kořenové vývrty pro zjištění původu stromu používají. Pakliže podle provedeného výzkumu daná metoda není účinná, je otázkou, co dělají lesníci v praxi odlišně.

## 8. Závěr

Cílem práce bylo prozkoumat možnost využití kořenových vývrtů pro zjištění vegetativního či generativního původu stromu. Základní hypotéza předpokládala vyšší věk kořenového systému u stromu, který si vytvořil z výmladků sekundární kmen nebo kmeny. Tato skutečnost měla být ověřena spočítáním letokruhů ve vzorcích odebraných pomocí Presslerova nebozezu z kmene a kořenů vybraných stromů z porostu výmladkového původu. Odběr proběhl na plochách Výzkumného lesa Lesnické fakulty Univerzity v Istanbulu v Turecku, byly vytvořeny vzorky druhů dub balkánský (*Quercus frainetto* TEN.), lípa stříbrná (*Tilia tomentosa* MOENCH), kaštanovník jedlý (*Castanea sativa* MILL.) a habr obecný (*Carpinus betulus* L.).

Výsledky práce ukázaly, že využití kořenových vývrtů pro určení vegetativního či generativního původu stromu není vhodné, přinejmenším ne při metodě, která byla v práci zvolena. Očekávání, která vyvolala informace o využití této metody v lesnické praxi v Turecku, se tedy nenaplnila. Primárním problémem metody je značné opotřebování vrtáků při použití pro vrtání kořenů. Při zpracování odebraných vzorků se pak ukázalo, že ani zjištěné výsledky neodpovídají hypotéze o počtech letokruhů v kořenech a kmenech stromů vegetativního původu a že zjištěné počty letokruhů v kořenech jsou nižší než počty zjištěné ve vzorcích odebraných z kmene. Problematickým se ukázaly být zejména deformace dřevních vláken v kořenových vzorcích a výskyt hnilob a tmavého zbarvení kořenového dřeva.

Srovnání s literaturou ukázalo, že při výzkumu dřeva odebraného z kořenů je možné použít pokročilejší laboratorní metody jako je radiografie, což ovšem nespĺňuje původní představu o jednoduchosti využití kořenových vývrtů. Nejjednodušší a nejspolehlivější metodou zjištění vegetativního/generativního původu stromu tak stále zůstává vyhodnocení jeho habitatu a hledání známek výmladkového původu kmene, jako je existence polykormonů vyrůstajících z jedné pařezové hlavy a deformace báze kmene naznačující dřívější existenci většího počtu sekundárních kmenů.

## 9. Summary

The aim of the bachelor thesis was to assess possibilities of root core use for differentiation of the sprout or seedling origin of a tree. Hypothesis was based on the expected reality that the tree that had created secondary trunk or trunks from sprouts has older root system than the trunks. This statement could possibly be verified by obtaining samples of trunk and root cores from selected tree of the verified sprout origin and subsequent counting of the tree rings. Sampling took place at the Research forest of Faculty of Forestry of Istanbul University. Trunk and root cores were taken from hungarian oak, silver lime, sweet chestnut and common hornbeam. Results of the research stated that use of root cores was not possibly applicable for tree origin determination, at least not with the selected method. The first problem of the used method was how fast the drills got broken by drilling into root wood. Also the results created from tree ring counting did not support the hypothesis as the numbers of tree rings in roots were smaller than numbers of tree rings in trunks. The main reasons for this are wood deformations in roots and occurrence of decayed wood and other colour changes in root wood. So it seems that the simplest and yet the most reliable method is ocular assessment of tree appearance and registration of formations indicating vegetative origin of the trunks. The most typical features are multiple stems growing from one stool and deformations on the tree base indicating former presence of multiple stems.

## 10. Použitá literatura

- BÄRRING, U., 1988. On the reproduction of aspen (*Populus tremula* L.) with emphasis on its suckering ability. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 3(1-4):229-240.
- BELLINGHAM, P. J., 2000. Resprouting as a life strategy in woody plant communities. *Oikos*, 89(2):409-416.
- BOND, W. J., MIDGLEY, J. J., 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *TRENDS in Ecology & Evolution*, 16(1):45-51.
- BURNS, R. M., HONKALA, B. H. (EDS.), 1990. *Silvics of North America* [online]. 2 vols. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: [http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics\\_manual/table\\_of\\_contents.htm](http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm)
- CHAPIN, F. S., SCHULZE E. D., MOONEY, H. A., 1990. The ecology and economics of storage in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21:423-477.
- ÇOLAK, A. H., ROTHERHAM I. D., 2006. A review of the forest vegetation of Turkey: its status past and present and its future conservation. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 106B(3):343-354.
- DEILLER, A.-F., WALTER, J.-M. N., TRÉMOLIÈRES, M., 2003. Regeneration strategies in a temperate hardwood floodplain forest of the Upper Rhine: sexual versus vegetative reproduction of wood species. *Forest Ecology and Management*, 180(3):215-225.
- DEL TREDICI, P., 2001. Sprouting in temperate trees: A morphological and ecological review. *The Botanical Review*, 67(2):121-140.
- DREXHAGE, M., HUBER, F., COLIN, F., 1999. Comparison of radial increment and volume growth in stems and roots of *Quercus petraea*. *Plant and Soil*, (217):101-110.

- ERTAŞ, A., 2007.** Baltalık işletmesinin meşcere kuruluşu üzerindeki etkileri [Vliv kácení výmladků na strukturu porostu]. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9(12):35-47.
- EVANS, J., 1992.** Coppice forestry – an overview. In: BUCKLEY, G. P. (Ed.). *Ecology and Management of Coppice Woodland*. London: Chapman and Hall, 1992, 18-28. ISBN 04-124-3110-6.
- EVERHAM, E. M., BROKAW, N. V. R., 1996.** Forest Damage and Recovery from Catastrophic Wind. *The Botanical Review*, 62(2):113-185.
- FINKELDEY, R., LEINEMANN, L., GAILING, O., 2009.** Molecular genetic tools to infer the origin of forest plants and wood. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(5):1251-1258.
- FAYLE, D. C. F., 1968.** *Radial growth in tree roots. Distribution, timing, anatomy*. Toronto: University of Toronto, Faculty of Forestry. Technical report 9. 183 s.
- GÄRTNER, H., 2003.** The applicability of roots in Dendrogeomorphology. In: SCHLESER, G. H. et al. *TRACE: Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology*. Bonn/Jülich: Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Vol. 33. 120-124.
- GENERAL DIRECTORATE OF FORESTRY, 2009.** *State of Turkey's forests*. Ankara: Ministry of environment and forestry. ISBN 978-605-393-039-6.
- GUNEŞ, Y., COŞKUN, A. A., 2008.** A Case study of Turkey. In: *Trends in Forest Ownership, Forest Resources Tenure and Institutional Arrangements: Are they contributing to better forest management and poverty reduction?*, 20 s. Dostupné z: <http://www.fao.org/forestry/16407-oco665eddd86a68c9fbbc87cdde52501c.pdf>

- GUTTENBERG, A., 1913.** *Hospodářské zřízení lesní*. Překlad B. Opatrný. Písek: Fa Theodor Kopecký, 367 s.
- HARMER, R., 1995.** *Management of coppice stools* [online]. Wrecclesham: Research Division of the Forestry Authority, 4 s [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: [http://www.forestry.gov.uk/pdf/Rin259.pdf/\\$FILE/Rin259.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/Rin259.pdf/$FILE/Rin259.pdf)
- HĚDL, R. et al., 2011a.** Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě: I. Formy a podoby. *Živa*, (2):61–63.
- HĚDL, R. et al., 2011b.** Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě: II. Lesy jako ekosystém. *Živa*, (3):108–110.
- KADAVÝ, J., 2010.** Pařezová výmladnost jako základ obnovy a produkce nízkého lesa. In: *Nízký a střední les* [online]. [cit. 2015-03-16] Dostupné z: <http://www.nizkyles.cz/content/view/92/91>
- KADAVÝ, J., 2011.** *Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa: obecná východiska*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 294 s. ISBN 978-80-87154-96-0.
- KAVGACI, A., 2001.** *İÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanının Florası ve Meşçere Kuruluşları* [Flora a struktura porostu výzkumného lesa Lesnické fakulty Univerzity v Istanbulu]. Istanbul. Diplomová práce. Univerzita v Istanbulu.
- KOÇ, A., YENER H., SELİK, C., 1996.** İ.Ü. Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanının sayısal arazi modeli, eğitim ve bakım haritalarının bilgisayar destekli yöntemlerle üretilmesi [Digitální model terénu školního a výzkumného lesa Lesnické fakulty Univerzity v Istanbulu, tvorba mapy sklonu s počítačovou podporou]. *Orman Fakültesi Dergisi, Series A*, 46:103–116.
- KOOP, H., 1987.** Vegetative reproduction of trees in some European natural forests. *Vegetatio*, 72(2):103–110.

- KRAUSE, C., ECKSTEIN, D., 1992.** Holzzuwachs an Ästen, Stamm und Wurzeln bei normaler und extremer Witterung [Přírůst dřeva na větvích, kmenech a kořenech při normálním a extrémním počasí]. In: MICHAELIS, W., BAUCH, J. (Eds). *Luftverunreinigungen und Waldschäden am Standort „Postturm“; Forstamt Farchau/Ratzeburg*. Geesthacht: GKSS Forschungszentrum, 215–242.
- LUST, N., MOHAMMADY, M., 1973.** Regeneration of coppice. *Sylva Gandavensis*, 39:1–28.
- MATTHECK, C., BRELOER, H., 1995.** *The body language of trees. A handbook for failure analysis*. London: HMSO, 320 s.
- MATULA, R. et al., 2012.** The sprouting ability of the main tree species in Central European coppices: implications for coppice restoration. *European Journal of Forest Research*, 131(5):1501–1511.
- MITTON, J. B., GRANT, M. C., 1996.** Genetic variation and the natural history of quaking aspen. *BioScience*, 46(1):25–31.
- ÖZDEN, S., BIRBEN, Ü., 2012.** Ottoman forestry: socio-economic aspect and its influence today. *Ciência Rural*, 42(3):459–466.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al., 2013.** New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, (61):167–234.
- PETERKEN, G. F., 1992.** Coppices in the lowland landscape. In: BUCKLEY, G. P. (Ed.). *Ecology and Management of Coppice Woodland*. London: Chapman and Hall, 1992, 3–18. ISBN 04-124-3110-6.
- POLENO, Z., VACEK, S., 2007.** *Pěstování lesů II: Teoretická východiska pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 463 s. ISBN 978-80-87154-09-0.
- RACKHAM, O., 1998.** *Trees and woodland in the British landscape*. [2nd ed.]. London: Phoenix, 234 s. ISBN 1-85799-455-8.



- RACKHAM, O., 2003.** *Ancient woodland: its history, vegetation and uses in England*. [2nd ed.]. Dalbeattie, Kirkcubrightshire: Castlepoint, 584 s. ISBN 0-897604-270.
- SENSOY, S. ET AL, 2008.** Climate of Turkey. In: *Turkish State Meteorological Service* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.mgm.gov.tr/files/en-us/climateofturkey.pdf>
- SCHWEINGRUBER, F. H., 1996.** *Tree rings and environment dendroecology*. Berne: Paul Haupt Publishers, 609 s. ISBN 3-258-05458-4.
- SIMEONOVA NIKOLOVA, P., ZANG, C., PRETZSCH, H., 2011.** Combining tree-ring analyses on stems and coarse roots to study the growth dynamics of forest trees: a case study on Norway spruce (*Picea abies* [L.] H. Karst). *Trees: Structure and Function*, 25(5):859–872.
- ŠRÁMEK, M. et al., 2015.** The effect of coppice management on the structure, tree growth and soil nutrients in temperate Turkey. *Journal of Forest Science*, 61(1):27–34.
- TELEWSKI, F. W., 1993.** Determining the germination date of woody plants: A proposed method for locating the root/shoot interface. *Tree-Ring Bulletin*, 53:13–16.
- TOKSOY, D. et al., 2008.** The forestry organization and its relationship with local people in the Eastern Black Sea Region of Turkey. *New Medit: Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, (4):47–53.