

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA LESNÍ TĚŽBY



**Produkce a těžba dřeva pětiletého porostu japonského topolu
(*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na plantáži
v Holicích u Pardubic**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zpracoval: Radek Link

Vedoucí práce: Ing. Václav Štícha, Ph.D.

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Link Radek

Lesnictví

Název práce

Produkce a těžba dřeva pětiletého porostu japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na plantáži v Holicích u Pardubic

Anglický název

Wood production and harvesting in five year old Japanese Poplar (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) stand on the plantation in Holic near Pardubice

Cíle práce

Shromáždit informace o pěstování japonského topolu v ČR.
Zhodnotit objemový a hmotnostní přírůst japonského topolu na vybrané plantáži.
Zhodnotit produkci a způsob těžby na vybrané plantáži.

Metodika

Terénní práce - sběr dat: měření taxačních veličin u reprezentativních jedinců.
Shromáždění informací o japonském topolu v ČR a o vybrané plantáži.
Zpracování rešeršní části, podrobný popis metodiky.
Vyhodnocení dat, zpracování výsledků.
Diskuse.
Závěr.

Harmonogram zpracování

duben – říjen 2013: zpracování rešeršní části,
listopad – prosinec 2013: sběr dat, zpracování dat,
leden – březen 2014: zpracování výsledků, diskuse a závěru do jednotlivých kapitol,
duben 2014: kontrola, úprava textu, případně revize, odevzdání práce.

Rozsah textové části

30-40 stran

Klíčová slova

biomasa, japonský topol, plantáže RRD, produkce dřeva

Doporučené zdroje informací

STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2009. Sborník referátů z konference 2.12.2009, ČZU v Praze, CZ Biom 2009.
STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2010. Sborník referátů z konference 23. 11. 2010, ČZU v Praze, CZ Biom 2010.
STUPAVSKÝ Vladimír (ed.). Biomasa & Energetika 2011. Sborník referátů z konference 29.11. 2011, ČZU v Praze, CZ Biom 2011.
Časopis Lesnická práce [online]. c2010, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.lesprace.cz>>.
Sdružení pro biomasu [online]. c2001-2009, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz>>.
Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online]. c2003-2012, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz>>.
Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví [online]. c2009, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.vukoz.cz>>.
Web of Knowledge [online]. c2011, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://apps.isiknowledge.com>>.

Vedoucí práce

Štícha Václav, Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 26.9.2013

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28.9.2013

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.
Děkan fakulty

Čestné Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Produkce a těžba dřeva pětiletého porostu japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na plantáži v Holicích u Pardubic" vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Štíchy Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 19. 4. 2014

.....

Radek Link

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Václavu Štíchovi Ph.D. za ochotu, vedení a podporu při řešení této práce. Dále bych také chtěl poděkovat panu Bc. Petru Špatenkovi za ochotu a poskytnutí topolové plantáže k provedení výzkumu a panu Mgr. Martinu Čalovi z firmy Agrotec a. s. za poskytnutí dokumentace a předvedení topolové řezačky v praxi a v poslední řadě bych chtěl poděkovat své rodině, že při mně stála po celou délku studia.

Abstrakt

Námětem pro mou bakalářskou práci je problematika rychle rostoucích dřevin. Práce je zaměřena zejména na produkci a těžbu dřeva pětiletého porostu japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic. Dále jsem se zaměřil na legislativu, energetický zákon, státní dotace, charakteristiku rychle rostoucích dřevin a jejich využívání, historii pěstování, nynější trend používané mechanizace při sklizni. Výsledkem práce je celkový souhrn o rychle rostoucích dřevinách a otázky s tímto spojené. Pěstování rychle rostoucích dřevin má značný význam a je potřeba se tímto tématem zabývat, jelikož obnovitelné zdroje energie jsou nejideálnější metodou pro budoucí pokrok a zajištění energie.

Klíčová slova: Rychle rostoucí dřeviny, biomasa, japonský topol, mechanizace, energetika

Abstrakt

The theme of my bachelor thesis is the problem of fast growing woods. The work is mainly focused on the production and the harvesting of a timber of five-year Japanese poplar on the plantation in Holice near Pardubice. Besides, I also focused on legislation, energy law, government grants, characteristics of fast-growing woods and their uses, growing history, the current trend of using mechanized harvest. The result of the thesis is a summary on fast-growing woods' species and the other associated issues. The topic of growing the fast-growing trees is of high importance and needs to be studied, because renewable energy sources are the most ideal option for future progress and energy supply.

Keywords: Fast-growing woods, biomass, Japanese poplar, mechanization, energy

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce	11
3. Historie využívání rychle rostoucích dřevin	12
4. Biomasa.....	14
4.1. Dělení biomasy.....	14
4.2. Potenciál a využití biomasy v ČR	15
4.3. Výroba elektrické energie z biomasy	16
5. Legislativa	17
5.1. Předpisy v ČR upravující pěstování RRD.....	18
5.2. Předpisy Evropského společenství upravující pěstování RRD	18
5.3. Zákonodárná ustanovení EU platná pro ČR	19
5.4. Energetický zákon	20
5.5. Výrobci a dodavatelé sadebního materiálu RRD	20
5.6. Dotace na založení plantáže RRD.....	21
6. Ekonomika pěstování rychle rostoucích dřevin	22
6.1. Ziskový potenciál	22
6.2. Skutečné údaje z plantáží RRD.....	23
7. Charakteristika RRD a jejich využití	26
8. Sklizeň topolové plantáže	29
8.1. Metody používané při sklizni.....	30
8.2. Metoda kmenových výřezů	30
8.3. Svazková metoda	30
8.4. Metoda štěpkování	31
9. Těžební mechanizace	31
9.1. Drtič Doppstadt AK 450	33
9.2. Štěpkovač BOBR 7 Eschlbock.	33
9.3. Využívaná mechanizace v zahraničí	34
9.4. Samojízdná sklízecí řezačka FR9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň od firmy New Holland	35
9.5. Ideální podmínky pro sklizeň řezačkou FR9000 s adaptérem 130FB	36
9.6. Adaptér 130FB pro přímou sklizeň rychle rostoucích dřevin.	36
9.7. Technické údaje Modelových řad řezačky FR9000.....	37
9.7.1. Modelová specifikace FR9040.....	37
9.7.2. Modelová specifikace FR9050.....	38
9.7.3. Modelová specifikace FR9060.....	39
9.7.4. Modelová specifikace FR9080.....	39
9.7.5. Modelová specifikace FR9090.....	40
10. Likvidace plantáže a následné využití pozemku	41
11. Současný stav	42
12. Metodika	43
12.1. Popis měřené lokality	43
12.2. Sběr dat	44
13. Výsledky měření	46

14. Diskuze.....	54
15. Závěr	57
16. Seznam použitých zdrojů a literatury.....	59
16.1. Knižní zdroje.....	59
16.2. Internetové zdroje.....	61
17. Seznam tabulek	65
18. Seznam grafů.....	66
19. Seznam příloh.....	67
20. Přílohy	70

1. Úvod

S narůstající lidskou populací roste i závislost na energetických zdrojích. Jednoho dne veškeré neobnovitelné zdroje energie dojdou a z toho důvodu je potřeba se zabývat získáváním energie z obnovitelných přírodních zdrojů energie, jako je vítr, voda, sluneční energie a biomasa. Energetický potenciál biomasy v ČR je poměrně hodně vysoký, jelikož zájem o pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) velmi rychle roste a to zejména díky ekonomickému zhodnocení plantáží a nízké časové náročnosti na údržbu a pěstování.

Obnovitelné zdroje energie a jejich užití je jedním z největších světových problémů, kvůli neustálému růstu cen a ubývání jejich zdrojů. Podle posledních průzkumů budou všechny neobnovitelné zdroje spotřebovány v několika desítkách nanejvýš ve stovkách let. I když tento stav nás ani další naši generaci nemusí znepokojovat, je zapotřebí myslet na budoucí situaci a co nejdříve najít patřičnou variantu pro substituci neobnovitelných zdrojů, protože nouze po těchto zdrojích by mohla způsobit závažné světové problémy ve formě ekonomické krize a válek.

Moje bakalářská práce je zaměřená na jednu z nich, a to na japonský topol, který se používá jako rychle rostoucí dřevina. Někteří odpůrci získávání energie z rychle rostoucích dřevin se ohrazují, že jde o příliš rozsáhlý a zbytečný zábor zemědělské půdy, která by se mohla využívat na zcela jiné účely a pěstování jiných zemědělských plodin. Dále také namítají, že takto Česká republika ztrácí na nezávislosti. Jestli nebude Česká republika samostatná a bude na importu plodin z cizích zemí závislá, je rozhodně zapotřebí pochopit, že nyní dochází k omezování zemědělské produkce a velká část hektarů zemědělských půd zůstává zcela nezužitkována. Těchto nevyužitých ploch je potřeba maximálně a efektivně využít, neplýtvat jimi a nenechávat je ležet ladem.

Předností RRD je, že mají schopnost růstu na znečištěných a chudých půdách, na kterých je obvykle pěstování zemědělských plodin

hodně těžké. Rychle rostoucí dřeviny také napomáhají ke zlepšování biologické diverzity a různorodosti krajiny, což rozhodně nemůžeme pravit o solárních panelech nebo větrných elektrárnách, které krajinu spíše zohavují. Další pozitivum RRD je i to, že nevyčerpávají živiny z půdy, neboť jejich opad listí obsahuje mnoho živin, které opět pronikají do koloběhu. Rychle rostoucí dřeviny je zapotřebí pěstovat, jelikož jsou tím náležitým krokem k řešení obtíží neobnovitelných zdrojů energie, proto bychom se měli touto problematikou zabývat a více s tím obeznámit veřejnost. Po přečtení této bakalářské práce by měl mít čtenář přehled o problematice rychle rostoucích dřevin a tématech s tímto spojených.

2. Cíl práce

Tématem této bakalářské práce je Produkce a těžba dřeva pětiletého porostu japonského topolu (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*) na plantáži v Holicích u Pardubic.

Cílem této práce je shrnutí problematiky pěstování a těžby japonského topolu a ucelení poznatků z odborné literatury a také praxe.

V první části bakalářské práce se věnuji rešeršní části. Cílem této části je seznámení se s obecnou problematikou pěstování RRD, která se týče historie využívání RRD, biomasy, legislativy ČR a EU, ekonomiky a samotné charakteristiky topolů.

V další části rešerše se věnuji popisu nejčastěji používaných těžebních technologií a metod, zejména tedy samojízdné sklízecí řezačky FR 9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň RRD od firmy Agrotec a.s.

Posledním cílem je stanovení výše produkce na plantáži japonského topolu v Holicích u Pardubic. Porovnání těchto hodnot s již existujícími výsledky jiných plantáží RRD.

3. Historie využívání rychle rostoucích dřevin

Vrbové i topolové lesy se již od dřívějška přirozeně vyskytovaly v okolí velkých toků evropských řek. Dopadem lidského jednání se z těchto lesů zachovala pouze zredukovaná část. Za předešlých 150 let jsme mohli sledovat stejný úkaz i v Severní Americe. Prvobytné lesy v okolí řek vystřídaly topolové a vrbové plantáže. Z důvodu jejich nepůvodnosti probíhá nemalá rozprava o jejich přirozené obnově. Jedinou výjimku tvoří rozlehlé severské lesy topolu bílého a osiky, jenž byly od působení člověka ušetřeny až do konce 19. století, kdy došlo k průmyslovému rozkvětu a počátkem 20. století, kdy se tyto lesy začaly ve velkých částech vypalovat. V předešlých 30 letech vznikl z těchto lesů základní prvek pro lesnický průmysl v severních oblastech Velkých jezer v USA a boreálních oblastí Kanady. V Evropě, a zejména ve Švédsku, dali lidé přednost jehličnatým stromům. To zapříčinilo, že došlo k odstranění listnatých dřevin z lesů a to hlavně topolů. Topol byl označen jako „nežádoucí plevelný strom“ a začal se odstraňovat jako protipožární ochrana. Díky novému zákonu č. 114/1992 Sb., v kterém je stanoveno navýšení podílu listnatých dřevin v lesích, se tento přístup zčásti změnil. Faktem je, že topoly se pěstovaly v okolí velkých řek a na půdách, které byly méně produktivní. V těchto oblastech byly využívány jako lokální zdroj palivového dříví, dále však sloužily i jako větrolamy. Nyní se ale topolové dřevo využívá hlavně v průmyslových závodech se zaměřením na bioenergií a výrobu dýh, papíru, překližek (Kohout a kol., 2010).

Hlavně díky jejich dobré přirozené výmladnosti a lehkému množení se topoly a vrby začaly výrazně šířit a začaly se velmi hojně využívat v praxi. Ke konci osmnáctého století byly v Evropě rozšiřovány kříženci evropských černých a severoamerických topolů (*Populus nigra* L. x *Populus deltoides* Marsh.). Tyto zmíněné druhy topolů jsou nazývány „kanadskými topoly“, měly schopnost velmi rychlého růstu a velice lehce se rozmnožovaly. Další rozkvět byl zaregistrován z počátku dvacátého

století na Apeninském poloostrově. Zde se topolové plantáže využívaly k výrobě překližek a dřevovláknitých desek. Zhruba v roce 1930 se topoly začaly pěstovat i v mnoha jiných zemích. V roce 1940 byly zřízeny národní komise pro pěstování topolů. V roce 1947 byla dále zřízena Mezinárodní topolová komise (International Poplar Commission - IPC). Mezinárodní topolová komise obstarává registr odrůd a klonů, dále se angažuje na mezinárodní scéně ve výzkumu, pěstování a využívání topolů. Jejich zásluhou je sepsání spousty významných dohod (Kohout a kol., 2010).

V dnešní době jsou topolové plantáže vysazovány za různými účely na obou polokoulích Země. Nejvíce osázená plocha topoly je v Číně a to zhruba 6 milionů hektarů (Kohout a kol., 2010)

V roce 1992 bylo na světě sedm zemí, které pěstovaly přes 100 000 ha topolových plantáží (Francie, Čína, Maďarsko, Německo, Rumunsko, Jugoslávie a Turecko). Ve sdělení Mezinárodní topolové komise (IPC) bylo uvedeno, že za posledních několik let se v jedenácti zemích velice silně zvýšil zájem o pěstování topolových plantáží a to hlavně kvůli snadnému rozmnožování za pomoci dřevitých řízků a pro snadnou dosažitelnost reprodukčního materiálu (např. Belgie, Čína, Austrálie, Francie, Kanada, Německo, Nizozemí, Turecko, Itálie, Nový Zéland a Spojené státy). Zejména ve Švédsku se v posledním desetiletí značně zvýšil nárůst a vývoj vrbových plantáží. V roce 1996 se ve Švédsku vysázelo více nežli 18 000 ha vrbových plantáží využívaných pro energetický průmysl, na výrobu štěpky a do vytopen. Ve Švédsku je tímto způsobem zajištěno okolo 2% celkové spotřeby biopaliv (Kohout a kol., 2010).

První topolová plantáž byla v České republice vysázena roku 1994. Od tohoto roku nebyl, však zaznamenám nikterak velký nárůst vysazování topolových plantáží, přestože bylo možné získat na založení topolových výsadeb poměrně vysoké dotace. (Kohout a kol., 2010).

Nyní se v Evropě pěstuje již více jak 30 000 ha topolových a vrbových plantáží. Na 25 000 ha jsou pěstovány vrbové plantáže a to hlavně ve Švédsku, Velké Británii, Polsku, Slovensku, Dánsku, ale také v

Pobaltských zemích. Na 7 000 ha jsou pěstovány topolové plantáže a to zejména ve střední a jižní Evropě, nejvíce okolo 3 500 ha na Apeninském poloostrově v Itálii. Dále pak v Rakousku okolo 1 500 ha a v Maďarsku okolo 1 200 ha. I v ostatních zemích Evropy výrazně přibývá počet pěstovaných topolových plantáží. U nás je momentálně vysázeno okolo 250 ha topolových plantáží využívaných pro energetické účely a zhruba 25 ha porostů využívaných na matečnice. (Kohout a kol., 2010).

4. Biomasa

Biomasa je obvykle definována jako hmota organického původu. Jde tedy celkově o všechnu živou přírodu. Biomasu lze dělit do skupin, na živočišnou a rostlinnou. V průběhu svého růstu rostliny čerpají sluneční energii v podobě světelného záření a mění ji pomocí fotosyntézy na energii chemickou. Rostlinná biomasa lze nazvat také jako fytomasa a je možno takto pojmenovat i celkově všechny organické látky rostlinné geneze, které se tvoří během fotosyntézy v přírodě. Doprovázející produkty dřevin a jejich vedlejší produkty nazýváme dendromasa. Dendromasa je vytvářena rostoucími stromy, keři a jejich částmi. Do dendromasy lze zařadit i jejich pozůstatky po těžbě (Kohout a kol., 2010).

Biomasu lze také definovat v nejširším smyslu jako hmotu všech organismů na Zemi. Zahrnuje tedy jak jejich tělesné schránky, tak i živé či neživé produkty jejich činnosti. Obaly, exkrementy, semena, dřevo. (Weger, Havlíčková, 2003).

4.1. Dělení biomasy

Biomasu lze dělit do třech skupin dle Kohouta a kol., (2010). Lesní, zemědělská a zbytková.

Biomasa lesní lze dále dělit dle vyhlášky č. 482/205 Sb.

- Dřevo palivové
- Pozůstatky z hospodaření v lese

Biomasa zemědělská lze dále dělit dle vyhlášky č. 482/205 Sb.

- Stálé travní porosty
- Cíleně pěstovaná biomasa
- Biomasa obilovin, olejnin a prádlných rostlin
- RRD pěstované na zemědělské půdě
- Rostlinné pozůstatky ze zemědělské výroby a údržby krajiny

Biomasa zbytková lze dále dělit dle vyhlášky č. 482/205 Sb. na zbytky z

- Papírenského průmyslu
- Průmyslu zpracování dřeva
- Potravinářského průmyslu
- Živočišného průmyslu
- Ostatního průmyslu
- Lihovarnické výpalky
- Biologicky rozložitelný odpad (Kohout a kol, 2010).

4.2. Potenciál a využití biomasy v ČR

„ Česká republika patří dle mnoha různých analýz mezi země s relativně vysokým potenciálem biomasy, který se pohybuje okolo 9- 12,5 mil. tun suché hmoty za rok (Sladký V. 1996; Scholes H. a kol., 1997). Z tohoto množství je okamžitě k dispozici 5,1-6,5mil. tun tzv. zbytkové biomasy.

V současnosti je podle MŽP využíváno okolo 1,9 mil. tun, což je přibližně 1/3 potenciálu zbytkové biomasy a 1/5 realizovatelného potenciálu biomasy. Studie potenciálu biomasy jsou vhodným nástrojem pro rozhodování státní správy a samosprávy o regionální podpoře zdrojů využívajících biomasu (Weger, Jiránek, 2003)

V případě, že by byl odhadovaný potenciál biomasy rozvinut a využít včetně záměrně pěstované biomasy formou výmladkových plantáží

RRD by se biomasa mohla podílet na energetické bilanci ČR až 12% v horizontu desítek let“. (Weger, Havlíčková, 2003). Z tohoto zjištění vyplývá, že využitím biomasy lze z velké části pokrýt snižující se zásobu neobnovitelných zdrojů energie (Pastorek a kol., 2004).

Rychle rostoucí dřeviny jsou eventualitou, jak velice účinně získávat energii a přitom zužitkovat kapacitu zemědělských půd ležících ladem. Rychle rostoucí dřeviny mají na rozdíl od jiných druhů biomasy velké výhody a to jak ekonomické tak i ekologické. Tyto rostliny se velice pozitivně podílejí za pomoci svého kořenového systému na zlepšování půdy, dále dokážou půdu očistit od jedovatých látek. Díky opadu jejich vegetačních orgánů obstarávají návrat živin do půdy, tudíž se nemusí přidávat hnojiva pro zlepšování jejich růstu. Díky svému kořenovému systému také napomáhají proti erozím, celkově zvyšují biodiverzitu prostředí a v okolí se aktivně účastní na krajinném rázu. Zásluhou jejich rychlého růstu a schopností opětovné výmladnosti se investoru značně rychle navrátí investované peníze a výnos z těžby není zdaleka vůbec nepatrný.

4.3. Výroba elektrické energie z biomasy

Za poslední roky produkce elektrické energie a tepla z biomasy zaregistrovala významný vzestup a to hlavně díky směrnici 2001/77SE o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů. V porovnání s celkovou spotřebou biomasy je poté především podíl z komunálního odpadu na výrobě elektrické energie neúměrně velký a to nikoliv jen ve střední Evropě, nýbrž v celé EU a tvoří zhruba 32% z celkového množství vyrobené elektřiny z biomasy a odpadů. Dřevní biomasa a odpady se poté podílí zhruba 45% a bioplyn zhruba 23%. Toto vysoké procento bioplynu je zapříčiněno vysokým počtem bioplynových stanic (Hass a kol., 2009).

5. Legislativa

Zákon č. 252/1997 Sb. o zemědělství v platném znění § 3i odst. 1 písm. j) formuluje druh zemědělských kultur porostu RRD jako - „porostem rychle rostoucích dřevin obhospodařovaná půda, která je souvisle osázena rychle rostoucími dřevinami určenými k produkci biomasy pro energetické využití nebo k produkci řízků jako reprodukčního porostu pro vegetativní množení rychle rostoucích dřevin“ Tento zákon tedy formuluje plantáže rychle rostoucích dřevin jako samostatnou zemědělskou kulturu, a zařazuje je tedy mezi součást zemědělského půdního fondu. Plantáže rychle rostoucích dřevin jsou zapsány v systému registru půdních bloků a je možno na ně získávat přímé platby, zrovna tak, jako na jakoukoliv jinou zemědělskou půdu. V roce 2010 byl uveřejněn ve Věstníku ministerstva zemědělství soupis druhů rychle rostoucích dřevin a jejich kříženců, které se pěstují na výmladkových plantážích v ČR s udáním největší možné doby sklizňové periody. Tento soupis je totožný se soupisem povolených rychle rostoucích dřevin, jenž je součástí Metodické instrukce Ministerstva životního prostředí § 5odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve spojení se souhlasem k úmyslnému rozšiřování nepůvodních rostlin do krajiny a k uplatnění § 5 odst. 5 ve spojitosti s vystavením povolení k plánovanému rozšiřování kříženců rostlin do krajiny. Souhlas a povolení udělují dle zmíněného zákona příslušné orgány ochrany přírody, kterými jsou hlavně obce s rozšířenou působností. Tento postup, kromě omezení druhového, brání pěstování rychle rostoucích dřevin především v chráněném území, jako jsou CHKO, NP, PR a další (Anonym, 2010).

Reprodukce a prodej rychle rostoucích dřevin pro energetické využití je stanoven dle zákona o oběhu osiva a sadby č. 219/2003 Sb., sadební materiál (pruty, řízky a sazenice) mají právo dodávat jen pěstitelé registrovaní u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Zachovávání záležitostí, jako je např. kontrola evidence prodeje nebo karanténních nepříznivých organismů, sleduje státní rostlinolékařská správa popřípadě Ústřední kontrolní a zkušební zemědělský ústav (Weger, 2011).

5.1. Předpisy v ČR upravující pěstování RRD

V České republice je mnoho zákonů, které upravují pěstování RRD.

Těmito zákony jsou např.

- Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství.
- Zákon č. 344/1992 Sb., katastrální zákon
- Zákon č. 334/1992 Sb., ochrana zemědělského půdního fondu.
- Zákon č. 289/1995 Sb., lesní zákon
- Zákon č. 229/1991 Sb. o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku.
- Nařízení vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě určených pro energetické využití (MZe, 2004).

5.2. Předpisy Evropského společenství upravující pěstování RRD

- Nařízení Rady (ES) č. 1257/1999 ze dne 17. května 1999 o podporování rozvoje venkova prostřednictvím Evropského zemědělského orientačního a záručního fondu (EZOZF), kterým se také pozměňují a ruší určitá nařízení, ve znění Rady (ES) č. 1783/2003 ze dne 29. září 2003.
- Nařízení Komise (ES) č. 445/2002 ze dne 26. února 2002, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení rady (ES) č. 1257/1999 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského orientačního a záručního fondu (EZOZF), ve znění nařízení Komise (ES) č. 963/2003.
- Nařízení Komise (ES) č. 2419/2001 ze dne 11. prosince 2001, které stanoví podrobná pravidla pro provádění integrovaného administrativního systému pro některé podpůrné programy společenství, jež byl zřízen nařízením Rady (EHS) č. 3508/1992 (MZe, 2004).

5.3. Zákonodárna ustanovení EU platná pro ČR

Legislativa EU momentálně neřeší podmínky pěstování rychle rostoucích dřevin mezi členskými státy EU. Členské státy EU však mají vymezené normy hospodaření, které souvisí se zachováním jakostních hodnot půdy. Rovněž legislativa EU vymezuje povinné požadavky na hospodaření a spravování zemědělských půd. To se týká požadavků, které jsou uvedeny ve vybraných oddílech článků 18 aktů nařízení a směrnic evropského společenství z odvětví zdraví zvířat a zdraví rostlin a dobrých životních podmínek zvířat, veřejného zdraví a životního prostředí. Všechny tyto požadavky byly v členských státech EU zaváděny postupně. V roce 2010 vstoupilo v platnost 8 nařízení a směrnic. Dodržování těchto nařízení a směrnic se samozřejmě ověřuje 30 kontrolními požadavky. Přímé platby jsou poskytovány přímo na zemědělskou půdu a také některé další platby v Programu rozvoje venkova, jsou podmíněny rovněž uvedenými požadavky. Lze však říci, že stejné podmínky jsou rovněž pro zemědělskou půdu a nezáleží na tom, zda jsou zde pěstovány suroviny, které jsou využívány k výrobě potravin nebo k energetickému využití. Tyto podmínky nemají tudíž nikterak znevýhodňující význam proti typické potravinářské výrobě. Speciálně porostů rychle rostoucích dřevin se týká článek 2 písm. n) nařízení Komise (ES) č.1120/2009, která udává členským státům povinnost zveřejnit soupis druhů rychle rostoucích dřevin a jejich kříženců, které je možno pěstovat na území těchto států včetně jejich maximální možné délky sklizňového cyklu. V České republice je tento soupis rychle rostoucích dřevin uveden prozatím z důvodu jeho bezvýznamné závaznosti výhradně jen ve Věstníku Ministerstva zemědělství. Podpora na vytvoření plantáží rychle rostoucích dřevin z Programu rozvoje venkova je ukotvena v Článku 26 nařízení Rady (ES) č. 1698/2005 o podpoře pro rozvoj venkova z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova. Prováděcím nařízením Komise, kterým se stanoví podrobná pravidla pro použití uvedeného nařízení Rady je nařízení Komise (ES) č. 1974/2006. Toto nařízení je v České republice včleněno pomocí programového

dokumentu Program rozvoje venkova na období 2006 – 2013 (Anonym, 2010).

Reprodukce a prodej sadebního materiálů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití je omezen pravidly dle zákona o oběhu osiva a sadby č. 219/2003 Sb., jenž je v souladu s direktivami Evropského společenství. Veškerou sadbu (řízky, pruty a případně sazenice) mohou poskytovat jen pěstitelé registrovaní u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského. Respektování mezních bodů, jako je např. spravování evidence prodeje nebo dohled nad karanténními škodlivými organismy, kontroluje Státní rostlinolékařská správa, případně Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Weger, 2011).

5.4. Energetický zákon

Pro energetický zákon byla podmětem novela, která nabyla platnosti 18. srpna 2011 a tím byl tzv. 3 energetický balíček a nařízení EU, kterým jsou regulována pravidla domácího trhu s elektřinou a plynem. Tato pravidla bylo nezbytné vnést do patřičného českého zákona. Rozhodujícím důvodem, který se odráží v celém třetím energetickém balíčku, je úsilí o osvobození energetického trhu.

Novela energetického zákona poskytuje:

- zesílení domácností na energetickém trhu,
- separaci vlastníka přenosové soustavy, dodavatele a výrobce energie,
- upevnění a posílení kompetencí Energetického regulačního úřadu,
- dispečerská správa (Weger, 2011).

5.5. Výrobci a dodavatelé sadebního materiálu RRD

Naprostá většina plantáží v České republice je zhotovena z tzv. povolených a doporučených klonů vrb a topolů, které jsou povoleny Ministerstvem životního prostředí a byly doporučeny Ministerstvem zemědělství v předešlých letech. Týká se to klonů, které nespádají pod odrůdovou ochranu šířenou dle zákona o sadbě a osivu č. 219/2000 Sb.

Tyto klony rychle rostoucí dřevin jsou výběry z populací tuzemských druhů nebo jejich kříženců. Mimo tyto druhy je povoleno u nás pěstovat i zahraniční variety vyšlechtěné za účelem tohoto využití. Hlavním dodavatelem a producentem sadebního materiálu rychle rostoucích dřevin v České republice je zejména firma LESS a. s., ale i mnoho dalších menších pěstitelů a dodavatelů, kteří jsou zapsáni v registru Ústředním kontrolním a zkušebním útvarem zemědělským. Produkční schopnosti a kapacita tuzemských výrobců a dodavatelů jsou dostatečné, aby byl zajištěn předpokládaný potenciál výsadeb v České republice, který činí zhruba 500 ha/rok. Pokud by došlo, ke vzniku dotace bude zajisté vzrůstat i počet plantáží s matečnicemi. V případě nedostatku sadebního materiálu od tuzemských producentů je možný dovoz sadebního materiálu ze zahraničí, nejčastěji ze Švédska odrůdy vrb a z Itálie odrůdy topolů, pravděpodobně však za vyšší ceny (Anonym, 2010).

5.6. Dotace na založení plantáže RRD

Nyní nejsou stanoveny žádné dotace podporující výsadbu nových plantáží rychle rostoucích dřevin. Dotační programy je berou v úvahu, ale podle dosavadních informací se nepočítá s jejich vyhlášením v nadcházejících letech

Primární zemědělskou dotací v dotačním programu EU je paušální platba na plochu orné půdy tzv. SAPS a Top-up. Pro rychle rostoucí dřeviny se tato dotace poskytuje každý rok a její výše závisí na nadmořské výšce půdy. Skutečná výše této dotace se však každý rok reguluje. (Miškovský, 2009).

6. Ekonomika pěstování rychle rostoucích dřevin

Ekonomika pěstování rychle rostoucích dřevin je hlavním důvodem pro vytváření nových topolových plantáží. Zejména kvůli tomu, že pěstujeme materiál, který se pro své vlastní užívání nemusí kupovat, tím je možné dosáhnout jisté samostatnosti a nezávislosti, lze díky tomu ušetřit nemalou částku a zároveň tím i vydělat (Jiránek a kol., 2012)

6.1. Ziskový potenciál

Potenciál zisku stanovený ze sušiny rychle rostoucích dřevin nemůže být nikdy naprosto přesně a spolehlivě určen, vždy půjde pouze o domnělé údaje. Důvodem je to, že při jejich pěstování, zakládání a sklizni hraje roli mnoho proměnlivých okolností, jako jsou rozdílné klimatické podmínky, svažitost a expozice reliéfu, půdní vlhkost, přítomnost živin v půdě, postup při ošetřování, postup při přípravě půdy před založením, volba a respektování vhodných postupů při výsadbě, výběr vhodných dřevin v závislosti na stanoviště, doba obmýtí. Nejlepší potenciál a dosažení nejvyššího zisku bude docíleno na plantáži, kde se nám podaří zoptimalizovat všechny výše uvedené činitele ovlivňující růst dřevin (Kohout a kol., 2010).

Jedním z hlavních kritérií ovlivňující růst a potenciál zisku z plantáže v budoucnu, je příprava půdy a způsob výsadby při zakládání plantáže. Pokud je sadební materiál vysázen do předem připravené půdy a zbavené plevele, bude zisk mnohem vyšší, nežli při opačném postupu, kde nedošlo k pečlivé přípravě stanoviště před výsadbou. V případě, že nebylo stanoviště dostatečně připraveno a dochází na něm k nadměrnému růstu buřeně, je nezbytné, abychom v počátečních letech pěstování prováděli častější zákroky a ošetřování nežli u půdy, která byla kvalitně připravena. To nám následně zapříčiňuje výrazně vyšší náklady. Postup výsadby je určen hlavně mechanizací, kterou v budoucnu budeme používat ke sklizni a ošetřování plantáže (Kohout a kol., 2010).

6.2. Skutečné údaje z plantáží RRD

Jak jsem již výše uvedl, zisk je ovlivněn zejména stanovištními podmínkami, ale pro ukázkou jsou uvedena dvě stanoviště, která byla předmětem zkoumání. Jedná se o stanoviště se stářím topolů pět let. Na prvním stanovišti byla průměrná výška stromů po pěti letech 390,12cm, průměrná tloušťka pařezu byla 2,11 cm. Na druhém stanovišti byla průměrná délka 623,22 cm a průměrná tloušťka pařezu byla 6,84 cm. Obě místa se výrazně lišila stanovištními podmínkami (expozicí terénu, vlhkostí půdy, přítomností živin i půdním druhem). Dalším z faktorů zásadním pro výši zisku je odpovídající údržba vysázené plantáže. Opakovaně jsou uvedeny dva příklady stanovišť pro možnost srovnání, z nichž byla první odplevelována a ošetřována a druhá nikoliv. Na první plantáži, která byla ponechána samovolnému růstu po dobu šesti měsíců bez ošetřování, byly údaje následující: průměrná výška stromů dosahovala 764,34 cm a průměrná tloušťka pařezu dosahovala 8,20 cm. Poměrně značná část jedinců v řadě chyběla, jelikož neobstáli v konkurenci ostatních jedinců a zahubila je buřeň. Druhá plantáž, která byla po celou dobu růstu ošetřována, byly údaje následující: průměrná výška stromu dosahovala 829,62 cm a průměrná tloušťka pařezu byla 8,66 cm. Diferencovanost obou stanovišť je tedy z výše uvedených příkladů jasně patrná (Kohout a kol., 2010). Pro porovnání jsou níže uvedené hodnoty v tabulkách, ze stanovišť, kde v prvních třech letech byla prováděna ochrana proti buřeni a kde nikoliv.

Tabulka č. 1 - Hodnoty topolů na stanovišti ošetřovaném proti buřeni

Doba od výsadby	Průměrná výška stromu v (cm)	Průměrná šířka pařezu v (cm)
1. rok	118,22	1,04
2. roky	183,28	1,23
3. roky	381,42	4,24

(Kohout a kol., 2010)

Tabulka č. 2 - Hodnoty topolů na stanovišti neošetřovaném proti buřeni

Doba od výsadby	Průměrná výška stromu v (cm)	Průměrná šířka pařezu v (cm)
1. rok	56,32	0,41
2. roky	118,21	0,64
3. roky	172,34	1,20

(Kohout a kol., 2010)

Hodnoty mohou být záporně ovlivněny i trvalým zastíněním plantáže nebo konkurencí lesního porostu např. průměrná hodnota výšky stromu v nezastíněné lokalitě dosahovala 723,33 cm a v místě, které bylo trvale zastíněné, činila průměrná hodnota výšky stromu 321,4 cm (Kohout a kol., 2010).

Pokud se bude hovořit o průměrných hodnotách hmotností stromů, je možné uvést hodnoty vypočítané z několika plantáží. Od výsadby po čtyřech letech byla zjištěna průměrná hmotnost stromu v čerstvém stavu 12,67 kg, po 5 letech 18,62 kg, po 6 letech 28,63 kg, po 7 letech 36,89 kg, po 8 letech 44,32 kg. Po první těžbě, která byla učiněna po 4 letech, činil celkový zisk dřevní hmoty z plochy o rozloze 3453 m² pouhých 154 m³. Je nutno však říci, že toto stanoviště se nevyskytovalo na příliš vhodných půdních podmínkách a bylo z jižní expozice výrazně zastíněno lesním porostem. Objem byl měřen na ložné ploše odvozního stroje. Objemová hmotnost takto získané štěpky byla 133,16 kg.m⁻³. Objemová hmotnost štěpky je udávána v rozmezí od 108 až 360 kg.m⁻³ závisí to vše na metodě zpracování, délce jednotlivých štěpin a na zpracování samotných větví a kmenů, jestli v suchém nebo čerstvém stavu. To značí, že by byl zisk dřevní hmoty po čtyřech letech od založení plantáže rychle rostoucích topolů 59,36 t/ha⁻¹ po osmi letech 67,47 t/ha⁻¹. Na jiné plantáži s ideálními stanovištními podmínkami, byl skutečný výnos po 5 letech od výsadby plantáže 245,81 t/ha⁻¹ (Kohout a kol., 2010).

Nejdůležitějším činitelem pěstování rychle rostoucích dřevin je komerční obchodování s dřevní hmotou. Kvůli tomu, že většina

spotřebitelů štěpky jsou výrobci elektřiny. Mohou tedy výkupci žádat nižší vlhkost štěpky nežli je po sklizni (50 – 55%). Z důvodu, že se štěpka vykupuje v gigajoulech, nikoliv v tunách nebo v metrech krychlových je její dosoušení velice lukrativní (pro ukázkou.):

Výhřevnost dřevní hmoty japonských topolů:

- při 53% vlhkosti – 7,70 GJ/t
- při 45% vlhkosti – 9,61 GJ/t
- při 30% vlhkosti – 12,90 GJ/t

Výkupní cena výrobců elektřiny se v průměru pohybuje okolo 130 Kč/ GJ. Z toho vyplývá, že při dodání 1 tuny štěpky o vlhkosti 45% je cena 1 250 Kč, při vlhkosti 30% vzroste cena na 1 667 Kč. Ekonomická bilance má velké množství individuálních kritérií a z toho důvodu ihned ze začátku odečteme tu nejvyšší položku, kterou je sklizeň a doprava dřevní hmoty. Zde se mohou náklady šplhat až k 40% z prodejní ceny. Nejmenší zisk je za dodání mokré štěpky a pro následující výpočet vezmeme 600 Kč/t tzv. na stojato (7,7 GJ/t x 130 Kč – 40%), (Jiránek a kol., 2012).

Průměrné hodnoty při zakládání topolových plantáží: příprava půdy 4500 Kč/ha, příprava sadebního materiálu 500 Kč/ha, sadební materiál 28000 Kč/ha při 8300 ks/ha, ruční výsadba 11 620 Kč/ha, údržba za první rok 8600 Kč/ha, údržba za druhý rok 1 900 Kč/ha, ve třetím roce jsou plantáže téměř bez nutnosti údržby. Koruna stromu se uzavře, tudíž na zem již nedopadá nezbytné množství slunečního svitu a každým rokem se díky opadu listů plevele zahubí. Můžeme tedy konstatovat, že nejvyšší zisk dřevní hmoty bude ve třech letech obmýtí u topolových porostů. Nicméně to neznamená, že další roky obmýtí jsou nevýdělečné. Třetí rok obmýtí nám představuje vrchol produkce. Snadným výpočtem dostaneme čistý profit od 10000 do 25000 Kč/rok (Jiránek a kol., 2012).

Značný růst ceny štěpky vede k zlepšování výnosnosti výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin. Posuzování ekonomiky

výmldkových plantáží rychle rostoucích dřevin při dnešních cenách biomasy se dá odhadnout, že se výnosy pohybují kolem 8-9 t (suš) /ha /rok. Tento výnos se odpovídá hodnotám, kterých je možné dosáhnout na průměrných a nadprůměrně příznivých stanovištích. Podmínkou je však užití mechanizovaných zařízení k výsadbě, dodržování postupů při pěstební péči a využití mechanizace při sklizni. Z hlediska poměrně značných vstupních nákladů je však možno očekávat, že se investice navrátí až mezi druhou a třetí sklizní (Weger, 2012).

7. Charakteristika RRD a jejich využití

Nejvýznamnější vlastností pěstovaných rychle rostoucích dřevin je produkce dřevní štěpky. Jako rychle rostoucí dřeviny označujeme ty, jejichž objemový a výškový přírůst dosahuje výrazně větších rozměrů v krátkém časovém úseku, nežli je u většiny dřevin mírného pásma (Weger a kol., 2009).

Nejčastějším využitím rychle rostoucích dřevin je dnes spalování ve spalovnách a domácnostech za účelem získání energie. Nejběžněji je dnes konečným produktem dřevní štěpka, pelety a brikety. Nejmenší nároky na výrobu jsou u dřevní štěpky, k její výrobě dochází většinou už na plantáži. Dřevní štěpka se využívá zejména ke spalování v kotlích s vyšší výkonností, její nevýhodou je velká rozdílnost velikosti částic od 5 do 100 mm (Kohout a kol., 2010). Většinou se tyto dřeviny sklízí po třech až pětiletém obmýtí, přitom jejich vitalita je v rozmezí 15 až 30 let (Fischer a kol., 2011). V našich podmínkách mírného pásma se nejvíce pěstují dřeviny rodu *Populus* a *Salix* neboli topoly a vrby. Občas se v některých zemích Evropy najdou i základny s dřevinami barevného dřeva, jako je např. *Cerasus avium* (třešeň ptačí), *Juglans nigra* (ořešák černý) nebo *Robinia pseudoacacia* (trnovník akát). Z jehličnatých dřevin to jsou např. *Pinus sylvestris* (borovice lesní) nebo *Pseudotsuga taxifolia* (douglaska tisolistá). Všechny

tyto zmíněné dřeviny se navzájem odlišují klimatickými a půdními nároky pro růst (Čížková a Čížek 2009).

Rychle rostoucí dřeviny se nejčastěji pěstují na tzv. výmladkových plantážích. Jedná se vcelku o novou formu pěstování rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě (Weger a kol., 2011). Dřeviny rodu populus a salix se v přírodě rozmnožují semeny, která jsou obalena svazečkem chloupků a jsou roznášena ve velkém množství za pomoci větru. Pro zakládání výmladkových plantáží se používá způsob vegetativního rozmnožování. Klíčovým zdrojem pro plantáže jsou klonové archivy a matečnice (Weger a kol., 2002) V klonových archivech jsou uschované sbírky fenotypově význačných a důležitých druhů, které obsahují cenné genetické informace. Z tohoto hlediska jsou řešením při zachování jedinců s významnou kvalitou, uchování genofondu a zdrojem pro šlechtění a množení. (Čížková a Čížek 2010). Pod pojmem matečnicové plantáže se uvádějí plantáže s reprodukčním materiálem, ze kterých se získává sadební materiál v podobě řízků a jsou tudíž hlavním zdrojem pro výsadbu (Weger a kol., 2009). Řízky by měly mít vyvinuté alespoň dva listové pupeny a jejich minimální rozměry by měly být: délka 20 cm, a tloušťka na horním konci 8 mm (Čížková a Čížek 2009). Při výsadbě plantáží je nutné zvolit vhodné stanoviště s optimálními podmínkami pro danou dřevinu, které je určeno kombinací klimatických a půdních podmínek. Zejména se jedná o dostupnost vody srážkové i půdní, fyzikální vlastnosti půdy a v neposlední řadě vlastnosti klimatické (Weger a kol., 2009). Některé druhy topolů a vrb přežijí i delší zaplavení po dobu 60 dní (Weger a kol., 2002) Topoly a vrby jsou řazeny mezi teplomilné a světlomilné druhy, jejich horní produkční hranice nadmořské výšky je odhadována na 600 m. n. m. (Weger a kol. 2002).

Nejvýznamnějšími odběrateli dřevní štěpky jsou teplárenské podniky a menší spalovny biomasy. Dalšími místy, kde se spaluje štěpka, jsou zejména domácnosti vybavené kotli na spalování štěpky (Kohout a kol., 2010).

7.1. Charakteristika topolu japonského

Weger a kol., (2011) uvádějí, že japonský topol je křížencem topolu černého a topolu Maximovičova (*Populus nigra* a *Populus maximowiczii*). Hybrid těchto dvou druhů se k nám dostal v roce 1990 ze sousedního Rakouska (Čížková a Čížek, 2009). Weger (2011) dále uvádí, že v České republice se nejvíce pěstují dva klony topolu japonského, označovány J- 105 a J-104 popřípadě M4 a M5. Z testů DNA, při kterých bylo odebráno více jak 40 vzorků z plantáží po celé České republice, bylo zjištěno, že se u nás pěstuje výhradně hybrid J- 105.

Topol černý (*populus nigra*) je listnatý, opadavý strom s široce rozložitou korunou, robustními větvemi, který dorůstá až 30 metrové výšky. Borka je značně rozbrázděná a hnědé barvy. Listy jsou kosočtverečné až kosočtverečně vejčité, trojúhelné nebo vejčité, zašpičatělé, 4-12 x 3- 8(-15) cm velké. Kořenový systém je povrchově široce rozsáhlý sahající daleko až za obvod koruny a zároveň vede i do velkých hloubek za podzemní vodou. Řadí se spíše mezi světlomilné druhy, s vyššími nároky na půdní vlhkost (Horáček, 2006).

Topol Maximovičův (*Populus maximowiczii*) je taktéž listnatý, opadavý strom s rozložitě košatou nebo kyticovitou korunou a dorůstá až 40 metrové výšky. Kůra je hluboce popraskaná, žluté až šedé barvy. Listy jsou eliptické až vejčité nebo oválně eliptické, 6- 12 cm dlouhé, náhle špičaté až zašpičatělé (Horáček, 2006).

Japonský topol (*Populus Japonica*) vypěstovaný z řízku je pouze samičího pohlaví. Koruna je dlouhá a úzce vejčitá. Větve jsou hnědé barvy, která přechází do tmavě šedé směrem ke kmeni. Borka je hluboce rýhovaná. Letorosty jsou v prvním roce hnědo-zelené až hnědo-červené a řídce chlupaté. Zimní pupeny jsou 8- 16 mm dlouhé, lepkavé, charakteristické vůně s červenou pryskyřicí. Listy jsou srdčité, po celém obvodu jemně zoubkaté, o velikosti 7- 14 cm. Listový řapík dosahuje pouze 1,5 – 4,5 cm délky a je zeleno- žluté barvy. Květenstvím je samičí jehněda, načež v jedné tobolce jsou obsažena 2 až 3 semena. Tento hybrid je mnohem více odolný

vůči škůdcům a onemocněním, než jeho mateřští jedinci. Příliš jemné křehké větve s velkými listy jsou náchylné na poničení větrem, a proto se nedoporučují k užití jako okrasná dřevina (Dickmann a kol., 2001).

Japonský topol byl vyšlechtěn za cílem velkého zisku dřevní hmoty, pěstovaném v hustém zápoji a při dobrém růstu. Tento hybrid má velice dobré regenerační schopnosti a dobrou odolnost. Pro ideální přírůst dřevní hmoty potřebuje minimální roční úhrn srážek 500 mm (Weger, 2003). Dočekal, (2010) uvádí, že spalné teplo z jednoho kilogramu topolové štěpky dosahuje 18, 7- 19,2 MJ. Přitom zemní plyn nedosahuje ani dvojnásobku těchto hodnot (Dočekal 2010). Všeobecná hodnota z jednoho kilogramu dřevní biomasy je 16,73 MJ (Giampietro a kol., 1997).

8. Sklizeň topolové plantáže

Pěstitel topolové plantáže musí posoudit, v kterém roce je nejvhodnější provést sklizeň. V našich podmínkách je ideální třetí rok obmýetí, pokud je však výnos příliš nízký je nutné dobu obmýetí prodloužit. Další možností je uskutečnit sklizeň již v prvním roce a tento sklizený materiál použít k založení nové plantáže. Tímto se přispěje následně k vyšší produkci výhonů z jednoho pařízku. Topolové plantáže se sklízají zejména v zimním období, kdy u topolů probíhá období vegetačního klidu. V zimě kdy teploty padají pod bod mrazu je ve stromech nejmenší podíl vody (40 – 50%), což je velice žádané. Těžební technologie se volí dle finanční dostupnosti majitele, průměru kmenů těžené plantáže a dle formy konečného produktu, kterého chceme dosáhnout, jako je např. palivové dříví, biomasa, sadební materiál atd. (Jiránek a kol., 2012).

Matečnicové plantáže je zapotřebí sklízet každý rok, jelikož je velice důležité aby se dosáhlo vypěstování nevětvených prýtů. V případě, že by tomu tak nebylo, docházelo by k druhotnému větvení a to má za následek snížení ujmavosti a horší manipulaci s řízků (Weger, Havlíčková a kol., 2003) Ze zbylých pařezů po sklizni narůstají opět nové výmladky,

z toho důvodu je třeba sklizeň provádět šetrně, aby nedocházelo k jejich znehodnocování. (Čížková a kol., 2006).

8.1. Metody používané při sklizni

V Evropě jsou často používané 3 metody při sklizni topolových plantáží. Těmito metodami jsou: metoda kmenových výřezů, svazková metoda a poslední je metoda štěpkování.

8.2. Metoda kmenových výřezů

K dosažení kmenových výřezů je za potřebí nejméně 10letá obmýtní doba neboli desetiletý těžební interval. Porosty rychle rostoucích topolů se nazývají nejčastěji jako lignikultury. Na těžbu je v tomto případě používána klasická těžební lesnická technika. Jedná se tedy o harvestory a ruční motorové pily. Těžební technika kácí, odvětjuje a přichystává kulatinové výřezy požadovaných délek. Koruny a větve se dle požadavků buď odvázejí, nebo jsou zpracovány mobilním štěpkovačem rovnou na místě (Scholz, 2008).

8.3. Svazková metoda

Při svazkové neboli sběrací metodě jsou samotné stromy nebo výhony dřevin během jedné pracovní operace skáceny a sesbírány. Vznikají volně ložené nebo drátem či svazkovou přízí ovíjené svazky. U porostů s delší obmýtní dobou je k těžbě používán harvestor s kácecí a svazkující hlavicí. U řadových porostů s kratší obmýtní dobou se využívají tzv. sekací svazkovače. Tyto svazkovače při jedné plynulé pracovní operaci stromy pokácí a na ložné ploše svazkují. Takto vzniklé svazky jsou následně většinou vyskladňovány na okraji porostu. Zde mohou být uskladněny po neomezeně dlouhou dobu a dle požadavků štěpkovány již na místě, či odváženy (Scholz, 2008).

8.4. Metoda štěpkování

U metody štěpkování je zapotřebí rozlišovat mezi jednofázovou a dvoufázovou těžbou. U dvoufázového způsobu těžby, který byl prozatím odzkoušen pouze lokálně, navazuje na kácení a štěpkování další proces a tím je nakládání. V prvním pracovním kroku jsou stromy pokáceny. Ve druhém pracovním kroku jsou v řadách ležící stromy za pomoci sběracího bubnu sesbírány a pohyblivým štěpkovačem s nebo bez mechanické ruky štěpkovány. Nevýhodou tohoto postupu dvoufázové těžby je, že při obvyklých rozstupech řad může být kácena vždy pouze jedna řada a následně protisměrně štěpkována a až poté může být zpracována další řada.

Při jednofázové těžbě sekacím štěpkovačem jsou používány samojízdné stroje s nastavnými agregáty, které jsou schopny během jedné pracovní operace stromy useknout i seštěpkovat. Tento velmi efektivní pracovní postup byl na celém světě aplikován ve více než dvaceti vývojových programech, ale jen ojediněle zaveden do praxe. Nadějně vypadající přizpůsobené stroje na sklizeň zemědělských plodin, speciální sklízecí řezačky a čelní sekací štěpkovače, které jsou kolektivním objevem Franze Wienekera a Karla Döhrera. Jak sklízecí řezačky, tak i štěpkovače dosahují velice vysokých plošných výkonů. Na základě horizontálně umístěných vtahovacích válců a systému úřezu kmenů jsou určeny zejména pro vrbové a velmi mladé topolové porosty, především do ideální tloušťky řezného průměru cca 70 mm (Scholz, 2008).

9. Těžební mechanizace

Příslušně použitá těžební mechanizace je hlavním podmínkou výnosnosti produkce RRD, pěstovaných na zemědělské půdě (Scholz, 2009). V Evropě se velké plochy plantáží sklízí mechanizovaně. Specializovaná mechanizace se vyskytuje v několika typech a je poměrně drahá, proto se vyplatí pouze velkým pěstitelům, pěstitelům sdruženým do odbytových družstev nebo spolků, popřípadě specializovaným firmám,

kteře sklizně nabízejí jako službu. Zjednodušeně lze sklízecí mechanizaci rozdělit na upravené zemědělské stroje (sklízeče kukuřice se zesíleným žacím a sekacím ústrojím) a specializované stroje vyrobené jako kombinace odřezávacího ústrojí se štěpkovačem nesené na univerzálním traktoru vpředu nebo vzadu, u kterých je zapotřebí couvat. Ve většině případů jsou stroje vybaveny fukarem, kterým se štěpka nasypá na souběžně pojíždějící vlek za traktorem, jak lze vidat při mnoha zemědělských pracích. Čerstvá štěpka se poté vyváží na úložiště (hromady srovnatelné např. s cukrovou řepou), kde poté několik měsíců schne, než se opět naloží a putuje ke konečnému spotřebiteli (Hanzák a Potůček, 2012).

Mechanizované stroje používané za účelem zpracování dřevinných a bylinných odpadů je možné rozdělit na štěpkovače a drtiče. Štěpkovače dřevní vlákna přesekávají a přeřezávají, jelikož ústrojí jejich nožů je rotující po obvodu řezného válce. Tyto břity poté sekají průběžně přisouvaný dřevní odpad. Přeřezávají dřevní a bylinná vlákna kolmo nebo šikmo na osu větve, kmene nebo stonku. Nože se zhotovují v několika různých modifikacích, kterými jsou např. kruh, lichoběžník, rovnostranný trojúhelník, rovnoběžník, kruhová výseč, čtverec nebo obdélník. Obvodová rychlost nožů zabezpečuje bezproblémový řez vláken a přesun zpracovaného materiálu. Drtiče dřevní surovinu rozvláknují tlakem břitů nebo u velkých drtičů několikanásobným úderem břitů kladiv. Separace dřeviny není tedy charakterizována řezem jako u štěpkovačů, jelikož úhel břitů kladiv drtičů je několikanásobně větší, než je tomu u štěpkovačů. Štěpkovač je složen z podvozku u mobilního štěpkovače nebo ze stabilního rámu u stacionárního štěpkovače, na němž je stroj připevněn, pohonnými jednotkami jsou spalovací motory a elektromotory. Dále z pracovního mechanismu, vstupní a výstupní sekce a systémového příslušenství. Štěpkovací stroje se vyrábí v mnoha výkonnostních a velikostních variacích. Drtiče fungují na principu rotujících válců nebo válců rotoru. Rotor je po obvodu vybavený kladivy s pevnými břity. Tyto břity jsou zkonstruovány z karbidu wolframu a na těchto břitech je přiváděn dřevní odpad. Drtiče se dále mohou dělit

dle rychlosti otáček na pomaluběžné a rychloběžné. V ČR je často využíván např. drtič Doppstadt AK 450 a štěpkovač BOBR 7 Eschbock (Kohout a kol., 2010).

9.1. Drtič Doppstadt AK 450

Dle Kohouta a kol., (2010) jsou technické parametry u nás často využívaného drtiče Doppstadt AK 450 následující. Výkon motoru 335 KW, průměr rotoru 1,1 m, šířka rotoru 1,75 m, otáčky rotoru 2500 kg, délka dopravníku 4m, šířka dopravníku 1,8m hmotnost stroje 19 000 kg.

Teoretická výkonnost je u obdobných drtičů udávána $120\text{--}200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ záleží na charakteru vkládaného materiálu, např. průměrný čas na zpracování vloženého materiálu, který byl tvořen výřezy z tvrdých dřevin s průměrem 15-20 cm, byl zjištěn 35,53s. Z praktického hlediska bylo patrné, že vkládaný objem na pás drtiče by mohl být vyšší, protože vstup k rotoru byl využit (dřevní hmotou) přibližně na 40%. Pro ukázkou jsou v tabulce č. 3 uvedeny naměřené časy při zpracování stromů drtičem (Kohout a kol., 2010).

Tabulka č. 3 - Naměřené časy při zpracování stromů drtičem Doppstadt AK 450

Průměrný čas cyklu nakladače (s)	Průměrný čas na zpracování vloženého materiálu (s)	Stanovená výkonnost ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
59,45	24,13	25,43

(Kohout a kol., 2010)

9.2. Štěpkovač BOBR 7 Eschbock.

Dle Kohouta a kol., (2010) jsou technické parametry u nás často využívaného štěpkovače BOBR 7 Eschbock následující. Rozměry vstupního otvoru 35 x 56 cm, délka štěpky 3 cm, počet nožů na bubnu 8, otáčky vývodové hřídele $1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Při praktické zkoušce byl štěpkovač poháněn traktorem Zetor 72 - 45, maximální výkon 44,5 kW při $2200 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$; přívěs PS 2 10.08 AGRO, nosnost 8 tun, ložná plocha d 4390 x š 2390, objem ložného prostoru 20 m^3 , byly provedeny úpravy

přívěsu zvýšením bočnic. Souprava skládající se z traktoru a (Z 72 – 45), štěpkovače a přívěsu pojížděla podél pokácených řad stromů a dva pracovníci sbírali stromy ze šesti řad a vkládali je do štěpkovače. Třetí pracovník popojížděl se soupravou traktor – štěpkovač – přívěs a příležitostně pomáhal přibližovat stromy ke štěpkovači (když stál traktor na místě). Výfuk štěpky byl směřován do ložné plochy přívěsu a docházelo k plynulému plnění ložného prostoru na objemu 20m³. Čtvrtý pracovník průběžně odvázel zaplněný přívěs a po vyprázdnění ho opět přivezl na plantáž. Objem jednoho stromu byl stanoven na 0,019 m³. Pro ukázkou jsou v tabulce č. 4 uvedeny naměřené časy při zpracování stromu štěpkovačem BOBR 7 (Kohout a kol., 2010).

Tabulka č. 4 - Naměřené časy při zpracování stromu štěpkovačem BOBR 7

Průměrný čas přibližování stromů k hrdlu štěpkovače (s)	Průměrný čas na zpracování vloženého stromu (s)	Stanovená výkonnost (m ³ .h ⁻¹)
7,1	12,4	28,00

(Kohout a kol., 2010).

9.3. Využívaná mechanizace v zahraničí

Dřevinné plantáže se střednědobým obmýtím nejsou u nás ani v Evropě obvyklé. Princip spočívá v pěstování řidších porostů topolů s obmýtím mezi pěti až deseti roky. Zhruba 20m vysoký porost se sklízí harvestorem se speciální hlavicí, která dokáže uchopit několik kmenů po sobě. Takto odřezané stromy harvestor vyveze přímo ke štěpkovači, který dokáže svazek kmenů najednou seštěpkovat. Vzhledem k vyššímu obsahu dřeva ve štěpce („bílá“ štěpka) ji lze využít v papírenství. Velké plantáže jsou např. v Oregonu, USA (Hanzák a Potůček, 2012).

Pěstování dřevinné plantáže s dlouhým obmýtím je v podstatě pěstování zrychleně rostoucího lesa. Porosty se zakládají výsadbou jednoletých sazenic šlechtěných topolů, které mají výšku od jednoho do dvou metrů. Hustota výsadby se volí od 4 x 4 m do 6 x 6 m v různých

kombinacích (5 x 4 apod.). Cílem je vypěstovat zdravý, rovný vzrostlý strom s co nejdelším „cenným“ výřezem. Proto se topoly pravidelně vyvětvují a třeba i hnojí. V optimálních českých podmínkách lze les topolů dopěstovat do myšlenkové velikosti za 25 let, na horších stanovištích se délka pěstování prodlužuje, i tak je ale nepoměrně kratší než při klasickém lesnickém cyklu. Kromě závlaky po výsadbě, ochrany před zvěří (nebezpečné je především vytloukání srnců) a vyvětvování není potřeba žádná speciální péče. Tyto typy plantáží jsou četné v Itálii nebo ve Francii. V Maďarsku se například pěstují plantáže akátů (rychle roste a má velmi odolné dřevo třeba na výrobu lodí), na Novém Zélandu borovice montereyská (*Pinus radiata*) a ve Španělsku eukalypty (Hanzák a Potůček, 2012).

9.4. Samojízdná sklízecí řezačka FR9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň od firmy New Holland

V České republice si velká část plantážníků provádí sklizeň sama za použití motorové pily. Každý z pěstitelů má poněkud odlišné postupy, jelikož u nás nejsou se sklizní prozatím příliš velké zkušenosti. Ale jednou z předních firem na našem trhu je firma Agrotec a.s., která se specializuje na sklizeň větších topolových plantáží za použití samojízdné sklízecí řezačky FR9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň RRD.

Společnost Agrotec a.s. vznikla v roce 1990. Za dobu své existence se stala jedním z nejvýznamnějších dodavatelů zemědělské techniky v České republice. Od roku 1992 jsou výhradním dovozcem zemědělské techniky New Holland a jí předcházejících značek. Agrotec a.s. je prozatím jediná, kdo vlastní v ČR samojízdnou sklízecí řezačku FR9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň. Pan Mgr. Martin Čala (produkt manažer – sklízecí techniky společnosti Agrotec a.s.) mi při rozhovoru a emailové korespondenci poskytl ty nejdůležitější zkušenosti a technické parametry jimi využívané samojízdné sklízecí řezačky.

Požizovací cena FR 9000 je 275 000 EUR a požizovací cena adaptéru je 100 000 EUR. Návratnost této investice je odlišná, jelikož FR 9000 je celosezónní stroj (tj. senáže, siláže, GPS a u New Holland i dřevní dendromasa). Společnost Agrotec a.s. prozatím uvádí, že zpracovali s tímto adaptérem zhruba 180 ha a na stroji nedošlo k větším závadám. Stroj je ale velice důležité denně udržovat a to v podobě mazání. Stroj se musí každý den nastrojit adaptérem pro přímou sklizeň dřevní dendromasy, taktéž důležitým úkonem je i každodenní nastavení počtu nožů určených k řezání. Dále jsou nutné drobné úpravy zhruba 2 dny před těžební sezónou. Níže v obrázkové příloze této práce je možné shledat fotografie samojízdné řezačky FR9000.

9.5. Ideální podmínky pro sklizeň řezačkou FR9000 s adaptérem 130FB

Ideální podmínky pro sklizeň touto cestou společnost vyzkoušela a dospěla k následujícímu závěru.

1. Ideálními topolovými porosty jsou s průměrem na pařezu od 8 do 10 cm.
2. Ideální porost samozřejmě také vynese ideální spotřebu pohonných hmot a tj. cca. 60 l/ha i ideální výkon = 1 ha/hod.
3. Pole i porosty by měli být zamrzlé, aby nedocházelo k devastaci, jelikož provozní váha s agregací je cca. 20t.
4. Nejlepší je pro stroj, pokud je pole bez nerovností, průpadů kolejí, priorané půdy k porostu a samozřejmě bez kamení.
5. Porost by neměl být u pařezu příliš rozvětvený (riziko u starých vrb), adaptér má poté problémy s transportem větších svazků větví a kmenů do řezačky.

9.6. Adaptér 130FB pro přímou sklizeň rychle rostoucích dřevin.

Nový adaptér 130FB je osázen pilovými kotouči a vkládacími válci, které dopraví materiál k řezacímu ústrojí sklízecí řezačky. Na základě horizontálně umístěných vkládacích válců a systému úřezu kmenů jsou

určeny pro vrbové a velmi mladé topolové porosty, především do řezného průměru cca. 15 cm. Vrbové porosty se sází většinou do dvojřádků s roztečí 150 cm – 75cm – 150 cm. Topolové porosty se sází většinou do jednoho řádku. Maximální výkon 2 ha/hod. Maximální průměr kmene 150 mm. Při sklizni porostů s různým průměrem není třeba provádět změny na vkládacích válcích ani na řezacím bubnu. Délka řezanky je 10 – 45 mm.

Pohon a komponenty adaptéru jsou odvozeny od technologie sklizeče cukrové třtiny (CNH). Adaptér je poháněn dvojitým hydrostatickým pohonem, se standardním řezacím bubnem (600 kg) s travními noži s řeznou délkou (2*6 nožů): 8 - 44 mm a řeznou délkou (2*8 nožů) 6 – 33 mm, o maximálním průměru kmene 150 mm, dále obsahuje standardní kopírování terénu, 2 rotující pilové kotouče (k řezání kmene stromu), 2 pomalu rotující vertikální válce (ke středění kmene), 1 zvedací válec (ke zvedání kmene), 2 plnicí válce (k tlačení a vkládání kmene), hydrostatický pohon (z kabiny s nastavitelnými otáčkami), volně nastavitelnou hydraulickou vodící vzpěru (k natlačení stromu před uříznutím), velký průměr otočných vodících kol (pro těžké zimní podmínky a bláto), převodovku a PTO pohon vkládacích válců, který je synchronizován s vkládacími válci na řezače. V obrázkové příloze níže je možné shledat fotografie adaptéru.

9.7. Technické údaje Modelových řad řezačky FR9000

Řezačky FR9000 jsou vyráběny v 5 modelových variacích lišících se technickými parametry (New Holland 2014).

9.7.1. Modelová specifikace FR9040

Motor

- Značka / typ – FPT / Cursor 10
- Počet válců / zdvihový objem (n°/ l) – 6 inline / 10,3
- Výkon ISO 14396 ECE 120 při 2100rpm [kW/hp (CV)] – 291/395

- Max. výkon ISO 14396 – ECE R 120 při 2000 ot. [kW/hp (CV)] – 312/424
- Max. moment ISO 14936 – ECE R 120 při 1500 rpm (Nm) – 1820
- Objem palivové nádrže (l) – 1 100
- Další palivová nádrž (l) – 285

Krmení

- Krmení – pohon Hydrolog
- Délka nastavení řezu – nekonečná
- Počet napájecích rolí (n°) – 4
- Šířka otvoru (mm) 860
- Detektory kovů MetaLoc s indikací polohy (New Holland 2014).

9.7.2. Modelová specifikace FR9050

Motor

- Značka / typ – FPT / Cursor 13
- Počet válců / zdvihový objem (n°/ l) – 6 inline / 12,3
- Výkon ISO 14396 ECE 120 při 2100rpm [kW/hp (CV)] – 343/466
- Max. výkon ISO 14396 – ECE R 120 při 2000 ot. [kW/hp (CV)] – 368/500
- Max. moment ISO 14936 – ECE R 120 při 1500 rpm (Nm) – 2145
- Objem palivové nádrže (l) – 1100
- Další palivová nádrž (l) – 285

Krmení

- Krmení – pohon Hydrolog
- Délka nastavení řezu – nekonečná
- Počet napájecích rolí (n°) – 4
- Šířka otvoru (mm) 860
- Detektory kovů MetaLoc s indikací polohy (New Holland 2014).

9.7.3. Modelová specifikace FR9060

Motor

- Značka / typ – FPT / Cursor 13TCD
- Počet válců / zdvihový objem (n° / l) – 6 inline / 12,9
- Výkon ISO 14396 ECE 120 při 2100rpm [kW/hp (CV)] – 395/537
- Max. výkon ISO 14396 – ECE R 120 při 2000 ot. [kW/hp (CV)] – 425/578
- Max. moment ISO 14936 – ECE R 120 při 1500 rpm (Nm) – 2470
- Objem palivové nádrže (l) – 1100
- Další palivová nádrž (l) – 285

Krmení

- Krmení – pohon Hydrolog
- Délka nastavení řezu – nekonečná
- Počet napájecích rolí (n°) – 4
- Šířka otvoru (mm) 860
- Detektory kovů MetaLoc s indikací polohy (New Holland 2014).

9.7.4. Modelová specifikace FR9080

Motor

- Značka / typ – Caterpillar / C 18
- Počet válců / zdvihový objem (n° / l) – 6 inline / 18
- Výkon ISO 14396 ECE 120 při 2100rpm [kW/hp (CV)] – 470/639
- Max. výkon ISO 14396 – ECE R 120 při 2000 ot. [kW/hp (CV)] – 504/685
- Max. moment ISO 14936 – ECE R 120 při 1500 rpm (Nm) – 2939
- Objem palivové nádrže (l) – 1100
- Další palivová nádrž (l) – 285

Krmení

- Krmení – pohon Hydrolog

- Délka nastavení řezu – nekonečná
- Počet napájecích rolí (n°) – 4
- Šířka otvoru (mm) 860
- Detektory kovů MetaLoc s indikací polohy
(New Holland 2014).

9.7.5. Modelová specifikace FR9090

Motor

- Značka / typ – FPT / Vector 8
- Počet válců / zdvihový objem (n°/ l) – 8 V-V / 20,1
- Výkon ISO 14396 ECE 120 při 2100rpm [kW/hp (CV)] – 565/768
- Max. výkon ISO 14396 – ECE R 120 při 2000 ot. [kW/hp (CV)] – 606/824
- Max. moment ISO 14936 – ECE R 120 při 1500 rpm (Nm) – 3533
- Objem palivové nádrže (l) – 1100
- Další palivová nádrž (l) – 285

Krmení

- Krmení – pohon Hydrolog
- Délka nastavení řezu – nekonečná
- Počet napájecích rolí (n°) – 4
- Šířka otvoru (mm) 860
- Detektory kovů MetaLoc s indikací polohy
(New Holland 2014).

10. Likvidace plantáže a následné využití pozemku

Likvidace plantáže a opětovné navrácení k původnímu využití pozemku je zásadní otázkou důležitou z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu. Zhruba okolo 15 – 25 let věku dochází k útlumu. Produkční zisk z plantáže klesá pod úroveň ekonomické únosnosti. V tomto období je ideální přistoupit k likvidaci plantáže (Kohout a kol., 2010).

Stav půdy po pěstování RRD plantážovým způsobem závisí na několika různých faktorech. Hlavním faktorem je úrodnost půdy. Dalšími faktory jsou např. způsob a objem hnojení plantáže (Kohout a kol., 2010).

Likvidací plantáže musí být dosaženo odstranění pařízků a částí kořenového systému (Kohout a kol., 2010).

Dle Kohouta a kol., (2010) jsou dva způsoby jak odstranit pařízky z plantáže při likvidaci. Prvním způsobem je vytrhání pomocí rozrývače neseného na pásovém dozeru nebo grejdru a odvoz dopravní technickou s kontejnerovou nástavbou na skládku. Stroje mají možnost pracovat v hloubce 30 – 50 cm. Dalším způsobem je likvidace pařízků a částečně i kořenů pomocí frézy nesené v tříbodovém závěsu traktoru. Zbytek kořenů je pak vyorán hlubokou orbou nebo rotavátorem.

Likvidace musí být provedena co nejdříve po provedené těžbě. Důležité také je, aby byly kořeny odstraněny z celé plochy plantáže. U některých plantáží je důležité, aby byly kořeny odstraněny i v jejich okolí. V žádném případě nestačí odstranit pouze pařízky či je jen překrýt půdou (Kohout a kol., 2010).

Na vytrhávání kořenových systémů se používá různá mechanizace. V 60 letech minulého století se v naprosté většině případů používaly velké pásové traktory vybavené trhacími stroji s ostřími. Na severu Evropy a to zejména ve Skandinávii se používala upravená rypadla vybavená hákem, který kořeny vytrhl a rozštípl. Tento systém byl poté i úspěšně testován v dalších zemích Evropy jako je Dánsko a Francie (Kohout a kol., 2010).

Dnes je nejvíce používaným systémem speciální vrták, který navrhl v roce 1960 italský výrobce. Tento vrták byl uložen na třibodovém závěsu traktoru. Vrták byl uvnitř dutý, aby objal kořeny topolu. Hloubka, do které se mohl zavrtat, byla zhruba 150 cm. Poté byl ze země vytažen s tzv. půdní mrkví, která obsahovala hlavní kořen topolu vně vrtáku. Poté, co byl vrták vyzdvížen, byl obsah vytlačen pístem ven. Tyto systémy jsou dnes hromadně vyráběny a používány a to zejména v zemích jako je Maďarsko, Itálie (Kohout a kol., 2010).

11. Současný stav

V roce 2007 se na území ČR vyskytovalo zhruba 125 ha výmladkových plantáží a 25 ha matečnicových plantáží. V důsledku poskytování dotací rostl tento stav zhruba o 15 ha ročně. Stejně tak docházelo i k masivnímu nárůstu poptávky po sadebním materiálu. (Weger, 2008.) V dnešní době již existuje evidence LPIS, která uvádí, že na území ČR se momentálně vyskytuje 750 ha výmladkových plantáží a zhruba 35 ha plantáží matečnicových. Celkem je tedy na našem území 785 ha pěstební plochy s RRD (Weger, 2012). Na našem území prozatím výrazně převažuje pěstování topolů než vrb. Z dříve provedených výzkumů se však zjistilo, že i mezi našimi původními druhy se vyskytují vhodné druhy klony pro výmladkové pěstování (Weger, 2012). U pěstovaných domácích druhů je největší problém poškozování zvěří a to zejména okusem a vytloukáním. V porovnání se zahraničními zeměmi jsou stavy naší zvěře nesčetněkrát vyšší. V oblastech s příliš vysokými stavy zvěře může být pěstování domácích druhů velice obtížné, především jestli nebudou zbylé pěstební podmínky zcela ideální a zásah v podobě oplocení je značně nerentabilní (Weger, 2012).

12. Metodika

12.1. Popis měřené lokality

Plantáž s rychle rostoucími topoly, která byla zvolena pro výzkum této bakalářské práce, se nachází v Holicích u Pardubic. Přesné zeměpisné souřadnice plantáže jsou GPS: 50°3'35.618" N, 15°56'11.498" E. Jedná se o plantáž japonských topolů na severovýchodní expozici, založenou v únoru roku 2008. Rozloha plantáže je 0,8 ha. Na plantáži bylo vysázeno cca. 9340 ks/ha. Na celkové ploše plantáže 0,8 ha se tedy nachází cca. 7472 jedinců topolového klonu J-105 (Max 4). Lokalita se nachází v nadmořské výšce 295 m. n. m. Průměrný roční srážkový úhrn činí v této lokalitě 550 mm/rok tedy 550 litrů na metr čtverečný. Půdní rozbor lokality není bohužel k dispozici. Při založení plantáže na lokalitě rostla v hojném množství tráva, kterou bylo nutné odstranit. Majitel pan Bc. Petr Špatenka použil na postřik totální herbicid Roundup Klasik. Při zakládání poprvé použil k přípravě půdy pouze diskování na podzim, což nepřineslo příliš dobré výsledky. Dnes již pan Bc. Petr Špatenka používá k přípravě plantáže traktor, kterým celý pozemek důkladně zorá. Orba se provádí zhruba do hloubky 25-30 cm. Po zorání se pozemek oplotí, z důvodu vysoké četnosti černé zvěře v lokalitě. Při zakládání své první plantáže pan Bc. Špatenka plantáž neoplotil a z důvodů vysoké četnosti černé zvěře v lokalitě, byla téměř celá plantáž zničena okusem a vytloukáním srnčí zvěře. Z toho důvodu musel být téměř celý porost srovnán v prvním roce se zemí. V době provádění výzkumu pro mou bakalářskou práci, byl tedy porost 5 let starý a vyrostl z původních pařezků stromů, které byly pokáceny v prvním roce. Teď již z praktické zkušenosti veškeré plantáže oplocuje. Oplocení je v tomto případě jediným účinným opatřením proti škodám způsobených zvěří. V průběhu růstu ošetřoval pan Bc. Petr Špatenka plantáže různým způsobem. Ze začátku na plantáži pleli, poté používali traktor s rotavátorem. Po určité době se však ukázalo, že nejúčinnější a nejlevnější je postřik

herbicidey. V meziřádcích totální herbicid Roundup a pokud se u jedinců nacházelo příliš velké množství trávy, tak se použil selektivní postřik např. Fusilade forte, Pantera qp, Targa super. Tyto selektivní postřiky neublíží stromu, ale totálně zlikvidují jednoděložné rostliny. Proti likvidaci defoliátorů, kteří se občas na plantáži vyskytli (např.: mandelinka topolová) bylo potřeba použít také postřik např. karate, Mospilan nebo Calypso. Těžba se na plantáži prováděla za použití motorové pily a větve byly odstraněny za pomoci mačety. Konečným prodáváním produktem z této pětileté plantáže bylo palivové dříví.

12.2. Sběr dat

K výzkumu byl zvolen pětiletý porost japonských topolů. Vlastní měření bylo započato ve třetí řadě od kraje porostu z důvodu, aby se zabránilo zkreslení výsledků jedinci, kteří díky svému ideálnímu postavení na kraji porostu dosahují vyšších tloušťkových i výškových rozměrů. K měření bylo použito 70 jedinců a to ze třetí a čtvrté řady od okraje porostu. V každé řadě byl změřen každý třetí jedinec, aby bylo docíleno co nejvíce reprezentativních výsledků a objektivitu měření. Na každém jedinci určeném k měření, byla změřena tloušťka ve výčetní výšce (1,3 m). Pomůckou pro měření tloušťky bylo digitální, kalibrované, posuvné měřidlo tzv. šuplera, měřící s přesností na desetiny milimetru. Z důvodů dosažení co nejpřesnějších hodnot, bylo ve výčetní výšce měřeno dvakrát a to na sebe kolmými tloušťkami. Výsledné hodnoty byly poté zprůměrnovány a zapisovány v milimetrech do předem připraveného k tomu určenému zápisníku. Dále byla u každého z těchto jedinců naměřena výška v metrech. Pomůckou bylo svinovací pásmo s přesností na setiny metrů. Naměřené výšky byly opět zapisovány do určeného zápisníku. Další částí výzkumu bylo naměření hodnot na 21 stromech z již vybraných a změřených 70 předešlých jedinců. Tyto jedinci byli vybráni jako každý druhý v řadě z již měřených stromů, z důvodu opětovného dosažení co nejobjektivnějších výsledků. U každého z těchto vybraných stromů byla změřena tloušťka na

pařezu a to ve výšce 12 cm od půdního povrchu. Poté byly naměřeny sekce ve vzdálenostech po jednom metru od domnělého pařezu a to vždy až ke konci stromu, kde byl nakonec změřen konečný doměrek, který byl nižší jak 200 cm. V těchto sekcích byl opět vždy změřen průměr kmene s přesností na desetiny milimetru. Průměr kmene v jednotlivých metrových sekcích se znovu měřil dvakrát a to dvěma na sebe kolmými tloušťkami, které se poté zprůměrnovaly. K těmto úkonům bylo opět použito digitální, kalibrované, posuvné měřidlo s přesností na desetiny milimetrů a k měření délek bylo použito svinovací pásmo s přesností na setiny metrů. Všechny tyto naměřené hodnoty byly opět zapisovány do příslušného zápisníku. Další částí výzkumu bylo měření hmotnosti jednotlivých stromů. K tomuto úkonu bylo náhodně vybráno pouze deset jedinců z již předešlých 70 stromů. Každý strom byl nejprve odvětven za použití mačety, a poté byl jednotlivě zvážen kmen a větve stromu. Pomůckou byla digitální, kalibrovaná, závěsná váha, vážící s přesností na setiny kilogramu. Každá část stromu se přivázala na tuto váhu v přibližně shledaném těžišti a výsledná váha se zapisovala do příslušného zápisníku. Poslední částí výzkumu bylo odebrání vzorků z pěti jedinců. Tyto vzorky byly rozděleny na vzorky z částí oddenku, střed kmene a vršek. Vzorky byly odebrány bezprostředně po pokácení a uloženy do igelitových pytlíků. Dále byly po transportu na lesnickou fakultu odneseny do laboratoře a zváženy na přesné digitální (tenzometrické) váze, měřící s přesností na setiny gramů. Poté byly vzorky jednotlivě sušeny v peci při 103°C . V průběhu sušení byly vzorky neustále kontrolovány, zda se mění jejich hmotnost. Po ustálení hmotnosti se vzorky vyndaly z pece a opět zvážily na stejné digitální (tenzometrické) váze a veškeré získané hodnoty byly opět zapsány do příslušného zápisníku. Ke zpracování veškerých výsledků byl použit program MS Excel 2003. Statistika byla spočtena za pomoci lineární regrese. Toto je metoda, která pomocí nejmenších čtverců vypočítá a vrátí matici popisující přímku, tudíž nejlépe odpovídá zadaným datům.

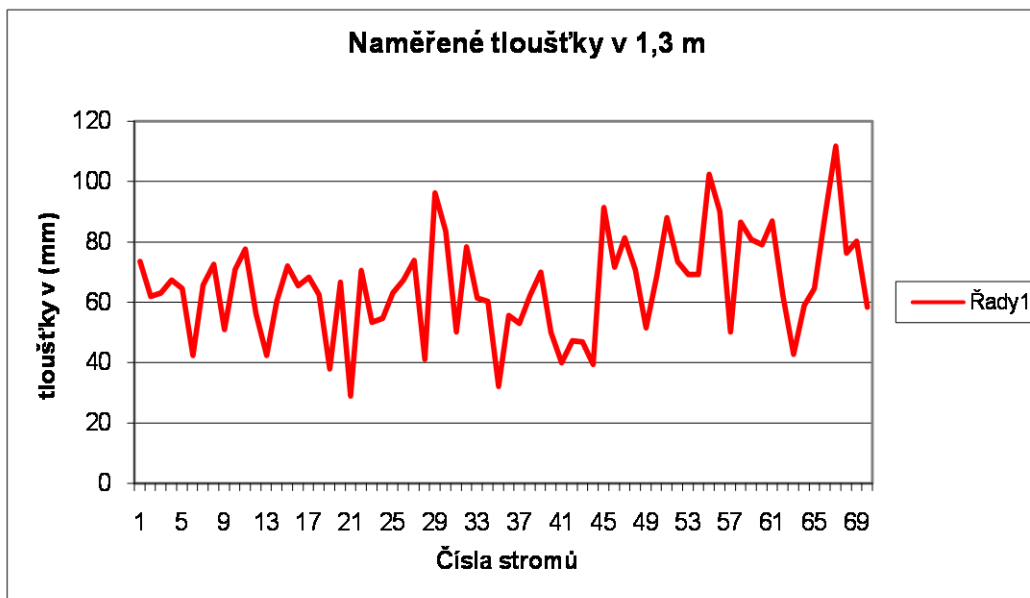
13. Výsledky měření

Na měřené lokalitě pětiletých japonských topolů v Holicích u Pardubic byly nejprve na všech 70 jedincích změřeny tloušťky ve výčetní výšce, tedy v 1, 3 m od půdního povrchu. Průměrná tloušťka porostu, spočítaná z naměřených hodnot činí 65,36 mm. Průběh křivky naměřených hodnot tloušťek je uveden v grafu č. 1. Nejsilnější jedinec měl ve výčetní výšce 111,75 mm a naopak nejslabší jedinec měl pouhých 28,9 mm. Průměrná hodnota tloušťky v 1, 3 m, nejvyšší hodnota průměru a nejnižší hodnota průměru jsou uvedeny v tabulce č. 5

Tabulka č. 5 - Naměřené hodnoty průměrů ve výčetní výšce

Průměrná tloušťka d 1,3 m (mm)	Největší tloušťka d 1,3 m (mm)	Nejmenší tloušťka d 1,3 m (mm)
65,36	111,75	28,9

Graf č. 1 - Naměřené tloušťky v 1, 3 m

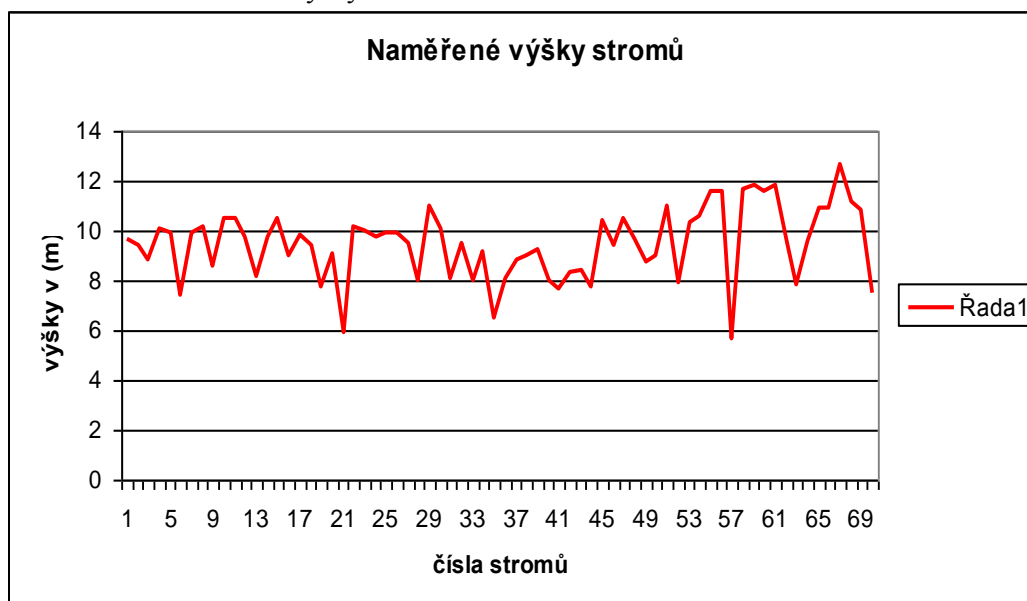


Následně byly u všech jedinců naměřeny jejich výšky. Průměrná výška porostu činí 9,47 m. Nejvyšší jedinec ze zvolené plantáže měřil 12,7 metrů a naopak nejnižší jedinec měřil pouhých 5,7 metrů. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 6. Graf č. 2. popisující průběh naměřených výšek je uveden níže.

Tabulka č. 6 - Naměřené hodnoty výšek

Průměrná výška porostu (m)	Nejvyšší výška stromu (m)	Nejnižší výška stromu (m)
9,47	12,7	5,7

Graf č. 2 - Naměřené výšky stromů



Z vypočítaných průměrných hodnot výšky a hodnoty průměru ve výčetní výšce (1,3 m) byl stanoven průměrný štíhlostní koeficient (ŠK). Tento koeficient má hodnotu 1,450045. Štíhlostní koeficient udává poměr mezi výškou v (m) a výčetní tloušťkou v (cm). Tento koeficient je ukazatelem stability stromů vůči ohrožení abiotickými činiteli (vítr, sníh). Je jím charakterizován tvar kmene. Závisí na dřevině, stanovišti, věku a zápoji okolního porostu. Čím je ŠK vyšší, tím je stabilita horší

a stromy jsou přeštíhlené. Dalším vypočítaným údajem byla průměrná kruhová základna ve výčetní tloušťce 1,3 metru. Ta činí 33,55 cm². Tento údaj znázorňuje průměrnou plochu průřezu kmene na plantáži ve výčetní výšce. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 7. Viz. Níže. Dále lze v tabulkové příloze č. 17 najít podrobnější výsledky ke všem 70 měřeným stromům.

Tabulka č. 7 - Průměrné hodnoty ŠK a kruhové základny

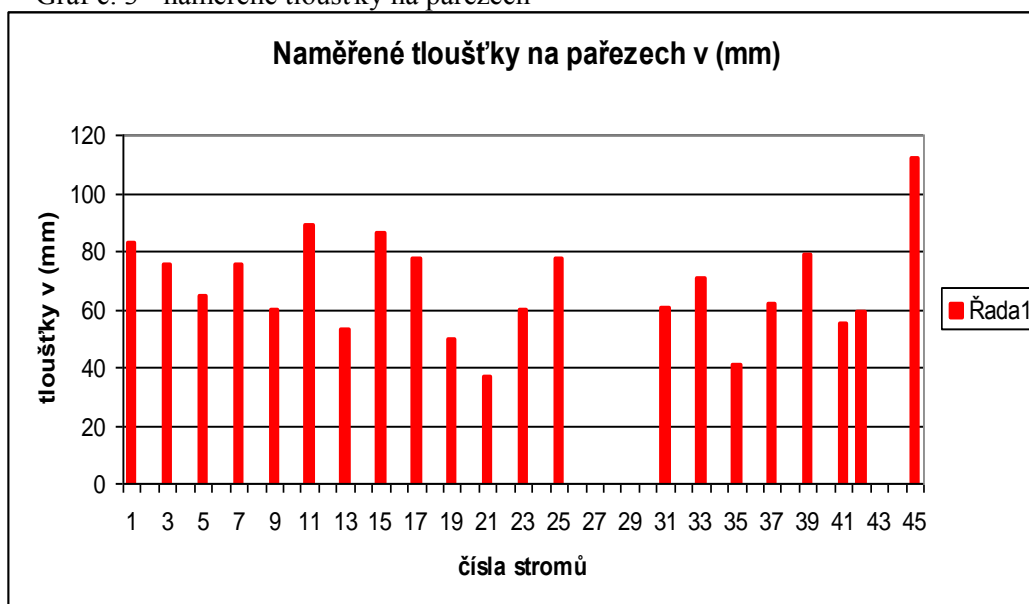
Průměrný štíhlostní koeficient	Průměrná kruhová základna (cm ²)
1,450045	33,55

V následujícím měření bylo vzato 21 stromů pro podrobnější výzkum. Tyto stromy byly vybrány jako každý druhý z řady již měřených jedinců. Z důvodu větší přehlednosti a zejména kvůli získání co nejvíce reprezentativního vzorku. U těchto stromů byla naměřena tloušťka na pařezu, pro potřeby výzkumu se jednalo o výšku ve 12 centimetrech nad zemí. Průměrná tloušťka na pařezu činí 68,28 mm. Nejvyšší naměřená hodnota činila 112 mm, kdežto nejnižší naměřená hodnota byla pouhých 36,3 mm, údaje jsou uvedeny níže v tabulce č. 8 a grafu č. 3.

Tabulka č. 8 - Naměřené hodnoty průměrů na pařezech

Průměrná tloušťka pařezu (mm)	Nejvyšší průměr pařezu (mm)	Nejnižší průměr pařezu (mm)
68,28	112	36,3

Graf č. 3 - naměřené tloušťky na pařezech

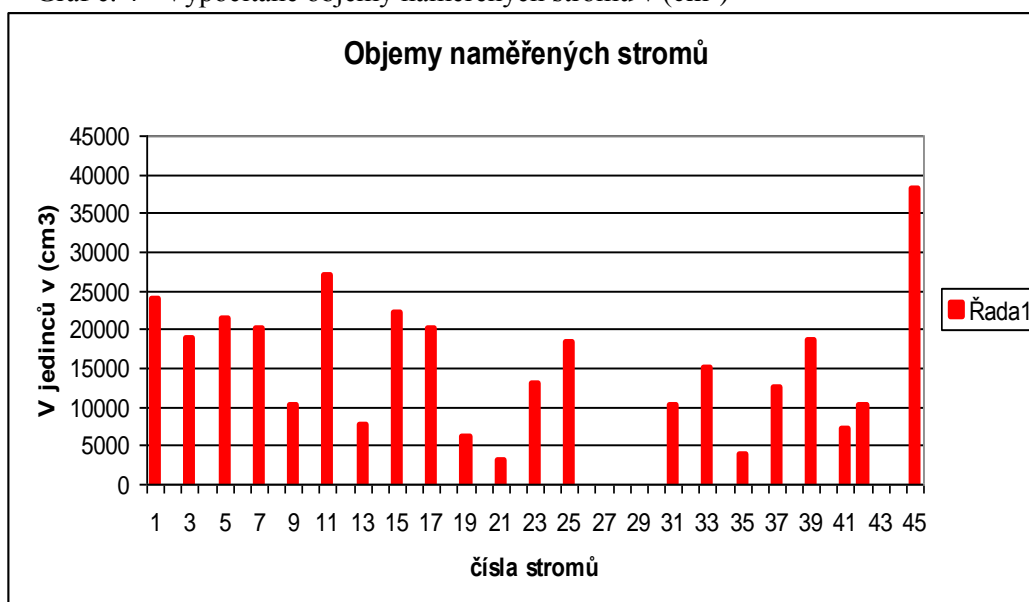


Každý strom z těchto 21 vybraných jedinců byl poté změřen po metrových sekcích a to až ke konci stromu, kde byla naměřena výsledná hodnota nadměru menší jak 200 cm. Pro každou z těchto sekcí byl následně vypočítán objem Smaliánovým vzorcem. Sečtením výsledných hodnot objemů jednotlivých sekcí jsme dostali objem každého z těchto 21 jedinců. Následně jsme z těchto vypočítaných hodnot aritmetickým průměrem zjistili průměrný objem jednoho kmene na plantáži. Průměrným objemem (V) jednoho kmene je tedy hodnota $15561,09929 \text{ cm}^3$, po přepočítání $0,01556109929 \text{ m}^3$. Nejvyšší hodnota objemu kmene činila $38191,385 \text{ cm}^3$, zatímco nejnižší hodnota objemu kmene činila pouhých $2972,565 \text{ cm}^3$. Jak bylo již uvedeno, na naší vzorové plantáži japonských topolů v Holicích u Pardubic roste cca. 9340 jedinců topolového klonu J-105 na jeden ha půdy. Velikost této plantáže činí 0,8 ha, tudíž se na ploše nachází cca. 7472 jedinců. Po vynásobení průměrného objemu jednoho kmene počtem kmenů na plantáži dojdeme k hodnotě zásoby porostu v čerstvém stavu. Plantáž tedy vykazuje hodnotu $116,2725339 \text{ m}^3$. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny níže v tabulce č. 9 a zobrazeny v grafu č. 4.

Tabulka č. 9 - Hodnoty objemů a počty jedinců na plantáži

Nejvyšší hodnota objemu kmene (cm ³)	38191,385
Nejnižší hodnota objemu kmene (cm ³)	2972,565
Průměrný objem jednoho kmene (cm ³)	15561,09929
Průměrný objem jednoho kmene (m ³)	0,01556109929
Počet klonů J-105 na hektar půdy	9340
Počet klonů J-105 na 0,8 ha (výměra plantáže)	7472
Zásoba plantáže v čerstvém stavu (m ³)	116,2725339

Graf č. 4 - Vypočítané objemy naměřených stromů v (cm³)



Nadále jsme stanovili u těchto 21 vybraných jedinců výtvarnicovou výšku. Pro tuto veličinu bylo zapotřebí stanovení objemu kmene a to součtem jednotlivých sekcí ležícího kmene pomocí Smaliánova vzorce. Tento výpočet byl již proveden v předchozím bodě výzkumu. Poté bylo nutné celkový objem jednoho kmene vydělit kruhovou základnou ve výčetní výšce. Tímto výpočtem jsme došli k výsledku, který je nazýván jako výtvarnicová výška.

Výtvarnicová výška je tedy součinem výtvarnice a výšky. Lze ji spočítat z podílu:

$$hf = \frac{V}{g}$$

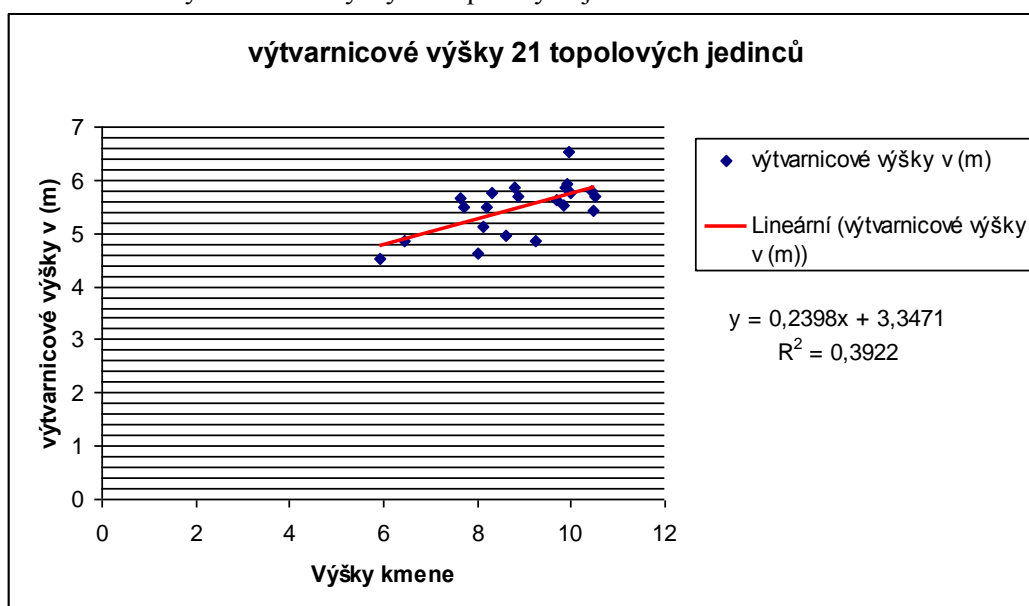
hf = výtvarnicová výška

V = objem kmene

g = kruhová plocha

Výtvarnicová výška je výtvarnice vztažená ke kruhové ploše ve výčetní výšce (1,3m). Je důležitá pro metody určování objemu stromů a porostů, zvláště ke konstrukci objemových tabulek (Málek, 2005). Graf č. 5 znázorňuje výtvarnicové výšky 21 vybraných topolů v závislosti na výšce kmene. Na základě dosažených údajů byla stanovena regresivní rovnice $y = 0,2398x + 3,3471$ pro ustanovení tabulek výtvarnicových výšek a hodnota spolehlivosti $R = 0,3922$, tedy nepříliš spolehlivá. Regresivní rovnice včetně hodnoty spolehlivosti byly spočteny za pomoci Microsoft office Excel 2003. Podrobnější naměřené hodnoty a vypočítané výsledky pro 21 jednotlivých stromů lze nalézt v tabulkové příloze č. 18 a č. 19.

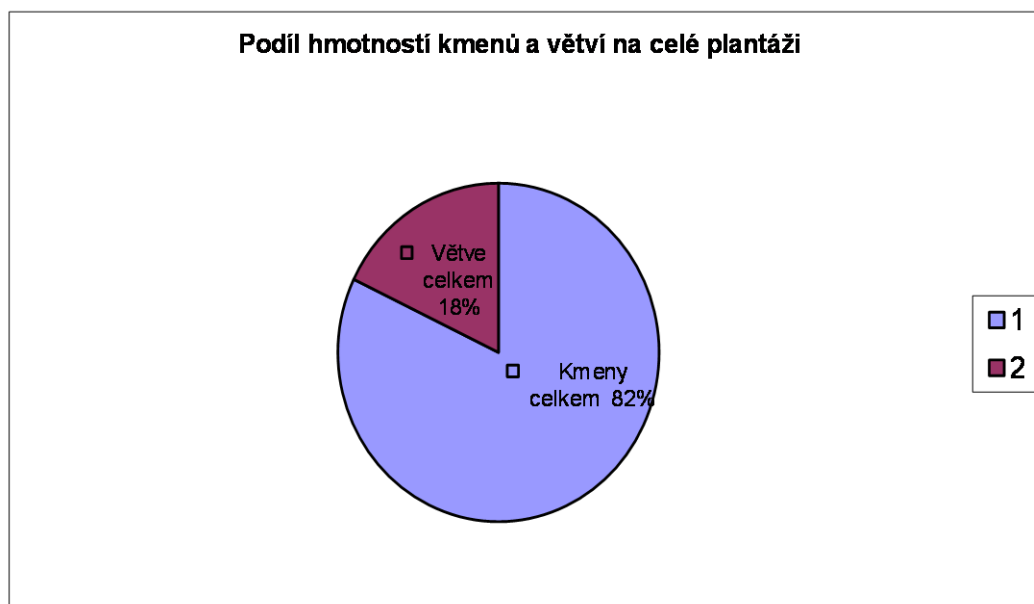
Graf č. 5 - Výtvarnicové výšky 21 topolových jedinců



Další částí pokusu bylo zvážení celkové hmotnosti deseti náhodně vybraných jedinců s přesností na setiny kg. Hodnoty byly rozděleny na váhu kmene a větví odebraných ihned po těžbě. Po zvážení všech deseti jedinců se výsledná váha přepočítala na celkovou plantáž o rozloze 0,8 ha tedy cca. 7472 jedinců. Výsledná hodnota plantáže činí 218937,1 kg nevysušené biomasy.

Na grafu č. 6 níže je možné shledat podíl hmotností kmenů a větví, které jsou přepočítány na celou plantáž. Celková hmotnost kmenů dosahovala 179 776,32 kg tj. 82% a větví 39 160,78 kg tj. 18%. Z tohoto grafu je zřejmé že kmeny měly hmotnost vyšší a to o 64%. V tabulkové příloze č. 20 je možné najít podrobnější hodnoty hmotností naměřených na jednotlivých stromech.

Graf č. 6 - Podíl hmotností kmenů a větví na celé plantáži



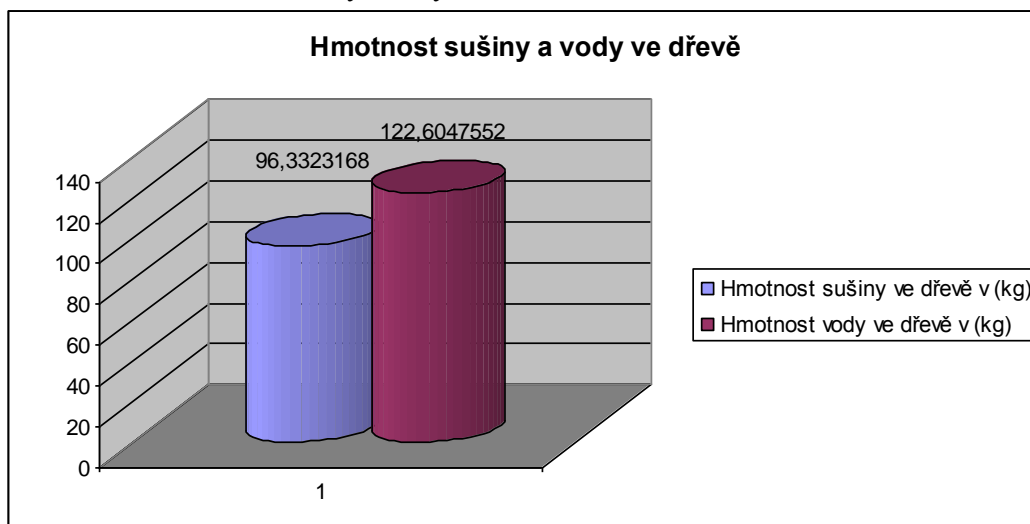
V poslední části výzkumu byly odebrány vzorky z pěti náhodně vybraných jedinců pro stanovení procentuelního podílu vody ve dřevě. Měření na jednotlivě odebraných vzorcích, které byly uměle sušeny při 103°C byla zjištěna průměrná vlhkost 56,67%. Rozmezí vlhkostí se pohybovala mezi 52,41% až 62,40%. Z technické lesnické příručky

z roku 1934 bylo zjištěno, že objemová hmotnost čerstvě pokáceného topolu je 840 kg/m^3 , objemová hmotnost na vzduchu vyschlého topolu je 450 kg/m^3 a objemová hmotnost uměle dosušeného topolu je 370 kg/m^3 . Pokud je tedy stanoven podíl vody zaokrouhleně 56% a hodnota zásoby plantáže v syrovém stavu činí 218937,1 kg přepočteno na tuny 218,9371 tun. Můžeme z těchto údajů spočítat hodnotu sušiny na plantáži. Sušina je hodnota s 0% vody ve dřevě. Výsledkem je tedy hodnota 96,332324 tun sušiny. Dodatečné vysušení dřevní biomasy zvyšuje výrazně výhřevnost štěpky. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 9 a v grafu č. 7 níže je zobrazeno zastoupení vody a sušiny ve dřevě. Podrobnější výsledky měření hmotností jednotlivých vzorků, sloužících k určení podílu vody a procentuelní zastoupení je možné shledat v tabulkové příloze č. 21.

Tabulka č. 10 - Hodnoty zásob na plantáži v syrovém a vysušeném stavu

Zásoba plantáže v syrovém stavu (kg)	Zásoba plantáže v syrovém stavu (t)	Zásoba plantáže v sušině (t)
218937,1	218,9371	96,332324

Graf č. 7 - Hmotnost sušiny a vody ve dřevě



14. Diskuze

V první rešeršní části jsem se zaměřil na obecnou problematiku pěstování RRD. Dále je možné se zde dočíst o vymezení pojmů biomasa a její dělení, legislativa a zákony upravující pěstování RRD, dotační politika při zakládání plantáží RRD, ekonomika pěstování a v poslední řadě o samotné charakteristice japonského topolu.

V další části rešerše jsem se zaměřil na sklizeň topolových plantáží a využívanou mechanizaci při sklizni, zejména na samojízdnu sklízecí řezačku FR9000 s adaptérem 130FB pro přímou sklizeň.

Pokud budeme diskutovat o nejčastěji používaných těžebních mechanizacích, nelze jasně vymezit, za pomoci které mechanizace se v ČR nejvíce provádí sklizeň. Jelikož u nás se sklizní nejsou prozatím příliš velké zkušenosti. Také je zde mnoho malých pěstitelů, kteří se snaží co nejvíce snižovat náklady na zakládání, ale i sklizeň. Tito malí pěstitelé tedy nejčastěji využívají své vlastní lidské síly a těžbu provádí motorovou pilou. Tento způsob je sice fyzicky náročný, ale za to nejméně nákladný. U větších pěstitelů můžeme hovořit o častém nasazování těžebních strojů ke sklizni plantáží. U plantáží vyššího věku je často využíván k těžbě harvester s těžební hlavicí, u mladších porostů je často využívám traktor s různými štěpkovacími nástavci, které jsou například taženy za traktorem. Novým způsobem sklizení topolové plantáže, který se v posledním roce rozšířil, je využívání samojízdny sklízecí řezačky. Můžeme tedy říci, že tento způsob je dosti nový. Tuto řezačku vlastní v ČR pouze jedna firma a tou je Agrotec a. s. Sklizeň za pomoci této mechanizace je velice rychlá, efektivní a pohodlná. Při ideálních podmínkách je schopna tato řezačka zpracovat za hodinu 1ha topolové plantáže při spotřebě 60 l nafty. Tento způsob sklizeně je ale bohužel dosti omezen věkem, tloušťkou samotných stromů a terénními podmínkami. Nejideálnější rozmezí tloušťky stromů je 8 až 10 cm. Terén by měl být ideálně bez velkých nerovností a kamenů. Porosty by

neměly být u pařezu příliš rozvětvené, jelikož adaptér má poté problém s transportem větších svazků větví do řezačky.

Jelikož je pořizovací cena sklízecí mechanizace opravdu vysoká a návratnost investice je nejasná a časově dlouhodobá je zřejmé, že většina pěstitelů zůstane u svého osvědčeného způsobu sklizně.

Poslední část bakalářské práce byla věnována výzkumu na plantáži japonských topolů v Holicích u Pardubic. Pro porovnání naměřených hodnot, jsem zvolil plantáž v Bernarticích u Trutnova, na které prováděl výzkum DiS. Hudrlíková Jana a výsledky jsou uvedeny v její diplomové práci *Ekonomika plantáže rychle rostoucích dřevin v katastrálním území Bernartice okres Trutnov, z 31. března 2009 na Vyšší odborné škole lesnické v Trutnově*. Na stejné plantáži prováděl výzkum i DiS. Jan Trávníček z Vyšší odborné školy lesnické v Trutnově, jehož výsledky jsou obsaženy v diplomové práci *Ekonomika plantáže rychle rostoucích dřevin v katastrálním území Bernartice okres Trutnov z roku 2011*. Hudrlíková J. (2009) uvádí, že stanovený průměrný objem jednoho kmene v 5 letech v syrovém stavu činil 16865,34 cm³, dále průměrná hmotnost jednoho kmene v kg 13,60345 kg. Trávníček J. (2011) uvádí průměrnou výšku jednoho kmene 5,431 m. Pokud porovnáme tyto hodnoty s uvedenými údaji z naší plantáže, průměrný objem jednoho kmene v syrovém stavu 15561,09929 cm³, průměrná hmotnost jednoho kmene 29,301 kg a průměrnou výškou jednoho kmene 9,47842 m, dojdeme k výsledkům, že plantáž v Holicích u Pardubic vykazuje nadprůměrné hodnoty. Dále Hudrlíková J. (2009) uvádí, že na plantáži v Bernarticích u Trutnova vykazovaly naměřené vzorníky po deseti letech průměrnou tloušťku ve výčetní výšce (1,3 m) pouhých 8,07 cm. Zatímco na námi zkoumané plantáži vykazovaly stromy průměrnou tloušťku ve výčetní výšce 6,5366 cm už po pěti letech. Z toho vyplývá, že naše naměřené hodnoty jsou nadprůměrné.

Naše lokalita byla v severovýchodní části ovlivněna zvýšenou hladinou spodní vody a nízkým slunečním svitem. Zastínění tvořil lesní

porost. Jihozápadní část plantáže nebyla ovlivněna vyšší hladinou spodní vody, ani sníženým slunečním svitem a zde ba naopak vykazovala velice nadprůměrné hodnoty ročních přírůstů i tloušťek,

Pro další porovnání jsem zvolil plantáž, která se nachází nedaleko Washington D. C. V této lokalitě Felix a kol., (2007) uvádí, že k podrobnému výzkumu byly vybrány náhodně stromy ve věku od dvou do šesti let. V šesti letech vykazovaly stromy průměrnou výšku 9,7 m, průměrnou hmotnost v čerstvém stavu 20,5 kg a průměrnou tloušťku ve výčetní výšce (1,3 m) 11,7 cm. Pokud tyto hodnoty opětovně porovnáme s plantáží v Holicích u Pardubic, dojdeme opět k výsledku, že námi zkoumaná plantáž vykazuje nadprůměrné hodnoty. Hodnoty jsou sice velice podobné, ale u nás se jedná o plantáž v pěti letech a ve Washingtonu D. C. se jedná o plantáž ve věku šesti let.

15. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá obecnou problematikou pěstování rychle rostoucích dřevin a zhodnocením růstových parametrů na plantáži v Holicích u Pardubic. Téma pěstování rychle rostoucích dřevin je momentálně celosvětově velice populární, z důvodu rostoucí poptávky po alternativních zdrojích energie roste i poptávka po dřevní biomase z plantáží rychle rostoucích dřevin. Biomasa vzniklá z RRD bude v budoucnu nadále využívána mnohem více, jelikož jde o alternativu neobnovitelných fosilních paliv, jejichž zásoby se na planetě rychle tenčí a z příčiny jejich nedostatku by mohlo dojít k válkám a ekonomickým propadům globálního rázu. Proto je velice důležité se tímto tématem zabývat a obeznámit s tím i širokou veřejnost.

Tato práce se zabývá také momentální situací v energetickém odvětví, kde je nejvíce využívána biomasa, a to jak v České republice, tak i ve světě. Bylo zjištěno, že ve světě se vyskytuje již přes 8 milionů hektarů plantáží s rychle rostoucími dřevinami a jejich množství neustále stoupá. V České republice se v současnosti nalézá zhruba 750 hektarů plantáží RRD. Nejen ve světě, ale i u nás, má výsadba nových plantáží stoupající směr. V porovnání s EU jsme zatím z tohoto hlediska poněkud pozadu, nicméně názor většiny je ten, že se trend v brzké době vyrovná.

V části s vlastním výzkumem, který se odehrával na plantáži japonských topolů v Holicích u Pardubic, byla z 21 zvolených pětiletých jedinců určena výtvarnice s 39 % spolehlivostí, která by mohla v budoucnu sloužit ke stanovení objemu kmene. Těchto 39% je bohužel poměrně málo a její hodnota je tedy neprůkazná. Dále byly zhodnoceny růstové veličiny. Průměrná výška porostu činí 9,47 m, průměrná tloušťka porostu ve výčetní výšce činí 65,36 mm. Průměrný ŠK 1,450045. Průměrný objem jednoho kmene 0,01556109929 m³. Celková zásoba plantáže v čerstvém stavu 116,2728339 m³. Výsledné hodnoty byly následně porovnány s výsledky

jiných autorů. Stromy na této plantáži vykazovaly nadprůměrné hodnoty. To stvrdilo zejména důležitost výběru ideálního stanoviště. Ve výsledku bylo také potvrzeno, že japonský topol vykazuje na zamokřené půdě a při sníženém slunečním záření o hodně nižší hodnoty výškového i tloušťkového přírůstu. Topoly na zamokřené půdě se sníženým slunečním svitem vykazovaly více než dvojnásobně menší výškové i tloušťkové přírůsty, než topoly na hlavní námi měřené lokalitě.

16. Seznam použitých zdrojů a literatury

16.1. Knižní zdroje

ČÍŽEK, V., ČÍŽKOVÁ, L. Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2009. 45 s. ISBN 978-80-7417-022-5.

ČÍŽKOVÁ, L., ČÍŽEK, V., MAUER, O., WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K., MIŠKOVSKÝ, J. Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychle rostoucích dřevin. Třebetovice: Lesnická práce, 2006. 68 s. ISBN 80-86386-85-6.

ČÍŽKOVÁ, L., ČÍŽEK, V. Pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice. In Rychle rostoucí dřeviny - zdroj biomasy pro energetiku: sborník referátů: konferenční sál na GR LČR, s. p. Praha: Česká lesnická společnost, 2009 24 s.

DICKMANN, D., I., ISEBRANDS, J., G., ECKENWALDER, J., E., RICHARDSON, J. 2001. Poplar Culture in North America. Ottawa: NRC Research Press. 397 s.

FISCHER, M., TRNKA, M., KUČERA, J., FAJMAN, M., ŽALUD, Z. Biomass growth and water consumption linkage in short rotation poplar coppice (*Populus nigra* × *P. maximowiczii*) in the conditions of Czech Moravian Highlands. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2011, 28 s.

GAMPIETRO, M., ULGIATI, S., PIMENTAL, D. Feasability of Large-Scale Biofuel Production. *BioScience*. 1997 Vol. 47: 587-600.

HUDRLÍKOVÁ, J., 2009. Ekonomika plantáže rychlerostoucích dřevin v katastrálním území Bernartice okres Trutnov. Diplomová práce, Vyšší odborná škola lesnická v Trutnově, Trutnov. 106s.

JIRÁNEK, J., MORKEŠ, K., KAŠPÁREK, J., CELJAK, I. Komerční pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice 2012. Topolové farmy s.r.o., 2012. 31 s.

KOHOUT, P., CELJAK, I., BOHÁČ, J., PAVELCOVÁ, L. Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010. 101 s. ISBN 978-80-7394-247-2.

KOLEKTIV AUTORŮ. Growing Short Rotation Coppice, Anglie: Defra, 2010, 30s.

KOLEKTIV AUTORŮ. Nařízení vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení některých podmínek pro poskytování dotací zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě pro energetické využití a metodika k provádění opatření zalesňování zemědělské půdy a založení porostů rychle rostoucích dřevin. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2004. 26 s. ISBN 80-7084-365-9.

PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. Biomasa obnovitelný zdroj energie. Praha: FCC Public, 2004. 285 s. ISBN 80-86534-06-5.

SLADKÝ, V., Příprava paliva z biomasy. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996, 49 s. ISSN 0862-3562.

TRÁVNÍČEK, J., 2011. Ekonomika plantáže rychlerostoucích dřevin (RRD) v katastrálním území Bernartice okres Trutnov. Diplomová práce, Vyšší odborná škola lesnická v Trutnově, Trutnov. 46s.

WEGER, J. a kol. 2009. Rámcová typologie zemědělských půd pro pěstování vybraných klonů topolů a vrb k energetickému využití v České republice. In Rychle rostoucí dřeviny - zdroj biomasy pro energetiku: sborník referátů: konferenční sál na GŘ LČR, s. p. Praha: Česká lesnická společnost, 24 s.

WEGER J., HAVLÍČKOVÁ, K. Biomasa - Obnovitelný zdroj energie v krajině. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003, 62 s. ISBN 80-85116-32-4.

16.2. Internetové zdroje

AGRIMA. FR 9000 samojízdné řezačky, koncept nových modelů FR 9000 [online]. 2014 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.agrima.cz/files/2011/05/fr9.pdf>>.

AGRIMA. FR 9000 samojízdné řezačky, koncept nových modelů FR 9000 [online]. 2014 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.agrima.cz/files/2011/05/fr9.pdf>>.

FELIX, E., TILEEY, FELTON, FLAMINO: Biomass production of hybrid poplar (*Populus* sp.) grown on deep-trenched municipal biosolids [online]. 2007 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857407002029>>.doi:10.1016/j.ecoleng.2007.10.009.

HAAS R., KRANZL, KNÁPEK: Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy [online]. 2009 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy>>. ISSN: 1801-2655.

HANZÁK, J., POTŮČEK, M.: Pěstování rychle rostoucích dřevin [online]. 2012 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <http://www.less.cz/DocumentStore/RRD_plant%C3%A1%C5%BEnictv%C3%AD.pdf>.

HORÁČEK, P. a kol.: Údaje o lokalizovaných dřevinách. Databáze dendrologie [online]. 2006 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://database.dendrologie.cz/index.php?menu=4&id=50>>.

HORÁČEK, P. a kol.: Údaje o lokalizovaných dřevinách. Databáze dendrologie [online]. 2006 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://database.dendrologie.cz/index.php?menu=5&id=6291>>.

MÁLEK, B.: Studijní materiály pro kurzy HÚL. [online]. 2005 [2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.zkratky.cz/JHK/20949>>.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR.: Věstník ministerstva zemědělství 1/2010, březen 2010 [online]. Ministerstvo zemědělství ČR, Březen 2010 [cit. 2014-04-19]. 19 s. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/105643/_2010_1.pdf>.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR.: Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2010 [online]. Ministerstvo zemědělství ČR, 2011 [cit. 2014-04-19]. 224 s. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/141460/ZZ_2010_komplet.pdf>.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR.: Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 1998 [online]. Ministerstvo zemědělství ČR, 1999 [cit. 2014-04-19]. 113 s. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/file/6329/zz1998.pdf>>.

MIŠKOVSKÝ, J.: Projekt pěstování biomasy v podniku Lesy České republiky. [online]. 2009 [2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/projekt-pestovani-biomasy-v-podniku-esy-ceske-repubiky>>. ISSN: 1801-2655.

SCHOLZ, V.: Technologie sklizně rychle rostoucích dřevin [online]. 2008 [cit. 2014-4-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-3-08/technologie-sklizne-rychle-rostoucich-drevin>>.

SCHOLZ, V.: Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně. [online]. 2009 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, J.: Výmladkové plantáže topolů a vrb. [online]. 2011 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, J. a kol. Obnovitelné zdroje energie v České republice [online]. 2011 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/oze.html>>.

WEGER, J. Rychle rostoucí dřeviny [online]. 2011 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/a.html>>.

WEGER J., JIRÁNEK J.: Specifikace stávajícího potenciálu biomasy k energetickému využití v ČR. [online]. 2003 [cit. 2014-04-19] Dostupné z WWW: <[http://mail.vukoz.cz/_C1256D3B006880D8.nsf/\\$pid/VUKITF0YL3HK/\\$FILE/vukoz-publikace_biomasa-20030828.pdf](http://mail.vukoz.cz/_C1256D3B006880D8.nsf/$pid/VUKITF0YL3HK/$FILE/vukoz-publikace_biomasa-20030828.pdf)>. ISBN 80-85116-32-4.

WEGER, J.: Pěstování a výzkum rychle rostoucích dřevin. Energie 21 [online]. 2012. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z WWW: <http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Pestovani-a-vyzkum-rychlerostoucich-drevin__s303x59573.html>.

WEGER, J.: Pěstování rychle rostoucích dřevin. Lesnická práce [on-line]. 2008. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.silvarium.cz/lesnicka-prace-c-1-08/pestovani-rychle-rostoucich-drevin>>.

WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin ve velmi krátkém obmýti [online]. 2002 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>.

WEGER, J.: Topoly a vrby k energetickému užití [online]. Praha: Profi Press. 2009. [cit. 2014-4-19]. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/Topoly-a-vrby-k-energetickemu-uziti__s396x33875.html>.

WEGER, J.: Výmladkové plantáže topolů a vrb [online]. 2011 [cit. 2014-4-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>> ISSN: 1801-2655.

17. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Hodnoty topolů na stanovišti ošetřovaném proti buření.

Strana č. 23.

Tabulka č. 2 - Hodnoty topolů na stanovišti neošetřovaném proti buření.

Strana č. 24.

Tabulka č. 3 - Naměřené časy při zpracování stromů drtičem Doppstadt AK 450. Strana č. 33.

Tabulka č. 4 - Naměřené časy při zpracování stromu drtičem štěpkovačem BOBR 7. Strana č. 34.

Tabulka č. 5 - Naměřené hodnoty průměrů ve výčetní výšce. Strana č. 46.

Tabulka č. 6 - Naměřené hodnoty výšek. Strana č. 47.

Tabulka č. 7 - Průměrné hodnoty ŠK a kruhové základny. Strana č. 48.

Tabulka č. 8 - Naměřené hodnoty průměrů na pařezech. Strana č. 48.

Tabulka č. 9 - Hodnoty objemů a počty jedinců na plantáži. Strana č. 50.

Tabulka č. 10 - Hodnoty zásob na plantáži v syrovém a vysušeném stavu.
Strana č. 53.

18. Seznam grafů

Graf č. 1 - Naměřené tloušťky v 1, 3 m. Strana č. 46.

Graf č. 2 - Naměřené výšky stromů. Strana č. 47.

Graf č. 3 - Naměřené tloušťky na pařezech. Strana č. 49.

Graf č. 4 - Vypočítané objemy naměřených stromů v (cm³). Strana č. 50.

Graf č. 5 - Výtvarnicové výšky 21 topolových jedinců. Strana č. 51.

Graf č. 6 - Podíl hmotností kmenů a větví na celé plantáži. Strana č. 52.

Graf č. 7 - Hmotnost sušiny a vody ve dřevě. Strana č. 53

19. Seznam příloh

Příloha č. 1 - Měření na plantáži v Holicích u Pardubic.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 70.

Příloha č. 2 - Obvod stromu na plantáži v Holicích u Pardubic.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 70.

Příloha č. 3 uříznutý topol s průměrem 28 cm.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 71.

Příloha č. 4 - Odvětvené stromy mačetou na plantáži v Holicích u Pardubic.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 71.

Příloha č. 5 - řízky určené k výsadbě plantáže o tloušťce (6 - 15 mm).

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 72.

Příloha č. 6 - Svázané větve při měření připravené k vážení.

(Zdroj foto R. Link). Strana č. 72.

Příloha č. 7 - posuvné digitální měřidlo k určování tloušťky.

(Zdroj: <https://www.google.cz>). Strana č. 73.

Příloha č. 8 - pásmo pro určování délek.

(Zdroj: <https://www.google.cz>). Strana č. 73.

Příloha č. 9 - Majitel plantáže Bc. Petr Špatenka s vozíkem naplněným sadebními řízkami.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 74.

Příloha č. 10 - Mandelinka topolová škůdce na topolových plantážích.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 74.

Příloha č. 11 - Vajíčka mandelinky topolové.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 75.

Příloha č. 12 - Samojízdná sklízecí topolová řezačka.

(Zdroj: <http://www.agrima.cz>). Strana č. 75.

Příloha č. 13 - samojízdná sklízecí topolová řezačka při sklizni.

(Zdroj: <http://www.agrima.cz>). Strana č. 76.

Příloha č. 14 - Sklizeň topolovou řezačkou u Trutnova.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 76.

Příloha č. 15 - adaptér 130FB.

(Zdroj: <https://www.google.cz>). Strana č. 77.

Příloha č. 16 - řezací ústrojí adaptéru 130FB.

(Zdroj: <http://www.japonsketopoly-rrd.cz/>). Strana č. 77.

Příloha č. 17 - Tabulka s naměřenými hodnotami na 70 jedincích na plantáži v Holicích u Pardubic. Strana č. 78.

Příloha č. 18 - Tabulka s podrobnějšími naměřenými hodnotami na 21 zvolených jedincích k podrobnějšímu měření z původních 70 jedinců. Strana č. 80.

Příloha č. 19 - Tabulka s podrobnějšími vypočítanými hodnotami na 21 zvolených jedincích k podrobnějšímu měření z původních 70 jedinců. Strana č. 85.

Příloha č. 20 - Tabulka s naměřenými hodnotami hmotností větví a kmenů na 10 zvolených jedincích pro podrobnější měření z původních 70 jedinců. Strana č. 90.

Příloha č. 21 - Tabulka s naměřenými hodnotami odebraných vzorků z 5 jedinců pro stanovení obsahu vody ve dřevě. Strana č. 91.

20. Přílohy

Příloha č. 1 - Měření na plantáži v Holicích u Pardubic.



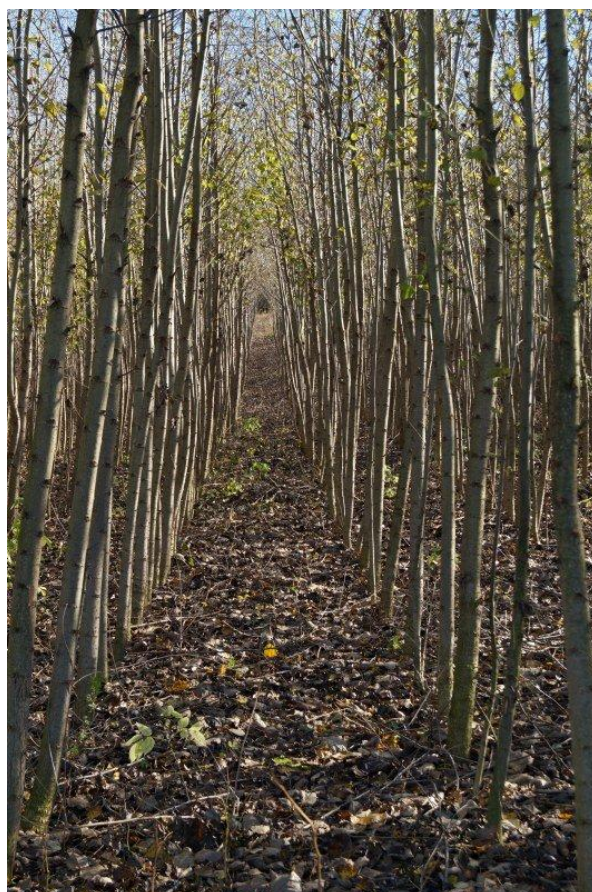
Příloha č. 2 - Obvod stromu na plantáži v Holicích u Pardubic.



Příloha č. 3 - uříznutý topol s průměrem 28 cm.



Příloha č. 4 - odvětvené stromy mačetou na plantáži v Holicích u Pardubic.



Příloha č. 5 - řízký určené k výsadbě plantáže o tloušťce (6 - 15 mm).



Příloha č. 6 - Svázané větve při měření připravené k vážení.



Příloha č. 7 - posuvné digitální měřidlo k určování tloušťky



Příloha č. 8 - pásmo pro určování délek



Příloha č. 9 - Majitel plantáže Bc. Petr Špatenka s vozíkem naplněným sadebními řízkami



Příloha č. 10 - Mandelinka topolová – škůdce na topolových plantážích



Příloha č. 11 - Vajíčka mandelinky topolové



Příloha č. 12 - Samojízdná sklízecí topolová řezačka



Příloha č. 13 - Samojízdná sklízecí topolová řezačka při sklizni



Příloha č. 14 - Sklizeň topolovou řezačkou u Trutnova



Příloha č. 15 - adaptér 130FB



Příloha č. 16 - Řezací ústrojí adaptérů 130FB



Příloha č. 17 - Tabulka s naměřenými hodnotami na 70 jedincích na plantáži
v Holicích u Pardubic

čísla stromů	výška v [m]	průměr 1,3m [mm]	Výška pařezu [cm]
1	9,7	73,5	24
2	9,45	61,9	24
3	8,8	63	24
4	10,05	67,4	24
5	9,94	64,5	24
6	7,44	42,3	24
7	9,91	65,6	24
8	10,14	72,5	24
9	8,61	50,9	24
10	10,5	70,8	24
11	10,51	77,6	24
12	9,75	56,2	24
13	8,2	42,4	24
14	9,75	60,4	24
15	10,46	72	24
16	9	65,4	24
17	9,83	68,2	24
18	9,4	62,4	24
19	7,72	37,8	24
20	9,1	66,6	24
21	5,93	28,9	24
22	10,2	70,6	24
23	9,98	53,3	24
24	9,75	54,6	24
25	9,88	63	24
26	9,92	67,3	24
27	9,51	73,9	24
28	8	41	24
29	11	96,3	24
30	10,05	83,6	24
31	8,12	50,2	24
32	9,48	78,3	24
33	8,03	61,4	24
34	9,13	60,2	24
35	6,46	32	24
36	8,05	55,6	24
37	8,87	52,9	24
38	9,02	62,3	24
39	9,25	69,9	24

40	8,01	50	24
41	7,64	40	24
42	8,31	47,2	24
43	8,45	46,9	24
44	7,74	39,4	24
45	10,43	91,5	24
46	9,44	71,7	24
47	10,49	81,4	24
48	9,7	70,7	24
49	8,75	51,4	24
50	9,04	68,7	24
51	11	88	24
52	7,9	73,5	24
53	10,3	69,2	24
54	10,6	69,2	24
55	11,6	102,5	24
56	11,6	90,15	24
57	5,7	50,1	24
58	11,7	86,5	24
59	11,8	80,85	24
60	11,6	79,15	24
61	11,8	87	24
62	9,6	62,35	24
63	7,8	42,65	24
64	9,6	59	24
65	10,9	64,5	24
66	10,9	88,75	24
67	12,7	111,75	24
68	11,2	76,25	24
69	10,8	80,25	24
70	7,5	58,4	24
	Průměrná výška	Průměrná tloušťka (d 1,3 m)	
	[m]	[mm]	Průměrný [ŠK]
celkem	9,478428571	65,36642857	1,450045349

Příloha č. 18 - Tabulka s podrobnějšími naměřenými hodnotami na 21 zvolených jedincích k podrobnějšímu měření z původních 70 jedinců.

Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
1	1	82,4	73,5	1	75,7	
				1	69,2	
				1	62,9	
				1	56,9	
				1	47,2	
				1	40,8	
				1	29,9	
				1	22	170
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
2	3	75,5	63	1	65,9	
				1	61,5	
				1	54,7	
				1	49,5	
				1	41,4	
				1	35,6	
				1	25,2	180
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
3	5	75,1	64,5	1	69,6	
				1	64,3	
				1	57,9	
				1	52	
				1	45,7	
				1	40,1	
				1	34	
					23,9	194
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
4	7	75,2	65,6	1	66,7	
				1	60,4	
				1	55,7	
				1	51,4	
				1	44,2	
				1	38,2	

				1	32	
				1	25,5	191
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
5	9	59,4	50,9	1	52,3	
				1	44,6	
				1	39,8	
				1	32,5	
				1	27,3	
				1	23,3	
				1	15,9	161
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka sekce [mm]	doměrek v [cm]
6	11	88,5	77,6	1	78,8	
				1	74,9	
				1	67,2	
				1	64,5	
				1	53	
				1	48,4	
				1	41,2	
				1	28,7	
				1	18,5	151
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
7	13	53,2	42,4	1	43,9	
				1	39	
				1	35,1	
				1	29,7	
				1	25,4	
				1	21,4	
				1	12,7	120
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
8	15	86,2	72	1	73	
				1	65,7	
				1	60,1	
				1	52,8	
				1	48,1	
				1	42,6	
				1	36,1	

				1	27,4	
				1	14,7	146
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
9	17	77	68,2	1	67,3	
				1	61,7	
				1	58,3	
				1	48,2	
				1	43,8	
				1	38,9	
				1	31,1	
				1	25,7	183
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
10	19	49,8	37,8	1	41,2	
				1	33,9	
				1	28,8	
				1	24,7	
				1	21,7	
				1	15	172
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
11	21	36,3	28,9	1	30,4	
				1	25,9	
				1	18,2	
				1	15,2	193
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
12	23	60	53,3	1	54,9	
				1	49,5	
				1	44,5	
				1	40,4	
				1	34,5	
				1	29,4	
				1	25,4	
				1	18,5	198
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
13	25	77,6	63	1	65,6	
				1	59	
				1	53,8	
				1	45,2	
				1	39	

				1	34,2	
				1	27	
				1	20,4	188
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
14	31	60,2	50,2	1	51,3	
				1	46,1	
				1	41,8	
				1	33,7	
				1	28,3	
				1	22,6	
				1	13	112
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
15	33	70,6	64,1	1	62,8	
				1	54,4	
				1	49,6	
				1	41,7	
				1	37,2	
				1	30,3	
				1	15,1	103
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
16	35	40,9	32	1	33,7	
				1	30,4	
				1	22	
				1	19,5	
				1	11	146
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
17	37	61,6	52,9	1	54,7	
				1	51,2	
				1	45,4	
				1	39,4	
				1	34,7	
				1	26,3	
				1	19,9	187
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
18	39	78,5	69,9	1	68,2	
				1	60,5	
				1	55,4	
				1	47,7	
				1	41,9	

				1	31	
				1	25,7	
				1	10,8	125
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
19	41	55	40	1	41,8	
				1	37,2	
				1	33	
				1	28,5	
				1	21,9	
				1	13,4	164
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
20	42	58,9	47,2	1	50,6	
				1	44,7	
				1	39,6	
				1	34,8	
				1	31,3	
				1	24	
				1	13,2	131
Pořadí	číslo stromu	průměr pařezu [mm]	tloušťka 1,3m [mm]	sekce	tloušťka v [mm]	doměrek v [cm]
21	45	112	91,5	1	91,8	
				1	83,2	
				1	74,5	
				1	68,4	
				1	58,9	
				1	54,9	
				1	47,2	
				1	30,3	
				1	17,4	143

Příloha č. 19 - Tabulka s podrobnějšími vypočítanými hodnotami na 21 zvolených jedincích k podrobnějšímu měření z původních 70 jedinců.

Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene [m]	kruhová základna d 1,3 [cm2]	kruhová základna po sekcích [cm2]	kruhová základna g0 [cm2]
1	1	18822,6	5,84683	31,1724	34,108	53,33
					29,71	
					23,5	
					19,24	
					13,5	
					9,95	
					4,99	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhová základna d 1,3 [cm2]	kruhové základny po sekcích (cm2)	kruhová základna g0 [cm2]
2	3	18822,6	5,84683	31,1724	34,108	44,77
					29,71	
					23,5	
					19,24	
					13,5	
					9,95	
					4,99	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhová základna d 1,3 [cm2]	kruhové základny po sekcích (cm2)	kruhová základna g0 [cm2]
3	5	21365,29	6,53882	32,6745	38,04	44,3
					32,5	
					26,3	
					21,24	
					16,4	
					12,63	
					9,08	
					4,49	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhová základna d 1,3 [cm2]	kruhové základny po sekcích (cm2)	kruhová základna g0 [cm2]
4	7	20051,8	5,93274	33,7985	34,94	44,41
					28,65	
					24,37	
					20,75	
					15,34	
					11,46	

					8,04	
					5,11	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
5	9	10069,125	4,948434	20,3481	21,48	27,71
					15,62	
					12,44	
					8,3	
					5,85	
					4,26	
					1,99	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene [cm3]	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
6	11	26964,58	5,701384	47,2947	48,76	61,51
					44,06	
					35,47	
					32,67	
					22,06	
					18,4	
					13,33	
					6,47	
					2,69	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
7	13	7746,6	5,486427	14,1195	15,14	22,22
					11,94	
					9,67	
					6,93	
					5,06	
					3,59	
					1,27	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
8	15	22081,8	5,423499	40,71504	41,85	58,35
					33,9	
					28,37	
					21,24	
					18,17	
					14,25	

					10,24	
					5,9	
					1,7	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
9	17	20138,37	5,512717	36,5307	35,57	46,56
					29,89	
					26,69	
					18,25	
					15,07	
					10,06	
					7,6	
					5,18	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
10	19	6169,56	5,497695	11,222	13,33	19,48
					9,02	
					6,51	
					4,97	
					3,69	
					1,77	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
11	21	2972,565	4,531539	6,5597	7,25	10,35
					5,27	
					2,6	
					1,81	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhá základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
12	23	12843,25	5,756132	22,3122	23,67	28,27
					19,24	
					15,55	
					12,81	
					9,35	
					6,8	
					5,07	
					2,68	

Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm ³	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm ²]	kruhá základny po sekcích (cm ²)	kruhá základna g0 [cm ²]
13	25	18250,12	5,854567	31,17245	33,8	47,29
					27,34	
					22,73	
					16,05	
					11,94	
					9,19	
					5,72	
					3,26	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm ³	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm ²]	kruhá základny po sekcích (cm ²)	kruhá základna g0 [cm ²]
14	31	10158,48	5,132529	19,7923	20,66	28,46
					16,69	
					13,72	
					8,9	
					6,16	
					4,01	
					1,32	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm ³	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm ²]	kruhá základny po sekcích (cm ²)	kruhá základna g0 [cm ²]
15	33	14901,985	4,6178325	32,2705	30,97	39,15
					23,24	
					19,32	
					13,65	
					10,86	
					7,2	
					1,79	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm ³	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm ²]	kruhá základny po sekcích (cm ²)	kruhá základna g0 [cm ²]
16	35	3894,89	4,84289852	8,0424	8,91	13,13
					7,26	
					3,8	
					2,98	
					0,95	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm ³	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm ²]	kruhá základny po sekcích (cm ²)	kruhá základna g0 [cm ²]
17	37	12512,4	5,6930176	21,9786	23,5	29,8

					20,58	
					16,18	
					12,19	
					9,46	
					5,43	
					3,11	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhé základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
18	39	18593,25	4,8451929	38,3746	36,5	48,39
					28,74	
					24,1	
					17,87	
					13,78	
					7,55	
					5,19	
					0,91	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhé základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
19	41	7128,76	5,6728869	12,5663	13,72	23,75
					10,87	
					8,55	
					6,38	
					3,77	
					1,41	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhé základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
20	42	10090,485	5,7668436	17,4974	20,1	27,25
					15,7	
					12,3	
					9,51	
					7,7	
					4,5	
					1,34	
Pořadí	číslo stromu	Objem kmene v cm3	výtvarnicová výška kmene v [m]	kruhá základna d 1,3 [cm2]	kruhé základny po sekcích (cm2)	kruhá základna g0 [cm2]
21	45	38191,385	5,80809008	65,7554	66,187	98,5
					54,37	
					43,59	

					36,75	
					27,25	
					23,7	
					17,5	
					7,21	
					2,38	

Příloha č. 20 - Tabulka s naměřenými hodnotami hmotností větví a kmenů na 10 zvolených jedincích pro podrobnější měření z původních 70 jedinců.

Číslo stromů	M kmene [kg]	M větví [kg]	M celkem [kg]
1	27,66	5,2	32,86
2	13,63	5,02	18,65
3	17,18	3,01	20,19
4	36,75	9	45,75
5	38,83	8,8	47,63
6	30,33	5,45	35,78
7	4,4	2,35	6,75
8	25,8	5,01	30,81
9	23,23	4,57	27,8
10	22,79	4	26,79
celkem	240,6	52,41	293,01

Příloha č. 21 - Tabulka s naměřenými hodnotami odebraných vzorků z 5 jedinců pro stanovení obsahu vody ve dřevě.

Část stromu	Číslo stromů	M čerstvý (g)	M suchý (g)	Rozdíl vody a dřeva (g)	zastoupení vody ve dřevě (%)
Oddenek	1	108	44,97	63,03	58,36%
Oddenek	2	79,53	36,51	43,02	54,09%
Oddenek	3	75,14	32,52	42,62	56,72%
Oddenek	4	106,4	45,42	60,98	57,31%
Oddenek	5	169,05	76,17	92,88	54,94%
Střed	1	50,14	18,85	31,29	62,40%
Střed	2	46,3	19,69	26,61	57,47%
Střed	3	21,5	10,23	11,27	52,41%
Střed	4	50,09	21,95	28,14	56,17%
Střed	5	34,35	13,97	20,38	59,33%
Vršek	1	9,22	4	5,22	56,61%
Vršek	2	9,91	4,31	5,6	56,50%
Vršek	3	10,2	4,4	5,8	56,86%
Vršek	4	11,94	5,59	6,35	53,18%
Vršek	5	13,1	5,79	7,31	55,80%
Celkem		794,87 g	344,37 g	450,5 g	Rozmezí 52,41% - 62,40% Průměr 56,64%