

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

Bc. Hubert Šťastný

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Agronomická
fakulta



**Hodnocení vlivu prostředí na produkční parametry
plantáží rychle rostoucích dřevin**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. Ing. Martin Fajman, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Hubert Šťastný

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hodnocení vlivu prostředí na produkční parametry plantáží rychle rostoucích dřevin“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně dne:.....

podpis.....

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především vedoucímu své diplomové práce, panu doc. Ing. Martinu Fajmanovi, Ph.D., za odborné rady, konzultace a pomoc, kterou mi poskytl během zpracování práce. Dále poděkování patří Mgr. Františku Čermákovi za poskytnutí údajů a přístupu na sledovanou plantáž.

V neposlední řadě patří poděkování mé rodině, za podporu při studiu a zpracování této práce.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá problematikou pěstování rychle rostoucích dřevin a to hlavně tzv. japonského topolu, jakožto nejrozšířenějšího druhu pěstovaného na našem území. V první části práce je popsána historie rychle rostoucích dřevin, následuje představení jednotlivých druhů topolů. Dále jsou v práci rozebrány jednotlivé způsoby pěstebních technologií od výběru vhodného stanoviště až po konečnou rekultivaci plantáže. V závěrečné části literárního přehledu jsou popsány mimoprodukční funkce plantáží včetně možných negativních dopadů pěstování rychle rostoucích dřevin. V praktické části práce je popsána soukromá plantáž klonů japonského topolu nacházející se v katastrálním území obce Žabčice. Na konkrétní plantáži bylo provedeno měření porostu. Ze získaných dat byl proveden odhad budoucího výnosu plantáže pro jednotlivé klony pomocí mocninné regrese. V závěrečné části práce jsou diskutovány získané údaje hlavně z ekonomického hlediska.

Klíčová slova: rychle rostoucí dřeviny, topol, odhad výnosu, palivové dřevo

ABSTRACT

This thesis deals with the cultivation of fast growing trees, mainly the Japanese poplar, as the most widespread species cultivated in our territory. The first part of the thesis describes the history of fast growing timbers, followed by presentation of individual species of poplars. Furthermore, the individual methods of cultivation technologies are analyzed, from the selection of suitable habitat to the final reclamation of the plantation. The final part of the literary review describes the non-production functions of plantations, including possible negative impacts of growing fast growing timbers. The practical part of the thesis describes a private plantation of Japanese poplar clones located in the cadastral area of Žabčice. The measurements were made on a particular plantation. From the obtained data an estimate of the future plantation yield for individual clones was performed by power regression. The final part of the thesis discusses the data obtained mainly from the economic point of view.

Key words: fast growing trees, poplar, yield estimate, fuel wood

OBSAH

1.	ÚVOD.....	8
2.	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Biomasa.....	11
3.2	Historie využívání biomasy.....	12
3.3	Rychle rostoucí dřeviny	13
3.3.1	Topoly	13
3.4	Rychle rostoucí dřeviny v ČR.....	16
3.4.1	Japonské topoly.....	18
3.5	Způsoby pěstování topolů	19
3.6	Zásady správného pěstování	20
3.6.1	Výběr stanoviště.....	20
3.6.2	Příprava půdy před výsadbou RRD.....	23
3.6.3	Výběr a příprava sadebního materiálu	24
3.6.4	Výsadba RRD.....	25
3.6.5	Určení sponu	25
3.6.6	Mechanizovaný způsob výsadby.....	27
3.6.7	Manuální způsob výsadby.....	27
3.7	Údržba porostu.....	28
3.7.1	Výživa	29
3.8	Sklizeň dendromasy	31
3.8.1	Produkce dendromasy na palivové dříví	31
3.8.2	Produkce dendromasy na štěpku	32

3.9	Rekultivace plantáže	33
3.10	Mimoprodukční funkce plantáží RRD	34
3.11	Negativní dopady pěstování RRD.....	36
3.12	Státní podpora pěstování RRD.....	36
4	MATERIÁL A METODY	38
4.1	Metody odhadu budoucího výnosu	38
4.1.1	Metody měření porostu	38
4.2	Charakteristika pozemku.....	39
4.3	Realizace plantáže.....	41
4.4	Předpokládaná sklizeň.....	46
4.5	Charakteristika růstu dřevin	49
4.6	Odhad budoucího výnosu plantáže	51
	Vlastní metoda odhadu výnosu	51
4.6.1	Praktické měření.....	52
4.7	Analýza homogenity porostu	52
4.8	Ekonomické vyhodnocení v prvním obmýetí	57
4.9	Diskuze.....	59
5	ZÁVĚR.....	61
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	62
	SEZNAM TABULEK	65
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
9	PŘÍLOHY	67

1. ÚVOD

Lidská společnost musí čelit celé řadě existenčních problémů. Velikost populace se neustále zvyšuje, a zároveň rostou požadavky na kvalitu života, s čímž úzce souvisí i potřeba energií. V dnešní mechanizované době, kdy je práce stále více automatizována se spotřeba energie stává alfou a omegou výrobních procesů. Získávání tohoto primárního výrobního zdroje je poněkud komplikované. Ve většině případů je závislé na chemické reakci látek. Zde vyvstává prvotní problém s výrobou energií, a to je spotřeba paliv. Palivo je všeobecné označení pro látku, která má za určitých podmínek schopnost spalování. To je základní stavební kámen výroby energie. Nebezpečí pro lidskou společnost spojené s touto metodou je hned několik. Primárně se palivo musí získat, čímž vzniká problém spojený s těžbou paliv, a to především fosilních. Těmi se rozumí neobnovitelné zdroje energie, které vychází ze skutečnosti, že vznikaly na Zemi za zvláštních podmínek, velmi dlouhý časový úsek, a to pouze v omezeném množství. Jako sekundární jev je možné označit chemickou reakci hoření, při níž palivo mění svoje skupenství za vzniku energie. Při tomto procesu ve velké míře dochází k devastaci životního prostředí a ke globální klimatické změně. Z těchto důvodů začíná být naprostá nezbytnost využívání obnovitelných zdrojů energie, jako jsou sluneční záření, větrná a vodní energie a energie z biomasy.

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval problematikou získání energie ze slunečního záření. V této práci bych se rád věnoval tématu získání energie z biomasy, tedy z látek tvořících těla organismů rostlin, živočichů, hub, sinic a bakterií. Pro využití v energetice se jedná zejména o dřevo a dřevní hmotu. Je to zdroj obnovitelný, a zároveň není fosilní, což znamená menší uhlíkovou stopu po jeho spalování. Ideálním prostředkem pro získání biomasy jsou rychle rostoucí dřeviny, které mají velmi dobrou výtěžnost za poměrně krátký časový úsek. Této skutečnosti i dalších pozitiv se využívá při pěstování plantáží rychle rostoucích dřevin.

Důležitost využívání obnovitelných zdrojů je v dnešním světě nesporná a lidé by si společně s vládami měli tento problém uvědomovat. Naštěstí díky podpůrným činnostem Evropské unie a vládních institucí dochází v České republice ke zlepšování špatné situace na energetickém trhu. Lidé si začínají uvědomovat funkci udržitelného

rozvoje a podnikají samostatná opatření v tomto odvětví. Tato diplomová práce bude zaměřena na rodinnou plantáž rychle rostoucích dřevin, kde budu hodnotit vlivy prostředí na produkční parametry plantáže.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vysvětlení pojmu rychle rostoucí dřeviny, se zaměřením na produkci topolů, zpracování přehledu vhodných klonů a užití pěstebních technologií na plantážích těchto dřevin. Objasněna bude i tzv. mimoprodukční funkce dřevin na okolní ekosystém.

Dále se práce bude zabývat konkrétní plantáží pěstovanou jako zdroj tepelné energie rodinného domu vlastníka plantáže. Zhodnoceny budou konkrétní podmínky prostředí a růst dřeviny. Na závěr bude vyhodnocen životní cyklus plantáže a její ekonomická stránka. Ze získaných údajů bude stanoveno doporučení k pěstování klonů topolů na daném stanovišti.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Biomasa

Zdrojem biomasy je organická hmota. Jsou to ve své podstatě těla rostlin, hub, bakterií i živočichů. Ve směrnici 2009/28/ES Evropského parlamentu a Rady se za biomasu považují všechny biologicky rozložitelné složky odpadů, zbytků ze zemědělství, lesnictví, průmyslového a komunálního odpadu. energii biomasa získala ze slunečního záření a fotosyntézy, proto se řadí mezi obnovitelné zdroje energie (Celjak, 2007).

Biomasu můžeme dělit do několika skupin. Podle obsahu vody v sušině ji dělíme na mokrou, suchou a speciální. Mokrou biomasou se rozumí tekuté zbytky, či odpady. Je to zejména kejda, která má využití v bioplynových stanicích. Suchá biomasa zahrnuje především dřevo, dřevní štěpku, či slámu. Energie se z ní získává spalováním. Speciální biomasa se získává ze zemědělských komodit, jako jsou olejniny, škrobové a cukernaté plodiny, ze kterých se možno vyrobit příměsi do pohonných hmot a biolih.

Dále můžeme biomasu rozdělit dle místa jejího vzniku. Cíleně ji lze získat v zemědělství a lesnictví. Zbytková biomasa vzniká jako vedlejší produkt v dřevařském, zemědělském a zpracovatelském průmyslu.

Dle původu může být rozdělena na rostlinnou, v případě vzniku z dřevní hmoty se nazývá dendromasa, z bylinné hmoty ji označujeme jako fytomasa a živočišnou, jež označujeme zoobiomasou (Nikl a kol., 2009).

Legislativně lze biomasu dle národní vyhlášky č. 482/2012 Sb., o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla a biometanu, rozdělit do tří skupin.

1. Cíleně pěstovaná energetická biomasa:

V této skupině se nachází energetické plodiny produkované zemědělství a energetické dřeviny. Jedná se o cíleně pěstované plodiny a dřeviny.

2. Odpadní biomasa převážně ze zemědělství a potravinářského průmyslu:

Do této skupiny se řadí zbytky ze zemědělství, jako je sláma olejnin i obilovin, zrno obilovin nevhodné pro další zpracování, biomasa z údržby zeleně, zbytkové tuky a oleje, zbytky u lihovarů a kuchyní a ostatní odpadní biomasa.

3. Odpadní biomasa ze zpracovatelského průmyslu:

Sem patří například kaly ze sedimentačních nádrží z produkce papíru a celulózy, zbytky z textilního a kožedělního průmyslu, zbytkový papír a lepenka.

Základním cílem energetické politiky ČR je zvýšení produkce energií z obnovitelných zdrojů. Jelikož v ČR nejsou příhodné podmínky k využívání např. horských vodních toků, či větrných elektráren, tvoří dominantní roli mezi obnovitelnými zdroji energie právě biomasa. Důvodem je i dostatečný potenciál vhodné půdy pro její cílené pěstování (Vyhláška č. 482/2005 Sb.).

3.2 Historie využívání biomasy

V historických souvislostech se biomasa používala od nepaměti. Společně s nástupem průmyslové revoluce se začala více využívat biopaliva, jako jsou dřevěné uhlí, dřevoplyn a líh. Tato paliva zajišťovala chod agregátů, které sloužily pro průmysl, později i pro pohon prvních automobilů, kde se využívaly dřevoplynové agregáty (Weger, 2003).

S příchodem světových válek nastával problém v získávání paliva. Mýcení lesních porostů probíhalo v nadlimitním množství, což znamenalo výrazný úbytek dřevní hmoty. Řešením problému s ubývajícími lesními porosty byla sadba rychleji rostoucích dřevin, které byly schopny poskytovat dřevní hmotu jako probírkový materiál již kolem 10. roku růstu a ve 20. roce se u některých mohlo začít s plnohodnotnou těžbou (Dickman, 2001).

Mezi první využívané rychle rostoucí dřeviny patřily druhy topolů, bříz, vrb a olší. Tyto dřeviny byly schopné růst i na lužních půdách, které nebyly nijak zvlášť využívány. Olše se často vysazovala kolem řek a potoků, jelikož tyto velmi úrodné půdy byly jen zřídka využívány. Topoly byly schopny růst i ve vyšších nadmořských výškách (Weger a Havličková, 2002).

Tyto skutečnosti započaly pěstování rychle rostoucích dřevin na našem území.

3.3 Rychle rostoucí dřeviny

Charakterem rychle rostoucích dřevin je vysoký nárůst dřevní hmoty za poměrně krátký časový úsek. V praxi se uvádí, že produkce biomasy by měla dosahovat více než 10 m³/ha za rok, což by mělo být asi 4,5 t sušiny z hektaru za rok. Dřeviny musí být schopny generativního a hlavně vegetativního (prostřednictvím řízků) rozmnožování (Trenčiansky a kol., 2007).

Ve světě jsou jako rychle rostoucí dřeviny považovány i výsadby např. ořešáku černého (*Juglans nigra*), trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*), třešně ptačí (*Cerasus avium*), blahovičnicku (*Eucalyptus*), nebo zástupců jehličnatých dřevin, jako douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), nebo borovice lesní (*Pinus sylvestris*).

Nejrozšířenějšími druhy RRD se staly zástupci rodu vrbovitých. Produkce vrb na dřevní štěpku je charakteristická pro severské státy Evropy (Švédsko, Velká Británie, Dánsko, Pobaltí). Naopak v jižní a střední Evropě jsou populárnější plantáže topolů (Itálie, Maďarsko, Rakousko). Ve světě je za největšího producenta topolových plantáží považována Čína (Heilman, 1999).

Tato práce je zaměřena na produkci dřevní hmoty z plantáží topolů. V další kapitole bude pojednáno o jednotlivých zástupcích.

3.3.1 Topoly

Jsou to dřeviny, jejichž taxonomické zařazení je přehledně uvedeno níže.

- Říše: Rostliny (Plantae)
- Podříše: Cévnaté (Tracheobionta)

- Oddělení: Krytosemenné (Magnoliophyta)
- Třída: Vyšší dvouděložné (Rosopsida)
- Řád: Malpighiotvaré (Malpighiales)
- Čeleď: Vrbovité (Salicaceae)
- Rod: Topol (*Populus*)
- Druhy: Např. topol černý (*Populus nigra*), Topol bílý (*Populus alba*) ...

Jedná se tedy o dvoudomé opadavé stromy, se střídavě postavenými řapíkatými listy. Generativní rozmnožování probíhá prostřednictvím květenství typu jehněda a následně větrosnubnými semeny, které vypadávají plodu typu tobolka (<https://cs.wikipedia.org/wiki/Topol>).

3.3.1.1 Sekce černé topoly

Označují se i jako topoly kanadské. Jsou náročné na živiny a vláhu. Stanoviště musí mít hluboké půdy (nesmí klesnout pod 1 m) a dobrý vláhový režim. Ideální jsou proto nivní půdy. Zástupci jsou:

- **Topol černý (*Populus nigra*)**

Přírodně je rozšířen v říčních údolích střední a jižní Evropy. Jedná se o statný, až třiceti metrový strom s rozložitou korunou. Kmen je poměrně nízko nad zemí rozčleněn do několika masivních větví. Listy mají lesklé tmavozelené řapíkaté, asi 5 – 9 cm dlouhé.

- **Topol kanadský (*Populus x canadensis moench*)**

Pěstován v parcích, alejích, či jako RRD v dřevozpracujícím průmyslu. Oproti topolu černému mají kmeny několik málo větví až ve výšce cca 10 m nad zemí. Listy trojúhelníkového tvaru, asi 7 – 8 cm dlouhé, se zvlněným okrajem.

3.3.1.2 Sekce bílé topoly

Zástupci této sekce mají velmi světle zbarvenou kůru. Jsou to hlavní zástupci stromového patra lužních lesů střední Evropy.

Topol bílý, či linda (*Populus alba* L.)

Statný strom se široce rostlou korunou, při bázi velmi často s kořenovými výmladky. Kůra je bělavá a hladká, u starších stromů trhlinatě rozpukaná. Listy jsou 6 – 10 cm dlouhé, oválně členěné do 3 až 5 laloků. Na rubu jsou bělavé a chlupaté. Tohoto znaku se začíná využívat v městských aglomeracích, jelikož listy dokáží dobře zachycovat prachové částice, které se prostřednictvím deště smývají.

Topol osika, či osika obecná (*Populus tremula* L.)

Nižší zástupce rodu, okolo 20 m výšky s šedivou kůrou na bázi zvrásněnou. Listy jsou široce okrouhlé a vlnité, 3 – 10 cm dlouhé. Z rubu jsou světle zbarvené bez chloupků. Je to světlomilná dřevina, tudíž se vyskytuje na okrajích lesů. Je to tzv. pionýrský druh, tzn. obsazuje lokality s narušeným půdním profilem (např. spáleniště, lomy).

Topol šedavý (*Populus canescens*)

Většinou je tento zástupce považován za křížence předchozích dvou topolů (*alba* x *tremula*). Vysoký statný strom, s bělavou kůrou. Listy dlouze řapíkaté, s hladkými okraji. Ideální stanoviště je s vlhkými a kyprými půdami. Využívá se jako dřevina větrolamů.

3.3.1.3 Sekce balzámové topoly

Zástupci této sekce jsou méně nároční na obsah živin v půdě. Ideální jsou písčitohlinité půdy. Původem jsou ze severní Ameriky a východní Asie.

Topol balsamový (*Populus balsamifera* L.)

Strom dosahuje výšky až 30 metrů. Tvar listu je srdčitý, na povrchu tmavě zelený, z rubu bělavý. Hlavní znak tohoto zástupce je vylučování pryskyřice z pupenů, jež se může využívat ve farmacii. Droga obsahuje karofyleny a sekviterpeny, látky prospěšné k dezinfekci močových cest a proti revmatu.

Topol simonův (*Populus simonii carriere*)

Původní výskyt tohoto zástupce je připisován asijskému kontinentu. Nedosahuje takového vzrůstu, jako ostatní topoly a má kuželovitý tvar koruny. Menší větve mají

převíslý charakter. Listy jsou špičaté kosočtverečně eliptické. Velmi brzy na jaře raší pupeny, a proto je náchylnější na mrazíky.

Topol chlupatoplodý (*Populus trichocarpa*)

Zástupce pocházející ze západní Kanady a USA. Jedná se o poměrně vysoký strom s řídkou korunou. Trpí na lámání větví, tudíž není vhodný do osazování kolem cest a alejí. Charakteristický je mohutný kořenový systém s bohatou výmladností.

Topol maximovičův (*Populus maximowiczii*)

Je původním druhem japonského ostrova Sachalinu. Sexuální zralosti dosahuje až po 10. roce růstu, což ovlivňuje spontánní invazi tohoto zástupce. Zkřížením s topolem černým vznikl topol japonský, jehož zástupci se hojně využívají jako energetická dřevina.

Topol vavřínový (*Populus laurifolia*)

Zástupce je menšího vzrůstu s košatou korunou. Pochází ze západní Asie a Japonska.

Výše uvedené druhy jsou základními zástupci rodu topolu. Dnes je známo až 110 druhů topolů, jelikož dochází k velmi častému duhovému křížení, čímž vznikají tzv. hybridy. Jedním z nejvýznamnějších hybridů pěstovaných jako energetická dřevina na našem území jsou japonské topoly (Mottl, 1989, Mottl a Úradníček, 2003).

3.4 Rychle rostoucí dřeviny v ČR

Mezi nejvyužívanější energetické rychle rostoucí dřeviny v ČR řadíme zástupce rodu vrbovitéch. Mezi ověřované RRD patří pajasany (*Ailanthus*) a do perspektivních, ale zatím nevyužívaných patří: akáty, olše, lísky, jilmy, či lípy (Kohout, 2010).

Původními druhy topolů na našem území jsou topol osika (*Populus tremula*), topol bílý (*Populus alba*) a topol černý (*Populus nigra*). (Mottl a Úradníček, 2003)

V Evropě se druhy topolů a vrb rozdělují na tzv. chráněné a nechráněné klony.

Chráněné druhy – tyto klony jsou chráněny pěstitelskými právy a nelze je volně šířit bez příslušné licence. V EU je takto registrováno kolem 30 druhů RRD. V ČR se tyto klony pěstují na zkušebních plochách. U nás není registrován žádný druh, sadební materiál se tedy musí dovážet ze zahraničí za poplatek a se souhlasem majitele klonů. Mezi registrované odrůdy tzv. Švédských vrb patří: Tora, Inger, Tordis a další. U topolů jsou to odrůdy od italských a belgických pěstitelů, tzv. Italské topoly, kam řadíme registrované odrůdy AF2, AF1, Sirio, Vesten, Bakan a další.

Nechráněné druhy – jsou běžně pěstované na našem území. Z důvodu posouzení vlivu nepůvodních druhů na životní prostředí jsou klony evidovány dle zákona č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny a ve Věstníku MZe č. 1/2004. Evidence obsahuje kolem 40 klonů RRD. V tabulce 1 jsou uvedeny perspektivní odrůdy RRD dle věstníku MZe.

Tab. 1: Doporučené klony dle věstníku MZe č. 1/2004

Topoly (Populus)	
Kříženci balzámových topolů	
P-468	<i>Populus trichocarpa</i> Torr. et Gray x <i>Populus koreana</i> Rehd.
P-473	<i>Populus trichocarpa</i> Torr. et Gray x <i>Populus koreana</i> Rehd. cf. <i>Populus deltoides</i> Marsh x <i>Populus trichocarpa</i> Torr. et Gray
Kříženci černých a balzámových topolů	
P-466	<i>Populus maximowiczii</i> Henry x <i>Populus x berolinensis</i> 'NE-44'
P-494	<i>Populus maximowiczii</i> Henry x <i>Populus x berolinensis</i> 'Oxford'

J-104 (Max-4)	<i>Populus nigra</i> L. x <i>Populus maximowiczii</i> Henry 'Maxvier'
J-105 (Max-5)	<i>Populus nigra</i> L. x <i>Populus maximowiczii</i> Henry 'Maxfünf'
P-410	<i>Populus nigra</i> L. x <i>Populus simonii</i> Carr.

3.4.1 Japonské topoly

Křížením topolu černého a maximowičova vznikla pravděpodobně na území Japonska skupina klonů, známých pod názvem japonské topoly. Tyto klony mají celosvětově více označení. Podle International Poplar Commission (mezinárodní topolářská komise) jsou to názvy z německého jazyka, „Max“ a číselného označení. V tabulce 2 můžeme vidět přehled používaných názvů.

Tab. 2: Přehled názvů klonů japonského topolu (Weger a kol., 2011)

Označení dle IPC (International Poplar Commission)	Označení užívaná ve světě	Označení užívané v ČR
Maxein	MAX-1, OJPNM-101	Jap-101, J-101
Maxzwo	MAX-2, OJPNM-102	Jap-102, J-102
Maxdrei	MAX-3, OJPNM-103	Jap-103, J-103
Maxvier	MAX-4, OJPNM-105	Jap-105, J-105
Maxfünf	MAX-5, OJPNM-104	Jap-104, J-104

Na plantáži, která je předmětem zkoumání této diplomové práce jsou vysázeny klony J-104 a J-105, proto provedu jejich stručnou charakteristiku.

V Evropě byly tyto klony ověřeny jako RRD v Rakousku, a to již kolem roku 1979. V současné době jsou to nejběžněji osazované klony ve střední Evropě. Dobrých výsledků dosahují od nížin až do podhorských oblastí (300 – 500 m.n.m.). Vhodným

klimatickým regionem jsou 5-7, 3, 1, což jsou teplejší, sušší regiony s průměrnou teplotou od 7-9 °C. Vhodnými půdami jsou semihydromorfní a hydromorfní půdy (HPJ 42-52, 56-71), dále vlhčí černozemě a hnědozemě (HPJ 0-3, 8-12, 24-26, 28-30). Klony zdědily pozitivní vlastnosti rodičů, jako jsou vysoká ujmavost řízků v půdě, rychlý terminální růst a husté větvení. Produkční ujmavost dle Kohouta a kol. (2010) je více než 90 % a ztráty v dalších letech jsou minimální.

Výškový přírůstek v ideálních podmínkách může být až 2 m za rok. Produkční potenciál se odhaduje na našem území ve druhém obmýti kolem 10 t sušiny na hektar. Tyto klony jsou nejrozšířenější rychle rostoucí dřevinou v ČR. Mají velmi dobrou vitalitu a velmi dobrou odolnost na patogeny (Kohout, 2010).

3.5 Způsoby pěstování topolů

V současné době, kdy je kladen důraz na získávání energie prostřednictvím obnovitelných zdrojů, je důležité získávat tyto zdroje co nejintenzivněji. Tento tlak motivuje například zvyšující se cena půdy, a hlavně snižování nákladů na jednotku produkce. Pěstování topolů můžeme dělit, dle délky obmýti do několika kategorií (Čížek, 2006).

- **Silvikultury** - též označované jako lesnické lignikultury mají nejdelší dobu obmýti. Dřevina by zde měla růst 20 – 25 let, v současné době se některé porosty nechávají i 30 a více let. Rizikovým faktorem je skutečnost, že starší dřeviny jsou náchylnější k napadání parazity.
- **Lignikultury** – jsou dřevní monokultury pěstované v rozmezí 15 – 20 let. Tento způsob pěstování je už více zaměřen na produkci a kvalitu dřeva. Minimální spon při sázení je 6 x 6 m.
- **„Short rotation“** – jsou to topolové kultury pěstované max. 15 let. Dřevo z takovýchto kultur je určeno pro výrobu celulózy a jako surovina dřevozpracujícího průmyslu. Výsadbový spon je užší, pohybuje se kolem 3 x 3 m, proto jsou vhodnější druhy topolů s nepřilíš širokými korunami.
- **„Mini rotation“** – neboli výmladkové plantáže. Jsou to plochy s krátkým obmýtím, jehož průměrná délka je 4 – 7 let, v závislosti na způsobu sklizení

dřevní hmoty. Spon sazenic je u této varianty nejmenší, jelikož dřeviny nedosahují takových velikostí. Bývá přibližně 0,5 x 2 m. Používány jsou i dvouřádky, kde jsou vzdálenosti větší. Takto osázené plochy se využívají pro energetické účely a jsou sázené na zemědělské půdě.

Výhodou tohoto způsobu a užitečnou vlastností je, že po sklizni dřeviny její pařezy znovu obrůstají. Regenerační schopnost těchto dřevin je základním prvkem jejich intenzivního využívání.

- **Matečnicové porosty** – jedná se o reprodukční plochy, jež jsou osázené tzv. matečnicemi. Ty se využívají ke sklizni přibližně jedno až dvouletých prýtů (výhonků), které se mohou vysazovat buďto celé, nebo se krátí na tzv. řízky. Stáří reprodukčních materiálů by nemělo výrazně přesahovat 10 let, jelikož vlivem stárnutí porostu dochází k horšímu zakořeňování sadbového materiálu (Čížková, Čížek, 2006).

3.6 Zásady správného pěstování

V této kapitole se zaměřím na způsob pěstování klonů topolu na výmladkových plantážích. Níže popíši základní pravidla, které je důležité dodržet při zakládání takové plantáže. Základním a velmi důležitým předpokladem je správný výběr stanoviště.

3.6.1 Výběr stanoviště

Při úvahách o výběru vhodné lokality je důležité si uvědomit, že výsadba bude na pozemku přibližně 25 let. Z majetkového hlediska je nejvhodnější pozemek vlastnit, popřípadě vhodně sepsat nájemní smlouvu.

Pro efektivní návratnost investice je velmi důležité obeznámit se s půdně-klimatickými podmínkami daného prostředí.

Jako optimální podmínky prostředí se považuje (Lipovská, Černíček, 2014):

- Nadmořská výška od 300 – 500 m. n. m.
- Průměrná roční teplota 7 – 9 °C.

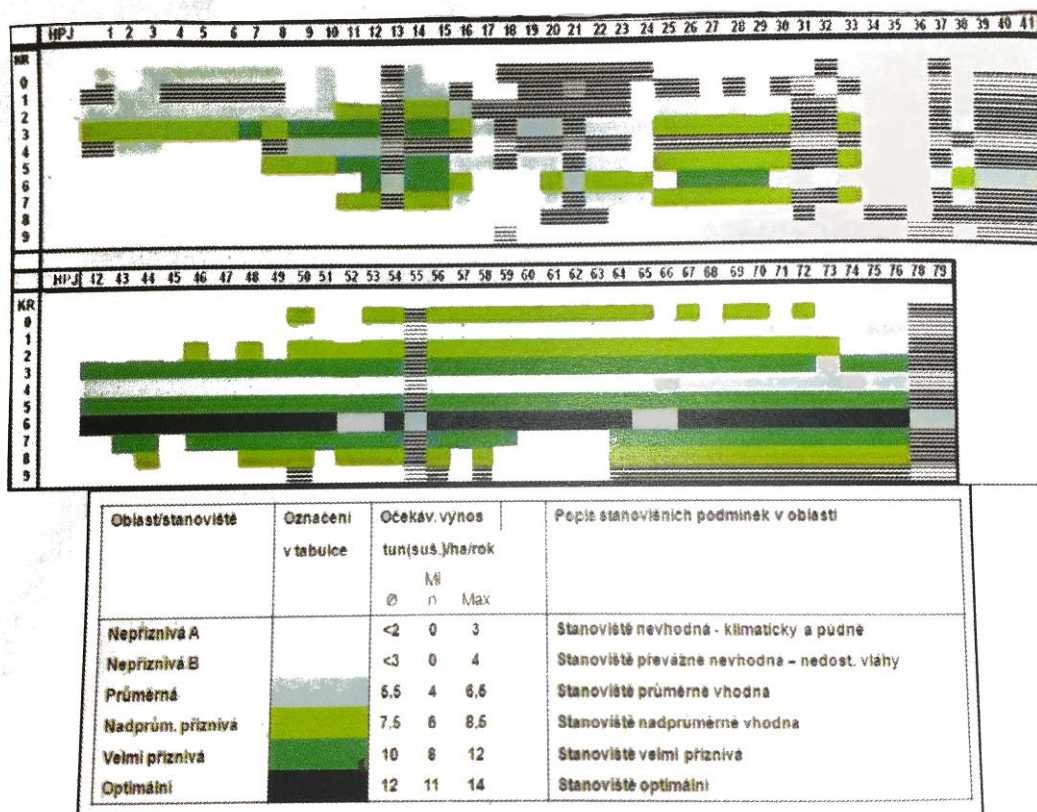
- Minimální srážkový úhrn 500 mm za rok.
- Mocnost ornice optimálně 70 cm.
- Hladina podzemní vody min. 150 cm.
- pH půdy okolo 6.

Tyto hodnoty jsou spíše orientační. V praxi se používá k posouzení půdně-klimatických podmínek kód BPEJ, skládající se z podrobného vyhodnocení vlastností klimatu, vlastností půd, půdotvorných substrátů, obsahu skeletu, zrnitosti, hloubky půdy, sklonitosti a expozice. Vlastnosti bonitovaných půdně ekologických jednotek jsou vyjádřeny pětimístným kódem:

1. Klimatický region.
- 2.-3. Hlavní půdní jednotka.
4. Sklonitost a orientace ke světovým stranám.
5. Hloubka a skeletovitost půdy.

Při výběru vhodných lokalit lze využít rámcovou typologii zemědělských půd, kterou zpracoval Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ). Tato typologie je zpracována pro schválené a doporučené druhy RRD na našem území. Vznikla za využití výsledků testování RRD na výzkumných plochách a za využití soustavy BPEJ.

Kombinací prvních tří číslic kódu BPEJ vznikla tzv. hlavní půdně klimatická jednotka (HPKJ), která je používána jako základ pro tuto typologii stanovišť. Prostřednictvím analýzy bylo vytvořeno šest skupin HPKJ dle vhodnosti pro růst RRD. Na obrázku 1 můžeme vidět hodnocení vhodnosti lokalit dle hlavní půdní jednotky a těchto šesti skupin (Weger, 2010).



Obr. 1: Hodnocení vhodnosti lokalit pro RRD (Kohout, Celjak, 2010)

Prostřednictvím čtvrtého čísla v kódu BPEJ, tedy sklonitosti a expozici pozemku můžeme zjistit, zda je pozemek vhodný i pro obdělávání mechanizací. Svažítost by neměla přesáhnout 8 %.

Další neméně důležitou skutečností je, že dřeviny pro intenzivní růst potřebují dostatek slunečního záření, především v prvních letech růstu. Plantáž by tedy měla být na slunečnímu záření dostupném místě a vysázená s dostatečným odstupem stinných překážek, např. již vzrostlého lesa.

Z logické úvahy je jasné, že by se plantáž měla nacházet co nejbližší místu spotřeby dřevní hmoty, aby se nezvyšovaly náklady na dopravu (Lipovská, Černíček, 2014).

3.6.2 Příprava půdy před výsadbou RRD

Po výběru vhodného pozemku je nezbytné zajistit dobré podmínky pro vzcházení mladých rostlinek topolů. Ideální je celoplošná příprava půdy minimálně rok před výsadbou. Velmi problematické jsou zejména první dva roky růstu, kdy je dřevina nejnáchylnější. Hlavní hrozbou jsou víceleté plevelné rostliny a vyšší trávy, jako jsou např. pýr plazivý, srha říznačka, šťovík kyselý. Ty mohou zamezit přístupu světla a dostatečné půdní vláhy k čerstvě vysazeným řízkům.

Omezení růstu plevelů můžeme docílit, buďto prostřednictvím chemických postřiků, nebo mechanickými zásahy. Při použití chemických přípravků musíme mít na paměti, že jejich prostřednictvím negativně ovlivňujeme životní prostředí a v půdě mohou vznikat rezidua pesticidů. Tato varianta odplevelení není podle Wegera (2003) příliš vhodná. Mechanické odplevelení by měla být preferovaná metoda, i přes možné zvýšení nákladů díky opakovanému zásahu (Weger, 2003).

Na dobře odpleveleném pozemku provedeme podzimní orbu. Jarní orba není vhodná, jelikož porušuje kapilaritu půdy a v oblastech s jarními přísušky půdy mohou nově vysazené rostlinky zaschnout. Provádíme ji pouze na špatně odplevelených, či velmi utužených pozemcích, a to velmi časně z jara, aby se aspoň z části půdní kapilarita obnovila. Na těžších jílovitých půdách je vhodné provést hlubokou orbu (až 80 cm), z důvodu provzdušnění půdy. Na dobře připraveném pozemku stačí na jaře před výsadbou půdu zkultivovat a srovnat povrch pro pohodlnou výsadbu.

V případě výsadby na trvale travních porostech (TTP), je prakticky nevyhnutelný zásah chemickými postřiky, které redukuje vysoké zaplevelení. Využívají se preemergentní přípravky, které se aplikují před sadbou dřeviny a usnadňují tak její vzcházení. Naopak postemergentní přípravky se používají v průběhu růstu dřeviny v kapalné formě, jež je přijímána nadzemními částmi plevelů. Při použití této varianty by se měl postřik v ideálním případě vyhnout kontaktu s mladými rostlinkami topolů. Ošetření porostu se provádí v období sucha, aby nedocházelo ke splavování nežádoucích látek do půdy (Lipovská, Černíček 2014).

3.6.3 Výběr a příprava sadebního materiálu

Pro účely výmladkových plantáží se využívá vegetativního rozmnožování těchto dřevin v podobě prýtů, nebo řízků. Nejčastěji se využívají jeden až dvouleté prýty, které se získávají na tzv. matečnicových porostech. Tyto „základní“ porosty by neměly být starší deseti let. Zcela jasně to dokázal Vincent (1980) ve svém pokusu, kde výhony z dvouleté matečné rostliny topolu měly ujímavost 96 % a výhony ze sedmdesátiletého topolu nedosahovaly ani 0,5 %.

K rozmnožování řízků se používají vyzrálé letorosty, které jsou v celé délce zpracovány na řízky. Těžba prýtů probíhá v době vegetačního klidu rostliny, od listopadu do března. Neměla by se provádět za mrazivého počasí, aby nedocházelo k teplotnímu ovlivňování rozmnožovacího materiálu. Prýty se mohou vysazovat samostatně, v našich podmínkách se ovšem z důvodů minimalizace nákladů využívají k sadbě řízků. Z jednoho dvoumetrového prýtu lze získat 8 – 12 řízků. Každý by měl mít 3 – 5 pupenů, optimální délku 18 – 22 cm a průměr 0,5 – 2,5 cm. V případě lokalit s jarními přísušky, nebo sadbě na TTP, je vhodnější použít delší sadební materiál. Ke krácení řízků se využívají buďto ostré zahradnické nůžky, nebo pásová pila. Bártels (1988) uvádí, že u topolů se adventivní (přichytné) kořeny nevytvářejí pouze v místě řezu z kalusového pletiva, ale i z kambialního pletiva nad místem řezu.

Nákup sadebního materiálu je vhodné uskutečnit od certifikovaného dodavatele, jenž je uveden na webových stránkách (www.vukoz.cz). Je zde jistota, že sadební materiál uvedený v průvodním listu bude správné odrůdy a že se jeho prostřednictvím nerozšíří na plantáž nějaká choroba, která by mohla negativně ovlivnit růst celé plantáže. Dalším důvodem je, že nákup u certifikovaného dodavatele je podmínkou k udělení dotačního titulu pro pěstování RRD na zemědělské půdě.

Pokud sadba neprobíhá ihned po nákupu materiálu, musí být tento vhodně uložen tak, aby nedocházelo k jeho degradaci. Ideální je tmavá chladná místnost s vysokou vzdušnou vlhkostí. V domácích podmínkách, kde není k dispozici chladicí box, je možno řízky uložit v chladném sklepě zapíchnuty do vlhkého písku s druhým koncem zalitým štěpařským voskem. Tato metoda je vhodná pro menší počty řízků. Důležité je, aby sadební materiál nepřemrzl. Vlivem mrazu totiž rostlinná pletiva ztrácí cukry a vlhkost potřebné ke správnému rašení a tvorbě kořínků. Při dlouhodobějším

uložení sadebního materiálu je vhodné jej ponechat ve formě delších prýtů, jelikož tak nedochází k přílišnému vysušování pletiv (Walter, 1997).

V prostorách, kde nelze docílit vysoké vzdušné vlhkosti je dobré materiál zabalit do igelitových pytlů s trochou vlhkých pilin. Ty ovšem musí zůstat otevřené, aby nedošlo ke zplsnivění materiálu. Pro lepší zakořenění a ujmavost řízků je dobré je před výsadbou na 1 – 3 dny namočit do vody (Kohout a kol., 2010).

3.6.4 Výsadba RRD

Pro výsadbu RRD na výmladkové plantáži uvažujeme se dvěma termíny, jarní a podzimní.

- **Jarní výsadba**

Je to nejvyužívanější způsob sadby výmladkových plantáží na našem území. Pokud dodržíme základní zásady sadby, dojde velmi pravděpodobně k ideálnímu zakořenění řízků do půdy. Nedá se přesně stanovit datum nejvhodnější výsadby, jelikož to přímo závisí na podmínkách stanoviště, hlavně na půdě a počasí. Ideální podmínky v půdě nastávají po jejím rozmrznutí, jelikož v té době má půda dostatečnou vlhkost. V oblastech, kde se nevyskytují jarní přísušky, nastává vhodný čas při půdní teplotě 5 °C. V případě přísušků je nutné provést sadbu co nejdříve, tzn. v březnu. Dle půdně-klimatických podmínek se sadba v ČR provádí až do začátku května (Nikl a kol., 2009).

- **Podzimní výsadba**

Sadba plantáží v tomto termínu se na našem území příliš nevyužívá. Není příliš vhodná zejména pro klony topolů, které po vysázení v termínu říjen až listopad dosahovaly negativní selekce až 40 %. Lépe jsou na tom klony vrb, které měly srovnatelnou ujmavost, jako v jarním termínu (Nikl a kol., 2009).

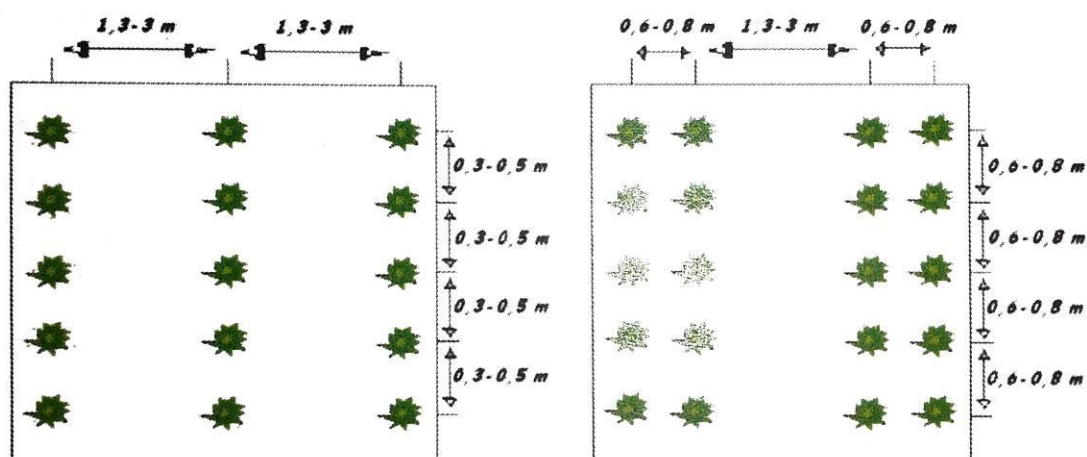
3.6.5 Určení sponu

Ještě před samotnou sadbou je nutné zvolit správný spon. Ten se odvíjí od skutečnosti, zda se na plantáži bude využívat mechanizace, popřípadě jaká a za jakým účelem je plantáž vysazována. V případě matečnicového porostu je spon nejmenší, protože se každý rok sklízí a nedochází tak k potřebě většího prostoru pro růst jedinců.

Větší spon se využívá u výmladkových plantáží určených pro produkci štěpky a největší spon se využívá u plantáží pěstovaných na palivové dříví.

Pro intenzivní pěstování topolů se v současnosti využívají dvě schémata výsadby (viz obr. 2):

- Jednořádková výsadba ve sponech 0,3-0,5 m x 1,3-2,5 m.
- Dvouřádková výsadba ve sponech 0,5 x 0,7 mezi dřevinou a 1,5-3 m mezi dvouřádky.



Obr. 2: Zobrazení jednotlivých sponů užívaných na plantážích RRD (Kohout, Celjak, 2010)

Šíře meziřádků se odvíjí od šíře mechanizace používané hlavně v prvních letech na odplevelování pozemku. Dvojřádky se využívají hlavně z důvodu ekonomičtějšího obhospodařování plantáže, kdy snižují náklady na údržbu. Problém vzniká na silně zaplevelených pozemcích, kdy je nutná údržba uvnitř dvouřádku, která se musí provádět buďto ručně, nebo s použitím polomechanizovaného rotavátoru. Jednořádky jsou vhodnější pro růst plantáže na palivové dříví, jelikož si dřeviny navzájem tak nekonkurují a mají větší prostor pro růst.

Způsoby výsadby lze rozdělit na mechanizovaný způsob a v případě menších pozemků se využívá sadba manuální neboli ruční (Kohout a Celjak, 2010, Nikl a kol., 2009).

3.6.6 Mechanizovaný způsob výsadby

Tento způsob výsadby se využívá pro komerční plantáže, díky jejichž velikosti se nevyplácí ruční sadba. Postup je zde odvislý od typu sázecí techniky. Využívá se např. lesnický dvojřádkový sázeč RZS 2. Průběžně je třeba provádět kontrolu výsadby, jelikož zde může docházet ke špatnému utužení půdy kolem řízků, což by mělo za následek zbytečné úhyny dřevin. U této varianty je třeba počítat s náklady na použitou mechanizaci (traktor, sázecí stroj, obsluha) (Weger, 2003).

3.6.7 Manuální způsob výsadby

Ruční způsob se využívá častěji. Řízky se zapichují kolmo, nebo mírně šikmě do připravené půdy. Pokud je půda utužená, je vhodné použít ruční sazeč, ať už doma vyrobený z železné kulatiny, nebo speciální sázecí rýč. Tím se vytvoří v půdě otvor, do kterého se vloží řízek správným koncem a nechá se přibližně 3 cm vyčnívat nad povrch půdy. Důležitým úkonem je správné utužení půdy kolem čerstvě vysazeného řízku a to tak, aby došlo k vytlačení vzduchu z prostoru kolem něj pro lepší zakořenění. Při sadbě na těžkých půdách se nechává řízek vyčnívat 3 – 5 cm, lépe pak odolává případnému utužení půdy suchem (Weger, 2003, Nikl a kol., 2009).

Kromě řízků se pro výsadbu porostu dají použít i další formy, např.:

- **Výsadba prýtlů** – způsob sadby prýtlů se od výše popsaného postupu liší pouze v hloubce otvoru v půdě. Ten by měl být hluboký v rozmezí 20 – 60 cm, dle výšky materiálu. Prýty jsou sice dražší než řízky, odolávají ale lépe vlivům prostředí. V praxi se používají jako náhrada za uhynulé řízky.
- **Prostokořenná sadba** – tento způsob se tradičně využívá v lesnictví. Prostřednictvím lesních školek se získává ve vegetačním období sadba, která musí být do poměrně krátké doby zpět zasázená.
- **Kořenáče** – jsou malé rostlinky topolů dodávané ve většinou 0,5 l květináčích. Vzhledem ke skutečnosti, že vyrůstají ve výživném substrátu, mají poměrně dobře vyvinutý kořenový systém, takže jejich ujímavost je téměř 100 % (Weger, 2003, Nikl a kol., 2009).

3.7 Údržba porostu

První roky růstu jsou pro maximalizaci budoucího výnosu dřevní hmoty rozhodující. Pokud není o vzcházející řízky správně pečováno, dochází velmi rychle k úhynu, nebo výraznému zpomalení růstu. Hlavními konkurenty pro mladý porost jsou plevely. Jejich kořenová konkurence může vést ke zpomalení růstu a prodloužení délky obmýtí až o dva roky. Nadzemní vitální porost plevelů může mladé výhonky topolu natolik zastínit, že dojde jejich úhynu již v prvním roce.

Z tohoto důvodu je nutné pozemek odplevelovat. Mezi jednotlivými mladými rostlinami se tento úkon provádí ručně, kvůli minimalizaci poškození porostu. V meziřadí se využívá mechanizace. Dle zvolené šířky meziřadí se využívá traktor s mulčovačem, nebo rotavátor. Dle potřeby se odplevelení provádí až 6x v prvním, 4x ve druhém a 2x ve třetím roce růstu plantáže. Chemická likvidace neselektivními herbicidy není příliš vhodná. Postřik může vlivem větru poškodit mladý porost topolů. Herbicid je možno aplikovat i pomocí smýkajících knotů. Je to velmi nákladná možnost, která navíc poškodí životní prostředí plantáže (Celjak, 2010).

V praxi se poměrně osvědčilo využívání mulče na povrchu půdy, např. trávy, pilin, nebo netkané textilie. Přínosné také je ponechat na pozemku vytrhaný a zmulčovaný plevel, slouží totiž nejen jako pokryv půdy, který zamezuje jejímu vysychání, růstu dalších plevelů ale slouží i jako zelené hnojení. Pokud je porost již vzrostlý, je dobré meziřadí zatravnit. To pomáhá udržet dostatečnou vláhu v půdě prostřednictvím ranní rosy (Lipovská a Černíček, 2014).

Dalším negativním vlivem na plantáž mohou působit škůdci. Je nezbytné, jejich působení zamezit co nejdříve, jelikož v ekosystému monokultury se nákaza rychle šíří. Zdokumentovaný byl výskyt mandelinky topolové (*Chrysomela populi*), která škodí prostřednictvím svých larev na listech dřevin a mšic, které se živí šťávami z kmenu topolu. Pokud napadení není velké míry, je vhodné použít přírodní postřik vyrobený doma, např. výluh z kopřiv, nebo mýdlová voda. V případě nezbytného použití insekticidních chemických přípravků, je nutno vybírat ze seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin. Mezi škůdce řadíme i zástupce lesní zvěře. U mladých porostů je nebezpečí okusu zaječí a srnčí zvěří. U větších porostů vzniká nebezpečí

poškození tzv. vytloukáním srnčí, popřípadě vysoké zvěře. Vhodnou obranou je realizace oplocení plantáže, to však znamená poměrně vysokou položku v nákladech.

Na porostu se musí pravidelně sledovat zdravotní stav jednotlivých stromů, aby nedocházelo k rozmachu chorob. Mezi houbové choroby vyskytující se na topolech lze zařadit: rzi rodu *Melampsora*, houby rodu *Marssonina*, houby rodu *Pollaccia*, které se projevují na listech stromů a houby rodu *Dithichiza* na kůře stromů. Choroby způsobené bakteriemi jsou *Xanthomanas* – neboli korová nekróza, nebo *Agrobacterium tumefaciens*. Mezi primární dřevokazné houby patří *Armillaria mellea*, mezi sekundární (ránové) pak patří *Phellinus igniarius*, *Pholiota destruens* a *Laetiporus sulphureus*. V případě zjištění neobvyklých skvrn nebo znaků na porostu je důležité odborně zasáhnout správným léčícím prostředkem (Malinová, 2006).

3.7.1 Výživa

Rychle rostoucí dřeviny nejsou plodiny, které by zásadně v průběhu svého růstu potřebovaly přihnojovat. Vše záleží na půdním typu, na kterém se plantáž nachází. Doporučený postup je před výsadbou plantáže půdu co nejvíce zúrodnit. V ideálním případě se před výsadbou pěstují na pozemku bobovité rostliny, které prostřednictvím vázání vzdušného dusíku do půdy ji velmi dobře připraví pro pozdější růst. V případě založení plantáže na chudých půdních stanovištích je reakce na přihnojení dusíkem značná. Dřeviny mají rychlejší nástup produkce, ale celkový výnos dřevní hmoty za celé období plantáže se nijak výrazně nezvětší (Weger, 2003). Doporučená dávka dusíkatých hnojiv na chudých půdách se uvádí kolem 100 kg/ha a s hnojením se může začít od druhého roku růstu. Přihnojení je dobré provádět na jaře, před tím, než dřeviny začnou vitálně růst (Saglana, 2012).

Celjak a Kohout (2010) uvádějí, že na základě zkušeností, např. z Rakouska, že je možné porost přihnojovat popelem ze spaloven, které využívají biomasu ke spalování. Tato varianta je k použití na území ČR poměrně problematická, jelikož použití hnojiv je u nás legislativně ošetřeno zákonem č. 156/1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech. V § 2 je vysvětlen pojem „hnojivo“, jako látka obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení, nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění

výnosu, či kvality produkce. Podle § 3 výše zmíněné legislativy se mohou do oběhu uvádět pouze registrovaná a označená hnojiva, statková hnojiva a pomocné půdní látky. O popelu, jako hnojivu tedy rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský dle dané legislativy. Vystává zde teoretická možnost využívat popela vzniklého spalováním pouze stejné dřevní hmoty, jako je osazená na pozemku. Dle § 9 zákona o hnojivech se hnojiva nesmí na půdu aplikovat v době přesycenosti vodou, na půdu promrzlou, či přikrytou sněhovou vrstvou vyšší než 5 cm. Zde vzniká konflikt, protože většina produkce popelu ze spaloven vzniká právě v zimních měsících.

Další možností využívanou ve světě je hnojení plantáží pomocí odpadních vod a kalů. Tato varianta je ekonomicky velmi přijatelná, nevznikají totiž náklady na drahá minerální hnojiva. Při této závlivce je využívána jak závlahová hodnota vody, tak hodnota hnojivá, navíc dochází k vyčištění odpadní vody. Problém vzniká s využíváním odpadní vody a kalů z čističek odpadních vod, jelikož ty v dnešní době obsahují spoustu chemických látek, které nebudou nejvhodněji přispívat k ekologii prostředí. Vhodné je proto používat odpadní zemědělské produkty, jako je kejda a tekuté kaly.

Dobrym příkladem je recyklace odpadních vod ve Švédském Enköpingu. Zde je využívána odpadní kalová voda, která je smíchána s již vyčištěnou odpadní vodou ze zdejší čistírny. Tato směsná voda je následně do porostu rozváděna kapkovým závlahovým systémem na zhruba 76 ha plantáží. Směsná voda obsahuje až 25 % dusíkatých látek, které se dostávají do čistírny odpadních vod (Stupavský, 2008).

Přirozeným koloběhem se do půdy navrací živiny prostřednictvím opadaných listů. Dle zahraničního výzkumu se po opadu listů do dvou let rozloží přibližně 60 % materiálu a z toho se do půdy vstřebá až 60 % dusíkatých látek a fosforu a asi 28 % draselných látek (Ciria a kol., 2009). Živiny z rozkladu opadaných listů jsou bohužel rozloženy rovnoměrně po celé plantáži z důvodu rozfoukání listů větrem.

Hlavními limitujícími faktory pro správný růst a následnou výtěž dřevní hmoty jsou pro topolové plantáže především dostatek vodních srážek a teplota 7 – 9 °C ročního průměru.

3.8 Sklizeň dendromasy

Plantáže rychle rostoucích dřevin jsou založeny na principu několika sklizní. Celková doba existence plantáže se uvádí 20 – 25 let, znamená to tedy 4 – 5 sklizní dle délky obmýtí. Cyklus sklizně neboli doba obmýtí se liší dle nároků na výsledný produkt a způsob sklizně. Dle Celjaka a Kohouta (2007) je čtyřletý cyklus plantáže minimální, a to pouze za ideálních podmínek prostředí. V našich podmínkách převládá 5 – 8 letý cyklus obmýtí.

Za nejvhodnější období pro sklizeň se udávají zimní měsíce (prosinec – březen). Tato doba je ideální hned z několika důvodů. Rostlinná pletiva v zimních měsících obsahují nejméně vody, jelikož dřeviny se nachází v tzv. vegetačním klidu. Další výhodou je lepší podmínky pro pohyb mechanizace v případě, kdy je půda zmrzlá a není pokrytá výrazným množstvím sněhu. I dostupnost mechanizace je v zimních obdobích lepší, jelikož zemědělská sezóna ještě nezačala (Weger, 2000).

Jak již bylo zmíněno, délka obmýtí závisí na konečném způsobu využívání dendromasy. V případě využívání pro produkci štěpky je cyklus sklizně nejkratší a pro produkci dřevní hmoty pro dřevozpracující průmysl, např. nábytkářství, je naopak cyklus nejdelší.

3.8.1 Produkce dendromasy na palivové dříví

U takto využívaných plantáží se délka obmýtí uvádí 5 – 6 let, v závislosti na půdně – klimatických podmínkách prostředí. První sklizeň se obvykle provádí po 6 a více letech, jelikož první rok porost směřuje svoji energii do správného zakořenění, přírůstek je tedy malý. Požadavky na velikost výsledného palivového dříví je dalším faktorem určujícím délku sklizňového cyklu. Tloušťka dřevin se v takovémto způsobu obdělávání udává okolo 15 cm, což je ideální tloušťka pro tvorbu polen.

Sklizeň bývá situována na zimní měsíce, jelikož na jaře je plantáž připravena pro další obrůstání pařezů a tvorbu nových prýtů. Zhruba po roce obrůstání pařezů je vhodné prořezat nově vyrostlé prýty a nechat na každém pařezu pouze jeden, nejstatnější prýt mířící v ideálním případě kolmo vzhůru. Dle množství vyřezaného materiálu vyvstává možnost prodeje prýtů na výrobu štěpky.

Samotná sklizeň je prováděna ve většině případů motorovými pilami, kdy jsou jednotlivé řady stromů káceny pod určitým sklonem tak, aby se s vzniklým materiálem dobře zacházelo a manipulovalo při nakládce a transportu materiálu. Záleží na každém pěstiteli, jak se vzniklou dendromasou bude nadále zacházet. Porost ve stáří 6 let dosahuje přibližné délky až 10 m. Je tedy na majiteli, zda použije lesní vyvážedku a stromy bude krátit na určitou délku až na místě skladování, či bude kmeny krátit na místě např. na metrové špalky, pro jejichž transport na místo skladování použije soupravu traktor s přívěsem, nebo jiný vhodný prostředek. V případě menších plantáží je využívána ke štípání polen sekyra a lidská práce, při větších objemech produkce lze využívat štípač na dříví, popřípadě špalíkovač, který zajistí rychlejší proschnutí materiálu vlivem vytvoření menších špalíků (Lipovská, Černíček, 2014).

3.8.2 Produkce dendromasy na štěpku

Pod pojmem dřevní štěpka rozumíme dendromasu, která je strojně nakrájena, či nadrcena na částice velké od 3 – 250 mm. Pro zlepšení kvalitativních vlastností se i dřevní štěpka musí nechat proschnout. Bezprostředně po těžbě obsahuje více než 55 % vody a objemová hmotnost dosahuje 300 kg/m^3 . Po dosušení, kdy je štěpka ponechána na hromadě na slunci a větru (v rozmezí jednoho roku), klesá objemová hmotnost na asi 250 kg/m^3 a měla by mít asi 30 % obsah vody. Výhřevnost je samozřejmě závislá především na obsahu vody v materiálu, ale její hodnoty se uvádí v rozmezí 8 - 12 MJ/kg (Stupavský a kol., 2010).

U produkce dendromasy na štěpku jsou dvě možnosti sklizně. Hovoříme o jedno, či dvoufázové sklizni.

- Jednofázová sklizeň – je to varianta, kdy se plantáž sklízí za pomoci mechanizace. Jedná se o použití řezačky se speciálně upraveným adaptérem, pro sklizeň kmenů nad průměr 7 cm. Tato sklizeň je nejrychlejší, má však větší náklady. Používá se k ní sklízecí řezačka na kukuřici a ideálně dvě traktorové soupravy s přívěsy s vysokými bočnicemi. Výsledným materiálem je mokrá štěpka, která se pro potřeby kotlů s menším výkonem nechává proschnout, nebo se může spalovat v čerstvém stavu ve speciálně upravených teplárenských kotlech.

- Dvoufázová sklizeň – tato technologie může být provedena manuálně, nebo mechanizovaně. Princip je, že se nejdříve dřevina pokácí, nechá se proschnout a až následně se štěpkuje. V případě manuální varianty se využívá motorových pil, v opačném případě se využívá speciální sklízecí stroj, který podřezává porost v určité výšce a následně kmeny svazuje do snopků. Ty se nechávají prosychat buďto na okraji plantáže, nebo se rovnou svážejí na místo štěpkování. Tento princip se využívá u menších plantáží, je ale náročnější na manipulaci s materiálem, ale výsledkem štěpkování je suchá štěpka (Nikl a kol., 2012).

3.9 Rekultivace plantáže

Z důvodů ochrany zemědělského půdního fondu je rekultivace plantáže do původního stavu důležitým bodem. Od 20. – 25. roku růstu plantáže dochází k útlumu produkčního výnosu, tudíž začíná být plantáž nerentabilní a je dobré přistoupit k rekultivaci. Při ní musí být z půdy odstraněny pařezy i kořenový systém ideálně do hloubky až 50 cm a to z důvodu, aby dřeviny znovu neobrustaly a nevytvářely tak nahodilý porost této nepůvodní dřeviny.

Je více způsobů rekultivace plantážní plochy, ale všechny za pomoci mechanizace. Pomocí pásového buldozéro s rozrývačem lze docílit poměrně dobrého výsledku vytrhání kořenových systémů v hloubce až 50 cm. Dalším způsobem je použití pařezové frézy. Dle velikosti plantáže lze vybírat mezi frézou nesenou na tříbodovém závěsu za traktorem, nebo menší benzínovou frézou. Následně se musí provést hluboká orba, při které dojde k vyorání zbytků kořenových systémů.

Ve světě se využívá i chemických látek, kterými se napustí prostřednictvím vyvrtané díry do pařezu, kořenový systém dřevin. U první možnosti to vede k odumření zbytků dřeviny, v druhé možnosti je tato chemická látka hořlavina. Pařezy se následně zapalují a dochází k mýcení zbylých částí dřevin vypalováním. Bohužel použití chemických látek s sebou vždy přináší určitá negativa, ve většině případů pro okolní ekosystémy (Kučera, Stupavský, 2010).

Vzhledem k faktu, že kořenový systém se tvořen z velmi kvalitní dřevní hmoty, která má vyšší výhřevnost, představuje zajímavý zdroj dřevité biomasy. Ve světě se

užívají různé techniky, jak toto kvalitní dřevo získat. V severských státech Evropy se využívají rypadla vybavená hákem, které byly navrženy tak, aby kořen vytrhly a rovnou rozštíply. V Itálii se používá speciální vrták zavěšený na tříbodovém závěsu za traktorem, kterým se navrtá kořen, jež je posléze vytržen ze země. Na povrchu je kořen vytlačen pístem z vrtacího ústrojí. Kořeny se pak nechávají opršet od znečištění půdou a proschnout, aby vzniklo kvalitní dobře využitelné palivo (Spinelli, 2005).

3.10 Mimoprodukční funkce plantáží RRD

Kromě funkce ekonomické, nebo také produkční, plní plantáže rychle rostoucích dřevin i další služby. Jsou to služby většinou ekonomicky neměřitelné, ale velmi důležité. Přispívají totiž kladně k ostatním ekosystémovým službám v dané krajině. Mechanismus plnění těchto funkcí je podobný, jako u ostatních zástupců rostlinné říše, spojených ve funkční systémy trvalé zeleně v krajině (Žalud a kol., 2008). Prostřednictvím těchto systémů rostlin v prostředí a jejich interakcí s okolním prostředím vznikají tyto mimoprodukční funkce:

- Biologická – vznik lesních společenstev a biokoridorů v zemědělské krajině,
 - zvýšení biodiverzity krajiny,
 - útočiště a potrava pro drobnou a vysokou lesní zvěř a ptactvo,
- Izolační – oddělení negativně působících prvků v krajině,
 - snížení hlučnosti a prašnosti,
 - ochrana vodních zdrojů prostřednictvím clon kořenových systémů,
- Meliorační – výrazné zlepšení stavu krajiny díky pokryvu plochy rostlinami,
 - snižování větrné eroze prostřednictvím větrolamů,
 - biologická meliorace přemokřených půd,
 - zlepšení půdních poměrů, jako: vytvoření humusové vrstvy a provzdušnění půdního horizontu,
- Asanační – regenerace ploch účinkem souvislého porostu rostlin,
 - filtrace vody v krajině,
 - dekontaminace vod od těžkých kovů,
 - zvýšení vzdušné vlhkosti,
 - zlepšení tepelného režimu krajiny,

- zpevnování břehů proti vodní erozi,
- produkce fytoncidů z pupenů topol,
- Kulturní – náhrada tradičních a historických prvků v krajině,
 - tvorba alejí,
 - využívání košíkářských vrb k produkci proutí,
- Estetická – změna ze zemědělsky využívaného prostoru na lesní krajinu,
 - vznik estetických hranic v krajině,
 - dělení krajiny na menší krajinné prvky,
- Naučná – využívání ploch k naučným, propagačním, či výzkumným plochám,
- Produkční – využití nepříliš úrodných půd,
 - podpora zaměstnanosti v regionu,
 - plantáže pro energetické a košíkářské účely,
 - včelařské porosty,
 - krmné porosty,
 - speciální porosty pro výrobu předmětů ze speciálních druhů dřeva (Kohout a Celjak, 2010).

Významnými prvky mimoprodukčních funkcí, které bych rád zmínil, jsou např. pohlcování CO₂ a biodiverzita. Velkou výhodou je u produkčně pěstovaných dřevin, konkrétně topolových plantáží, jejich obrovská kapacita absorpce CO₂. Uvádí se, že jeden hektar topolového porostu je schopen absorbovat až 25 t CO₂ ročně. Toto množství bylo dle Gastra a Fragnelliho (2006) vyčísleno na přibližnou částku 1 000 USD.

Stejně jako u ostatních rostlin dochází k přeměně CO₂ prostřednictvím fotosyntézy na organické sloučeniny a kyslík. I s faktem, že plantáž sama spotřebuje určitou část kyslíku, vyprodukuje přibližně 7 t O₂ na hektar za jeden rok (Kohout a Celjak, 2010).

V zemědělské krajině slouží plantáže RRD jako významný biodiverzitní prvek. Dle Celjaka a Boháče (2008) bývají druhově nejpočetnější skupinou na plantážích energetických rostlin bezobratlí živočichové. Bylo zjištěno, že v našich podmínkách se na plantážích vyskytuje 100 až 150 druhů bezobratlých. Výrazný je počet dravých

bezobratlých, který se odhaduje okolo 40 druhů. Tento dravý hmyz je důležitý pro regulaci škodlivých druhů hmyzu. Zastoupení ostatních druhů rostlin a živočichů není nijak zvlášť výrazné (Alford, 2003).

3.11 Negativní dopady pěstování RRD

Každá mince má dvě strany a není tomu jinak ani v případě plantáží rychle rostoucích dřevin, které mají také své negativní stránky. Základním problémem je, že dřeviny využívané pro růst na plantážích jsou tzv. nepůvodními druhy. To s sebou přináší možná negativa.

V případě plantáží osázených na větších plochách, může docházet k většímu výskytu negativních jevů. Pěstovaná monokultura totiž představuje ideální prostředí pro výskyt požeravého hmyzu, plísní, hub, či chorob, které mohou škodit na jiných přílehlých zemědělských kulturách. Se zvětšující se plochou plantáží tato hrozba narůstá a může znamenat výskyt nových druhů škůdců, či nemocí v prostředí pro tyto druhy nepůvodním (Kohout, Celjak, 2010).

Dalším negativem může být skutečnost nežádoucího rozšíření druhů RRD do okolí. Hybridní druhy topolů dosahují pohlavní dospělosti kolem osmého roku růstu, což představuje riziko generativního množení. U plantáží pěstovaných s delší dobou obmýetí, může dojít k nežádoucí invazi do okolního prostředí, nebo může docházet ke křížení druhů RRD s původními druhy dřevin a vzniku nových hybridů (Levý, 2011).

3.12 Státní podpora pěstování RRD

Vzhledem ke skutečnosti, že se Česká republika zavázala Evropské unii zvyšovat podíl energie vyrobené z obnovitelných zdrojů, bylo potřebné motivovat nové pěstitele těchto energetických dřevin. Do roku 2006 byla tato produkce OZE podporována dotací na založení plantáže ve výši 60 000 Kč na jeden nově osázený hektar s RRD.

Podmínkou získání takovéto dotace bylo vyjmutí půdy ze zemědělského půdního fondu, čímž zemědělec přišel o pravidelnou platbu na plochu zemědělské půdy – SAPS. Tato dotační politika se příliš neosvědčila. Následkem bylo zařazení pěstování RRD do platby SAPS.

Pro splnění podmínek jednotné platby na plochu zemědělské půdy musí žadatel učinit následující (Hodonská, 2012):

- minimální výměra 1 ha zemědělské půdy v evidenci LIPS,
- pěstované klony a odrůdy musejí být v seznamu RRD pěstovaných na výmladkových plantážích v ČR,
- dodržování správné zemědělské praxe,
- žádost podaná na regionální pobočku SZIF (státní zemědělský intervenční fond), nebo zemědělské agentury do 15. května příslušného roku,
- porost musí dosahovat tzv. reprezentativních výnosů,
- nebude změněna kultura trvalý travní porost na ornou půdu,
- bude vyplněna deklaráce RRD, v níž je uvedena výměra, půdní blok, rod a druh pěstované dřeviny, rok výsadby a rok posledního obmýtí.

Ministerstvo zemědělství stanovilo výši podpory SAPS v roce 2016 na 3 514 Kč/ha.

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Metody odhadu budoucího výnosu

V případě tzv. nedestruktivních metod se využívá alometrických veličin, jako je výška stromů a průměr jejich kmene. Tyto parametry se následně vyhodnocují pomocí regresní analýzy. Veličiny, které k takovému odhadu potřebujeme, získáme z měření kmenů ve výškách 0,1 m, 1 m a 1,3 m a změřením celkové výšky stromů od paty až k jejich koruně. Dle Fajmana a kol. (2009) a jejich výsledků krokové regrese, lze k uspokojivým výsledkům použít délku kmene a jeho průměr v prsní výšce. Dále si popíšeme, jak lze získat veličiny potřebné pro výpočet.

4.1.1 Metody měření porostu

Důležitým parametrem pro odhad budoucího výnosu je tloušťka kmene neboli jeho průměr. Tato taxační veličina je stanovována ve výšce 1,3 m od paty stromu a je udávána převážně v mm. Ke stanovení správné výšky je dobré připravit si tzv. měřící lať s přesnou výškou. Tu pak přikládáme správným způsobem ke kmenu stromu a určujeme tak správnou výšku. K měření této veličiny se používají dvě metody, které jsou zobrazeny na obrázku 19 v příloze. Lze využít tzv. lesnickou průměrku, která udává průměr kmene, nebo pásmo, s jehož pomocí měříme obvod kmene.

Nejpohodlnější metodou je využívání průměrky. Výsledný průměr kmene získáme tzv. křížovým měřením. Aby bylo docíleno správného změření průměru kmene, provádí se první měření ve směru světových stran sever – jih a druhé měření se provádí kolmo, tzn. ve směru západ – jih. Průměrka musí být při měření vždy přiložena kolmo ke kmenu. V případě, že v místě měření dochází k růstu lišejníku, či je borka odchlíplá, musíme toto místo očistit. (Kohout P., Celjak I., 2010)

Druhou možností, jak tuto veličinu zjistit je měření obvodu kmenu. Tato metoda se v praxi využívá u stromů s velkými průměry kmenů. Pro měření se využívá tzv. obvodové pásmo. To přikládáme ke kmenu ve správně stanovené výšce, důležité je, aby bylo pásmo zcela napnuté a v jedné rovině při měření. V opačném případě dochází velmi snadno ke vzniku odchylek. Některé pásma, zpravidla lesnické jsou vybavena na

svém konci háčkem a mají dvě stupnice, kde je zobrazen kromě obvodu kmene v cm i přepočítaný průměr kmene. (ÚHÚL, 2003)

U některých stromů není možné správně změřit průměr kmene ve stanovené výšce. V tomto případě je možné posunout měřící výšku o 10 cm dolů, či nahoru, tak aby bylo dosaženo správného měření. V lesnických kruzích se v dnešní době využívají i modernější a méně pracné metody měření průměrů. Mezi tyto metody můžeme zařadit laserové a optické měřiče (tloušťkoměry). (Černý a Pařez, 2005)

4.2 Charakteristika pozemku

Plantáž RRD se majitel rozhodl vysázet v katastrálním území Žabčice [794121], na svém vlastním pozemku o rozloze přibližně 1 ha. Pozemek dříve nebyl intenzivně využíván pro hospodářské plodiny, jelikož se nachází v oblasti mezi dvěma rybníky. Od obecních pamětníků je známo, že v 19. století v tomto prostoru bývaly špatně prostupné bažiny. Ve 20. století byly provedeny změny v krajině, rybníky nacházející se v katastrálním území Žabčic a Přísnotic byly propojeny a byla zde tendence odvodnit krajinu za pomoci kanálu. Tato snaha se z části povedla. Byl zajištěn pozvolný odtok vody dál přes Přísnotický rybník, tzv. Lhétou do kanálů na území tzv. Knížecího lesa. Dle vyprávění vlastníka pozemku, zde v druhé polovině 20. století probíhala snaha půdu zúrodnit. Z bývalého cukrovaru, který se nacházel v Židlochovicích, se sem dovážel tzv. saturační kal. Tato látka obsahuje asi 40 % uhličitanu vápenatého, 0,5 % draslíku, 0,1 – 0,4 % dusíku, 0,5 – 2 % kyseliny fosforečné, 7 – 12 % organických látek, 1 % sacharosy a asi 45 – 50 % vody. Tento kal zde byl použit za účelem snížení zakyselení půd a jako hnojivo pro zúrodnění půdy (Marek, Voldřich, 2006). Pozůstatky po této činnosti navážení kalů můžeme vidět ještě dnes na satelitních snímcích oblasti, nebo na obrázku 21, kde jsou velmi dobře patrná skoro bílá místa na půdě.

Kód BPEJ (0.58.00) tohoto pozemku určuje, že bodová výnosnost půdy je 61 bodů, na stupnici ze 100 bodů. Spadá do 2. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, což znamená, že jsou to zemědělské půdy vysoce chráněné, jen podmíněně odnímatelné ze zemědělského půdního fondu. Plantáž spadá do nultého klimatického regionu, který je popsán v tabulce 3.

Tab. 3: Charakteristika 0. klimatického regionu (<http://bpej.vumop.cz/05800>)

Kód KR	Symbol KR	Charakteristika regionu	Suma teplot nad 10 °C	Průměrná roční teplota °C	Průměrný úhrn srážek (mm)	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	Velmi teplý, suchý	2600-3100	9-10	500-600	30-50	0-3

Další dvojčíslí v kódu bonitované půdně ekologické jednotky značí hlavní půdní jednotku. Půdní jednotka je fluvizem glejová a fluvizem oglejená. Základní specifikaci půdní jednotky je možno vidět v tabulce 4.

Tab. 4: Specifikace půdní jednotky (<http://bpej.vumop.cz/05800>)

Reliéf	Rovina, teréní deprese
Výskyt v klimatických regionech	0, 1, 2, 3, 4, 5, (6), 7, 8, 9
Hloubka půdy	Hluboká, velmi hluboká
Mocnost ornice	Středně hluboká, hluboká
Struktura	Drobtovitá, další horizonty bez struktury
Půdotvorný substrát	62, 29, 62/59, 50, 60, 61
Skeletovitost	Bez skeletu, až slabě skeletovita
Zamokření	Sezonní při vzestupu vodní hladiny toku
Produkční potenciál	52,9 – 85,3

Poslední dvojčíslí kódu udává skeletovitost a sklonitost. Půda zde obsahuje do 10 % skeletu a méně. Sklonitost je 0, tzn. úplná rovina. (<http://bpej.vumop.cz/05800>)

Majitel vlastní i sousední pozemek, ten je dle katastru nemovitostí zamokřenou plochou, tudíž nemá přidělen kód BPEJ. Složení a struktura půd zde je stejná jako na

sousedním pozemku. Rozdíl mezi pozemky je ve skutečnosti, že menší část druhého pozemku bývá v jarních měsících zamokřena tak, že zde stává pár centimetrů vody.

Základní myšlenka majitele půd v roce 2011 byla vysázet na zhruba půl hektaru plochy rychle rostoucí topoly a na další části pozemku vrby. Topolové dříví bude sloužit k účelům vytápění rodinného domu. Pro osázení části plochy vrby se rozhodl díky zamokřené půdě a skutečnosti, že se na ní příliš nedaří topolovým monokulturám. V následujících letech majitel postupně dosazuje plochu dalšími dřevinami, hlavně různými druhy vrby. V této diplomové práci se věnuji hlavně produkci rychle rostoucích topolů, protože budou využívány v podobě palivového dříví, jako zdroj tepelné energie v rodinném domě.

4.3 Realizace plantáže

Vzhledem k faktu, že pozemek ležel ladem a byl využíván pouze k trvalému zatravnění, rozhodl se majitel v roce 2011 k jeho smysluplnému využívání v podobě plantáže RRD. Byla to možnost, jak získat v průběhu času palivové dříví pro vytápění rodinného domu a využít potenciál pozemku. Vlastník není zemědělec, ale vlastní, nebo si bez obtíží může vypůjčit techniku, která je zapotřebí k realizaci takového plánu. Jedná se především o kolový traktor Zetor, dvounápravový traktorový návěs, mulčovač, smykové brány a tříradličný pluh.

Díky těmto skutečnostem majiteli v podstatě nic nebránilo realizaci plánu, jelikož byl schopný provést celou realizaci bez pomoci třetí strany, která by se jistě promítla nemalou částkou do nákladů. Jako pomocná pracovní síla mu byli k dispozici dva jeho synové, tudíž mu odpadl i náklad na využití brigádnické síly.

Přes léto roku 2011 se budoucí pěstitel seznámil s principy zakládání a následné údržby takové plantáže. Po studiu literatury zabývajících se touto problematikou se rozhodl k vysazení klonu rychle rostoucího topolu, jako základního zdroje dendromasy. Jelikož v předchozích letech majitel investoval do nového kotle na spalování tuhých paliv, bylo jasné, že plantáž bude sloužit k produkci palivového dřeva, a ne dřevní štěpky. Produkce dřevní štěpky by znamenala velké vícenáklady v podobě koupě

nového kotle, či minimálně k jeho přizpůsobení na takovýto druh paliva a pronájmu štěpkovače, což majitel zavrhl.

Vzhledem k lokaci pozemku v nultém klimatickém regionu na jižní Moravě bylo rozhodnuto o vysázení klonů topolů J – 104 a J – 105, přezdívaných japonské topoly. V tomto prostředí mají velký potenciál výnosu, za poměrně krátký čas. Tyto klony byly již poměrně rozšířené a hlavně ověřené variantou pro plantáže střední Evropy.

První zásah do půdy byl proveden na podzim roku 2011. Byla provedena hluboká orba za pomoci soustavy kolového traktoru Zetor 7745 a tříradličného pluhu. Časová náročnost této akce byla asi 1 hodina. Velkou výhodou je, že majitel žije a veškerou techniku má uskladněnou v obci Žabčice, méně než 1 km od budoucí plantáže. Touto skutečností se výrazně snižují náklady na přejezdy techniky a následné výdaje za pohonné hmoty. Následně byl pozemek upraven smykovými bránami, taktéž v soustavě za traktorem Zetorem 7745. Díky velmi malé dojezdové vzdálenosti zabírají jednotlivé úkony poměrně krátký časový úsek, v tomto případě asi 0,5 hod. Pozemek byl ponechán v tzv. černém úhoru.

Časně z jara roku 2012, když to podmínky prostředí a počasí dovolily, byla provedena výměra. Tento úkon provedl geodet s použitím přesného geodetického vybavení a zaznačení. Za tento úkon bylo zaplaceno 1 500 Kč. Po určení přesných hranic pozemku následovala realizace oplocení. Pro realizaci oplocení se majitel rozhodl kvůli minimalizaci škod na porostu, ať už okusem zvěří, či jiným zásahem např. lidským. Za pomoci synů bylo provedeno vytyčení jednotlivých sloupků na pletivo.

Následně bylo zapotřebí vyvrtat jámy pro upevnění kůlů. K tomuto účelu posloužil vypůjčený vrták za traktor, za jehož půjčení bylo zaplaceno 500 Kč. Po vyvrtání děr byly na pozemek dovezeny kůly a pletivo za pomoci soustavy traktor a návěs. Jako kůly byly využity kmeny trnovníku akát, pokácené při probírkách nedalekého lesa. Cena těchto kůlů byla 3 000 Kč. Společně s kůly bylo na pozemek dopraveno pletivo, jehož cena byla 6 000 Kč. Cenu za dopravu vlastník určil na 500 Kč. Společně se svými dvěma syny do připravených děr vložili kůly, které řádně upevnili v zemi. Následně bylo nataženo pletivo, které bylo vždy přibito hřebíky k jednotlivým kůlům. Tento úkon byl poměrně pracný, jelikož pletivo muselo být vždy pořádně

napnuté a jeho váha byla k manipulaci poměrně velká. Celkové oplocení pozemku trvalo kolem 17 hodin.

Na konci února 2012 byla provedena předsadební příprava pozemku. Pomocí soustavy traktor a mulčovač byla prokypřena vrchní část půdy a tím bylo zamezeno vzcházení plevelů. Tato nenáročná, ale poměrně důležitá činnost zabrala asi hodinu.

Následovalo obstarání sadebního materiálu v podobě řízků topolů. Majitel se rozhodl sadební materiál nakoupit v podobě prýtů, což snížilo finanční náklad, ale zvýšilo pracnost. Zakoupené prýty o průměru 0,8 – 2 cm měly přibližnou délku 2 metry. Ty byly rozřezány na řízky dlouhé přibližně 20 cm. K tomu byla využita okružní pila s velmi jemným zubem, aby nedocházelo ke štěpení konců řízků. Prýty byly řezány jednotlivě, aby se předešlo poškození a aby bylo docíleno správného řezu za pupeny. Vzniklé řízky byly označeny barevným sprejem, a to z důvodu, aby se předešlo obrácení řízku při sadbě. Následně byl vzniklý materiál na dva dny namočen v kádi do vody a umístěn do sklepa na chladné tmavé místo. Tento proces by měl umožnit lepší zakořenění řízků v půdě. Norma obsluhy byla při tomto úkonu dva lidé, časová náročnost necelé 2 hodiny. Finanční náklad byl 1 000 Kč včetně dopravy.

Dne 19. března 2012 byla zahájena výsadba plantáže. Jelikož chtěl majitel používat na své plantáži mechanizaci v podobě velkého traktoru, zvolil si k tomu úměrný spon dřevin. Meziřádky jsou široké 3 m a spon mezi jednotlivými jedinci je 1 m. Vzhledem k tomu, že se nejedná o intenzivní pěstování dřeviny na velké plantáži produkující štěpku pro spalování ve velkém průmyslovém kotli, bylo zde na ploše XXX ha vysázeno 400 ks topolů v osmi řadách. Před samotnou sadbou se nejdříve místo rozměřilo, za pomoci provázek vždy byla natažena délka jednoho řádku. Sazení prováděly dvě osoby, z nichž první měřila spon mezi rostlinami, tedy 1 m odměřovací tyčí a pomocí tzv. sadbového trnu připravovala díry v půdě. Druhá osoba potom vkládala jednotlivé řízky správným koncem do země a utužovala kolem nich půdu. Časová náročnost sazení byla 4 hodiny.

Velmi důležitým úkolem bylo zamezit růstu plevelů, aby mohly čerstvě zasazené řízky vzcházet. Prováděno bylo proto mechanizované ošetření meziřádků soustavou traktor a mulčovač. Toto je velmi zodpovědná činnost, jelikož řidič traktoru musí být absolutně přesný, aby nedošlo k poškození produkčního porostu. Po likvidaci plevelů

v meziřadí následuje ruční odplevelení kolem vlastních řízků. Větší plevele se mohou vytrhávat ručně i s kořeny. Vše ostatní se musí okopávat ručně, jako to bylo v našem případě. Celkový čas zaznamenaný majitelem byl asi 20 hodin postupné práce.

V letních měsících byla plantáž zavlažována. Majitel se synem k tomu využívali VW Transporter s malou korbou, na které měli umístěnou nádrž s vodou. Postupně projížděli mezi řádky a zavlažovali hadicí jednotlivé rostlinky topolů. Tato akce byla několikrát opakována.

Na konci léta majitel zjistil výskyt požeravého hmyzu. Z tohoto důvodu byl proveden postřik insekticidním přípravkem Decis Mega. Tento přípravek slouží k hubení žravého hmyzu (pilatek, píďalek a obalečů), především jejich larev. Postřik byl nanášen na malé rostlinky ručním postřikovačem. Byl proveden pouze jeden zásah, který trval asi hodinu a pul. Náklady na insekticidní přípravek činily 235 Kč.

Následovalo opětovné odplevelení. V meziřadí byl tento úkon proveden soupravou traktor a mulčovač. Kolem jednotlivých rostlin topolů byla provedena zběžná likvidace velkých plevelů. Tento zásah trval asi hodinu. Vytrhané rostliny plevelů slouží jako mulč, nechávají se tedy ležet na půdě, což zamezuje vzrůstu dalších plevelů, zamezuje přílišnému vysychání půdy a po rozkladu dodává do půdy dobře vstřebatelné živiny.

Posledním větším zásahem v roce 2012 bylo připravení další části pozemku na jarní výsadbu. Předseťová příprava byla provedena za pomoci soupravy traktor a tříradličný pluh. Po provedené orbě byla půda srovnána bránami. Tyto akce nebyly prováděny v týž den, časová náročnost byla odhadnuta na 2 hodiny.

Na jaře roku 2013 provedli synové majitele výsadbu 200 ks řízků topolu. Sadební materiál byl získán stejně jako v loňském roce, náklady včetně dopravy byly 500 Kč. Řízky byly označeny barevným sprejem a naloženy do vody. Před samotnou sadbou byly zběžně vytyčeny řádky, následně byly výsadbovým trnem vytvořeny díry odměřené 1 m dlouhou tyčí a druhou osobou byly řízky topolů zapíchnuty do děr správnou stranou. Časová náročnost celého tohoto procesu byla odhadnuta na 3 hodiny.

Počasí bývá nevyzpytatelné, což se potvrdilo i v tomto roce. Asi necelý měsíc po výsadbě přišel v noci mrazík a mladý porost přemrzl. Tato skutečnost se na porostu velmi projevila. Zpomalil se růst rostlin, v některých případech musel vyrazit nový prut.

Menší problém nastal také se zaplevelením pozemku. Ten byl ale v nejbližším možném termínu vyřešen použitím soupravy traktor a mulčovač, který bylo potřebné lehce repasovat. V následujícím čase bylo prováděno ruční odplevelení. Nejdříve byly vytrhány větší plevele, které mohly uškodit rostlinkám topolů. Postupně byly prostory mezi topoly okopávány motykou. Tato činnost se neprováděla příliš organizovaně, ale spíše dle časových možností členů rodiny, jakož tomu bylo i po celý zbytek roku.

Mechanizace využil majitel v roce 2013 asi v polovině léta, kdy provedl opětovný zásah soustavou traktor s mulčovačem.

Neustále je také prováděna kontrola porostu, aby se předešlo rozšíření choroby, či škůdců. Včasný zásah totiž znamená nejen ušetření finančních nákladů a práce, ale i šetrnost k porostu a celému ekosystému.

V roce 2014 majitel na plantáži provedl jedno mechanické odplevelení soustavou traktor s mulčovačem. Časová norma u tohoto úkonu je asi 1,5 hodiny. Stejným systémem, jako v předešlých letech bylo prováděno manuální odplevelování, teď už jen větších plevelů.

V průběhu času rodina dosazovala na částech pozemku další dřeviny, jako např. různé druhy vrb a topolů. Tyto dřeviny nejsou součástí této práce, jelikož majitel neuvažuje intenzivní využívání dendromasy vrb jako palivo.

V tomto a dalších letech je porost vzrostlý, tudíž už mu plevel nekonkuruje. Neprovádí se tak už další zásahy do půdy. Poměrně přínosná je skutečnost, že opadané listí zůstává na pozemku a tvoří tzv. mulč. Prospěšné je to také, protože se listí rozkládá a přispívá tak společně s nevysychající půdou pod nimi ke zlepšování její úrodnosti.

Dalším krokem bude sklizeň v tzv. prvním obmýtí. Vzhledem k faktu, že dřevina ještě nedosáhla ideálních rozměrů, sklizeň se bude provádět nejspíše v roce 2019. V roce 2017 – 2018 chce majitel provést probírku, tzn. vytěžení některých jedinců, kteří brání správnému vzrůstu okolním topolům.

Zjištění orientačního výnosu plantáže je důležité zejména pro určení sklizně ve správném roku. Musíme uvažovat s faktem, že první obmýtí bývá nejdelší, jelikož dřevina musela v prvním roce tvořit kořenový systém.

4.4 Předpokládaná sklizeň

Jak je napsáno výše, plantáž ještě nedosáhla prvního obmýtí. Dle konzultace s pěstitelem, bude v této kapitole pojednáno o způsobu budoucí sklizně. Představa začátku sklizně majitele je u porostu dosahujícího kolem 20 cm v průměru a 15 m výšky.

Rodina dokáže zajistit průběh celé sklizně v rámci svých sil a vlastní mechanizace. Základní je požadavek dopravy, což je zajištěno traktorem Zetor 7745 a dvounápravovým přívěsem. Dopravní vzdálenost na místo uskladnění dřeva je více než ideální. Znamená to poměrně velkou úsporu nákladů za transport. Sklizená dendromasa bude muset nejdříve proschnout. K těmto účelům je vybráno místo na zahradě rodinného domu majitele. Část dřeva bude kryta přístřeškem, tudíž je zde předpoklad lepšího prosychání a část bude naskládána vedle. Ke zvážení je potom výstavba nového většího dřevníku, či použití plachet na zakrytí paliva přes zimní měsíce a za nepříznivého počasí.

Samotná sklizeň bude prováděna motorovou pilou. Její obsluhu bude zajišťovat pěstitel. Kácet se bude postupně směrem od příjezdové cesty. Pro lepší manipulaci a nakládku sklizeného materiálu je možné poměrně lehce odstranit oplocení. Řez stromu by měl být proveden v ideální výšce do 10 cm od paty stromu, měl by být hladký a proveden najednou, aby nedocházelo ke zbytečnému poškození pařezu. Topoly budou káceny v jednom směru, ořezány od korun a větví. Větve a koruny stromů se budou sdružovat na jednom daném místě a jejich zpracování se bude řešit až po sklizni a transportu kmenů topolů. Kmeny se na místě plantáže nakrátí na přibližně 1,5metrové kusy, které budou nakládány na přívěs a následně transportovány na zahradu majitele. Zde budou postupně zpracovány na menší, asi 30 – 40 cm dlouhé špalky, které se dle svých průměrů budou dále zpracovávat štípáním. Toto konečné zpracování bude prováděno postupně, dle časových možností. Prováděna bude taktéž likvidace korun a

větví stromů ponechaných na pozemku. Průměrově větší větve budou nařezány taktéž na 30 – 40 cm dlouhé kusy, zbytek bude postupně posekán a využíván např. pro podpal.

Nákladovou stránku sklizně můžeme zatím pouze odhadovat dle představ majitele o jejím provedení – uvedeny v tabulce 5. Největší položky nákladů budou činit pohonné hmoty, jako je nafta do traktoru a benzín s olejem do motorových pil. Jsou uváděny přímé náklady nebo normativem stanovený odhad nákladů v konečných cenách pro pěstitele. Protože sledované úkony nejsou podnikatelským záměrem, jsou uváděny ceny s DPH a DPH není dále analyzována. Stejně tak, protože se jedná o svépomocnou činnost pěstitele, není oceňována lidská práce a záměrně není uvažováno s režijními náklady.

Tab. 5: Zásahy v průběhu životnosti plantáže RRD (normativní údaje dle Kavka M. a kol., 2000)

Rok	Operace	Technologická linka (souprava)	Spotřeba MN [l/úkon]	Spotřeba BA [l/úkon]	Spotřeba času [h/úkon]	Norma obsluhy	Náklady [Kč. ha⁻¹]
2011	Orba	Traktor + pluh	9	-	1	1	270,-
2011	Příprava pozemku	Traktor + smykové brány	3	-	0,5	1	90,-
2012	Vyměření	Ručně	-	-	3	2	1 500,-
2012	Oplocení + nákup materiálu	Ručně + Traktor + vrták	7	-	17	2	10 210,-
2012	Předsadební příprava	Traktor + mučovač	5	-	1	1	150,-
2012	Koupě prýtů		-	-			1 000,-
2012	Příprava řízků	Okružní pila	-	-	2	2	-

2012	Výsadba	Ručně	-	-	4	2	-
2012	Mechanické ošetření meziřadí proti plevelům	Traktor + mulčovač	5	-	1	1	150,-
2012	Likvidace plevelů	Ručně	-	-	20	1	-
2012	Zálivka	Dodávka + nádrž	5	-	3	2	150,-
2012	Ošetření rostlin - postřik	Ručně	-	-	1,5	1	235,-
2012	Mechanické ošetření meziřadí proti plevelům	Traktor + mulčovač	5	-	1	1	150,-
2012	Předseťová příprava půdy	Traktor + pluh + brány	8	-	2	1	240,-
2013	Koupě řízků + výsadba	Ručně			3	2	500,-
2013	Mechanické ošetření meziřadí	Traktor + mulčovač	7	-	1,5	1	210,-
2013	Likvidace plevelu	Ručně	-	-	10	1	-

2013	Mechanické ošetření meziřadí proti plevelům	Traktor + mulčovač	7	-	1,5	1	210,-
2014	Mechanické ošetření meziřadí proti plevelům	Traktor + mulčovač	7	-	1,5	1	210,-
2014	Likvidace plevelů	ručně	-	-	4	1	-
2015-2016	Bez výrazných zásahů						
2017 - 2018	Probírka	Motorová pila + dodávka	3	3 (+olej)	4	1	200,-
2019	Sklizeň	Kácení - motorová pila	-	13(+olej)	15	2	550,-
2019	Přeprava materiálu	Traktor + přívěs	10	-	5	2	300,-
Souhrn			81	23	102,5		16 325,-

4.5 Charakteristika růstu dřevin

Po zasazení se porost poměrně dobře uchytil. Nevzešlo přibližně 14 ks topolů. V celkové výsadbě tato hodnota činí 2,33 % jedinců. V prvním roce byl proveden postřik insekticidním přípravkem kvůli výskytu žravého hmyzu. Ten byl proveden ihned po zjištění napadení rostlin a byla jím zamezena degradace porostu. V tomto roce se pruty vytáhly do výšky 2 - 3 m. Úhrn srážek v tomto roce činil 543 mm, což vyhodnotil majitel jako nedostatečné a tak přistoupil v letních měsících k závlaze. Na jaře roku 2013 bohužel zasáhly porost mrazíky, tudíž část porostu lehce pomrzla a tím se zpomalil růst dřeviny. V tomto roce se starší část porostu začala větvit a vytvářet koruny topolů. Následný růst plantáže probíhal bez větších problémů. Vzhledem

k tomu, že porost byl již poměrně dobře vzrostlý, nebyl tak náchylný na výskyt požeravého hmyzu, tudíž nebylo zapotřebí provádět další ošetření porostu. V tabulce 6 je zobrazena inventarizace porostu, kde můžeme vidět počty nevzešlých a odumřelých jedinců.

Tab. 6: Inventarizace porostu

Klon	Vysazené	Nevzešlé	Uschlé	Zlomené	Počet vitálních jedinců	Podíl vitálních jedinců [%]
J 105 a J 104	600	14	5	0	581	96,83 %

Každý rok na jaře dojde v určité části pozemku k jeho zaplavení. Vzhledem k poměrně vysoké hladině spodní vody, je tato část zaplavená i několik desítek dnů.

V tabulce 7 jsou zapsány hodnoty srážek a průměrných teplot pro předcházející roky. Můžeme z ní odvodit, že průměrné teploty se zvlášť neliší. I srážkový úhrn je poměrně vyrovnaný, až na rok 2015, který byl výrazně suchý. To ovšem nezpůsobilo porostu výraznější problémy, jelikož v tomto roce už byl poměrně rozvinutý. Data byla zpracována z dlouhodobých přehledů Českého hydrometeorologického úřadu, který zaznamenává srážkové úhrny i teploty na území ČR od roku 1961.

Tab. 7: Vývoj dešťových srážek a průměrných teplot (dle dat ČHMÚ)

Rok	Roční úhrn srážek v Jihomoravském kraji [mm]	Průměrné roční teploty v Jihomoravském kraji [°C]
2012	543	9.5
2013	601	9.3
2014	622	10.5
2015	430	10.5
2016	533	9,8

4.6 Odhad budoucího výnosu plantáže

Jelikož dřeviny zatím nedosáhly optimálních rozměrů pro sklizeň, budeme využívat tzv. nedestruktivních metod odhadu výnosu. I pro majitele plantáže je tato varianta příznivější, vzhledem k počtu jedinců.

Vlastní metoda odhadu výnosu

Pro určení výnosu dřevní hmoty bylo nutné najít vhodný matematický model. Jednotlivé matematické modely porovnávají závislosti jedné veličiny (výnosu v sušině) na ostatních veličinách (rozměry dřevin). Pro závislost mezi dvěma veličinami, a to průměrem dřeviny v mm (ve výšce 1,3 m nad zemí) a mezi jejím výnosem (v sušině), se užívá tzv. mocninná regresní rovnice. Tato mocninná rovnice byla vytvořena po vzoru rovnice Kestemonta (1971), jež uvádí ve své práci Fajman (2013). Podoba této rovnice je následující:

$$y = a \cdot x^b \quad (1)$$

y – výnos dřevní hmoty jedince v sušině [kg]

x – průměr kmene dřeviny měřený ve výšce 1,3 m od paty dřeviny [mm]

a, b – regresní koeficienty

Dále pro výpočet musíme zjistit regresní koeficienty a, b . Prostřednictvím analýzy dat v programu STATISTICA 10 a pomocí logaritmizace rovnice do podoby

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln x \quad (2)$$

Protože v případě sledovaného porostu nedošlo ani k výběrové sklizni, není možno koeficienty regresní rovnice stanovit přímo pro výběr ze sledovaného porostu. Proto i s vědomím potenciálně nižší vypovídací hodnoty stanoveného odhadu byly použity koeficienty regresní rovnice dle Fajmana (2013) pro skupinu kříženců topolu černého a balzámových topolů, což zahrnuje oba sledované klony na tomto pozemku. Koeficienty regresní rovnice pro odhad výnosu prvního obmýetí pochází sice z odlišné lokality, avšak

jsou ověřeny jako dostatečně robustní model na desítkách jedinců zahrnující skupiny klonů J-105, J-104 a P-494. Dále v práci jsou tedy využity koeficienty:

- Koeficient $a = 0,00037$
- Koeficient $b = 2,34647$

Oba koeficienty jsou vztaženy k průměru dřeviny v prsní výšce v mm.

4.6.1 Praktické měření

Pro výpočet výše zmiňované rovnice je nutné znát tzv. gbh (girth at breast height), což je obvod kmene v prsní výšce v cm. Měření bylo prováděno v březnu roku 2017 za pomoci odměrné tyče dlouhé 1,3 m a látkového pásma. Dřevina je vysázená v 8 řadách. První 4 řady jsou klony 104, zbylé 4 řady jsou zástupci klonů 105. V každé řadě je přibližně 75 jedinců. Jako výběrový vzorek bylo změřeno vždy 20 jedinců v každé sudé řadě. V tabulce 17 v přílohách můžeme vidět jednotlivé obvody dřevin, pro vlastní výpočet odhadu výnosu byly pak odečtené obvody kmenů převedeny na průměr v prsní výšce (diameter at breast height) v mm. Na obrázku 18 v příloze je zobrazeno probíhající měření.

4.7 Analýza homogenity porostu

Vzhledem ke skutečnosti, že na pozemku rostou dva druhy klonů, by bylo dobré zjistit, zda jsou mezi nimi rozdíly v růstu. Ty mohou být zapříčiněny jak druhem dřeviny, tak i vlastnostmi prostředí, především půdními vlastnostmi, jelikož klimatické působí na porost jako na celek.

Testování homogenity porostu bylo provedeno za pomoci programu STATISTICA 10. Data byla testována na základní popisné statistiky, jako jsou: Průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient a interval spolehlivosti.

Tento test byl nejdříve proveden pro každou sledovanou řadu, jehož výsledky můžeme vidět v tabulce 8.

Tab. 8: Základní popisné statistiky pro jednotlivé řady topolů – obvod kmene v prsní výšce v cm

Obvod kmene v prsní výšce v cm		2. řada	4. řada	6.řada	8. řada
		Klon 104	Klon 104	Klon 105	Klon 105
Průměr		25,655	28,565	26,815	26,245
Směrodatná odchylka		5,006151	4,719085	6,568287	4,796432
Variační Koeficient		19,5%	16,5%	24,5%	18,3%
Interval spolehlivosti	-95,00%	23,31205	26,3564	23,74095	24,00020
	95,00%	27,99795	30,7736	29,88905	28,48980

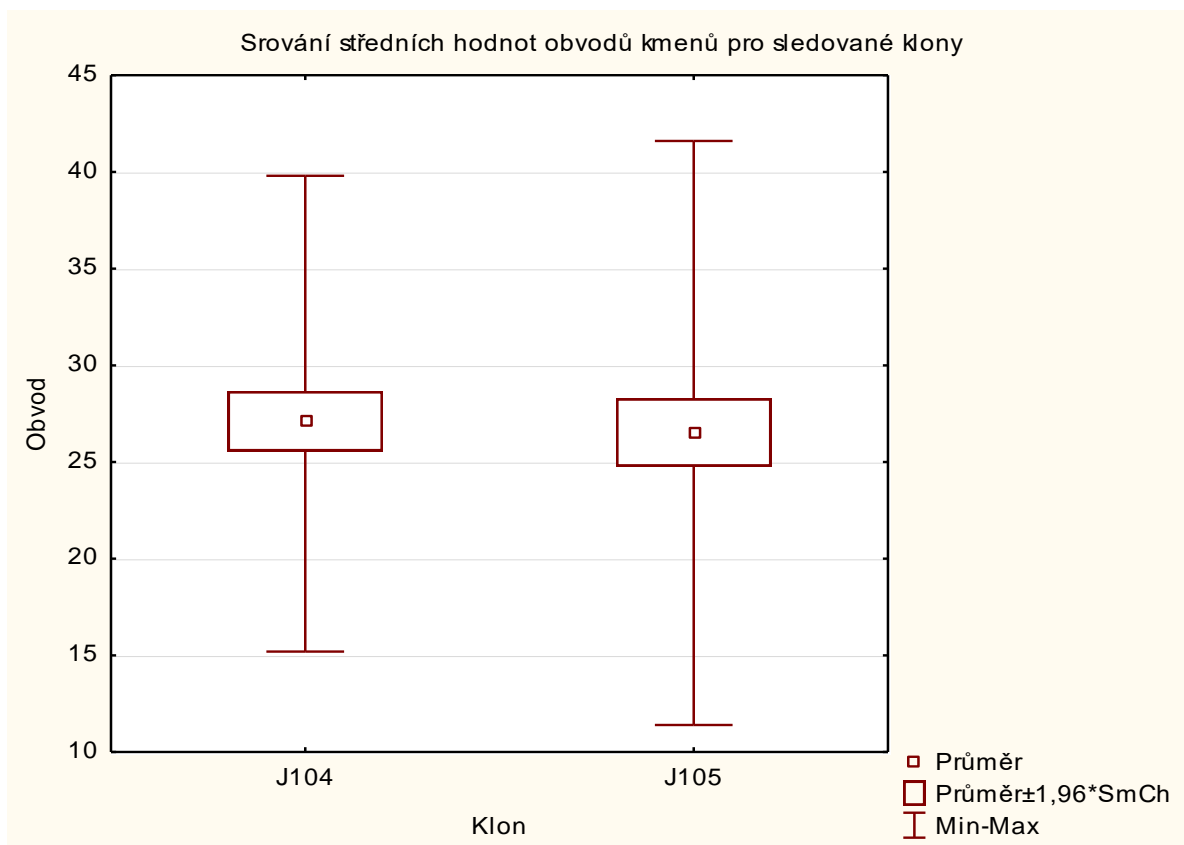
- Průměr je veličina označující průměrný obvod dřeviny v jednotlivých řadách.
- Směrodatná odchylka udává, jak moc se od sebe liší průměrné obvody dřevin po řadách. Čím je číslo nižší, tím víc je porost uvnitř skupiny homogenní, tedy tím víc jsou si obvody dřevin podobné.
- Variační koeficient charakterizuje variabilitu porostu. Je definován jako podíl směrodatné odchylky a průměru.
- Interval spolehlivosti určuje, že 95 % jedinců se nachází v rozmezí obvodů daného tabulkou.

Stejná analýza dat byla provedena i mezi dvěma klony. Určuje tedy rozdíly v obvodech dřevin různých klonů. V následující tabulce 9 jsou zobrazena data analýz.

Tab. 9: Základní popisné statistiky pro jednotlivé klony topolů – obvod kmenů v prsní výšce v cm

Obvod kmenů v prsní výšce v cm		Klon 104	Klon 105
Průměr		27,11	26,53
Směrodatná odchylka		5,022963	5,68413
Variační Koeficient		18,5%	21,4%
Interval spolehlivosti	-95,00%	25,50358	24,71213
	95,00%	28,71642	28,34787

Z tabulky 9 můžeme usoudit, že porost topolů uvnitř skupin klonů je poměrně homogenní. Poukazuje na to hlavně poměrně nízká hodnota směrodatné odchylky. Pro další analýzu je však zásadní zjistit, zda mezi jednotlivými klony není statisticky významný rozdíl v obvodu kmenů. V grafickém zobrazení (obr. 5) je tato skutečnost dobře vidět na obrázku krabicového grafu. V rozsahu „krabice“ jsou vyneseny intervaly spolehlivosti středních hodnot obvodů pro oba klony. Intervaly spolehlivosti se významně překrývají, bez dalších ověřovacích výpočtů statistickými metodami (např. t-test) lze jednoznačně deklarovat, že mezi obvody (tedy ani průměry) v prsní výšce výběrových vzorků sledovaných klonů není statisticky významný rozdíl. Minimální a maximální hodnoty mají poměrně velký rozptyl, jelikož naměřená data zahrnují i výrazně menší, či větší obvody dřevin, než je vypočtený průměr. Ale i z celkového rozsahu naměřených obvodů i jejich variability je zřejmé, že oba klony lze dále posuzovat společně, jako jeden výběrový vzorek a není nutno rozlišovat odhad výnosu pro jednotlivé klony.



Obr. 3: Krabicový graf jednotlivých klonů

Charakteristiky výběrového vzorku bez rozlišení klonů uvádí tab. 10.

Tab. 10: Základní statistiky pro celý porost

		Klon 104 i Klon 105
Průměr		26,82
Směrodatná odchylka		5,337671
Variační Koefficient		19,9%
Interval spolehlivosti	-95,00%	25,63216
	95,00%	28,00784

Průměrný jedinec na plantáži má ve výšce 1,3 m obvod kmene 26,82 cm, jak můžeme vidět v tabulce 10.

Tento údaj bude dále přepočten na průměr kmene a dosazen do mocninné regresní rovnice:

$$y = a \times x^b \qquad x = (26,82/\pi) \times 10$$

$$y = 0,00037 \times 85,37071^{2,34647} \qquad x = 85,37071$$

$$y = 12,5881 \text{ kg sušiny jedince}$$

Výsledek rovnice je 12,5881 kg sušiny sklizené z jednoho jedince. Toto číslo musíme dále vynásobit počtem vitálních jedinců.

$$y_1 = y \times 581 \qquad y_1 - \text{v\u00fdnos su\u0161iny za cel\u00fd sklizen\u00fd porost}$$

$$y_1 = 7\,313,685 \text{ kg su\u0161iny za porost}$$

V\u00fdsledkem je tedy 7 313,685 kg su\u0161iny. Tento v\u00fdsledek zna\u0107\u00ed p\u0159edpokl\u00e1dan\u00fd v\u00fdnos plant\u00e1\u017ee v p\u00e1t\u00e9m roce prv\u00edho obm\u00fdt\u00ed. V p\u0159\u00edpad\u011b p\u0159epo\u010du na dal\u0161\u00ed roky, nap\u0159. p\u0159i pl\u00e1novan\u00e9 sklizni v roce 2019, je nutno br\u00e1t tento model pouze jako orienta\u0107n\u00ed, jeliko\u017e nev\u00edme, jak podm\u00ednky p\u0159o\u0161t\u0159ed\u00ed ovlivn\u00ed r\u00fcs t\u0159evin v n\u00e1sleduj\u00edc\u00edch dvou letech po m\u011b\u0159en\u00ed. Odhad je proveden jako line\u00e1rn\u00ed n\u00e1r\u00fcs sledovan\u00e9ho p\u0159\u00edm\u011bru v prsn\u00ed v\u00fd\u0161ce. Samoz\u0159ejm\u011b by bylo mo\u017en\u00e9 prov\u00e9st p\u0159esn\u011bj\u0161\u00ed anal\u00fdzu sledov\u00e1n\u00edm meziro\u010dn\u00edch zm\u011bn ve sledovan\u00fdch p\u0159\u00edm\u011brech. Z liter\u00e1rn\u00edch zdroj\u016f je zn\u00e1mo, \u017ee tato problematika je relativn\u011b slo\u017eit\u00e1 a pro m\u00edru odhadu budouc\u00edho v\u00fdnosu v r\u00e1mci textu t\u00e9to p\u0159\u00e1ce bude tento zjednodu\u0161en\u00fd model dostate\u010dn\u00fd.

Orienta\u0107n\u00ed v\u00fdnos p\u0159i sklizni v roce 2019:

$$y_2 = (y_1/5) \times 7$$

$$y_2 = 10\,239,159 \text{ kg su\u0161iny za 7 let obm\u00fdt\u00ed}$$

4.8 Ekonomické vyhodnocení v prvním obmýtí

V této kapitole bude provedeno závěrečné ekonomické vyhodnocení pěstování rychle rostoucích dřevin na popisované plantáži. K dobrému ekonomickému výsledku může pěstitel dostat dvěma způsoby. V případě plodin pěstovaných, jako zdroj biomasy je první varianta maximalizovat výnos. Toho se dá dosáhnout několika způsoby, které se samozřejmě vzájemně ovlivňují. Jedná se o tzv. intenzivní pěstování, což zahrnuje např. menší produkční spon dřevin, než zvolil majitel na sledované plantáži, což by znamenalo výsadbu více jedinců, nebo dodávání živin do půdy hnojením, ať už organickým, či minerálním. Jelikož pěstitel na plantáži zvolil poměrně široký spon dřevin, je tedy počet jedinců na plochu plantáže menší než v intenzivní variantě pěstování, musí se ubírat druhým způsobem maximalizace zisku, a to je minimalizace nákladů na chod plantáže. Touto variantou se majitel mohl ubrat, jelikož vlastní všechnu potřebnou mechanizaci, i pozemek, na kterém se plantáž nachází. Náklady neměl spojeny ani s najímáním pomocné síly, jelikož činnosti spojené s plantáží vykonával za pomoci rodiny. Z této skutečnosti vyvstává možnost připočíst do celkových explicitních nákladů i náklady implicitní, nebo-li náklady obětované příležitosti. Ty nebyly dosud zahrnuty do celkových nákladů zobrazených v tabulce 3, budou tedy zmíněny níže, ale nebudou započteny do celkového výsledku, jelikož majitel bere práci na plantáži spíše jako odreagování a nenárokuje si za čas strávený péčí o dřeviny jakýkoliv výdělek v podobě implicitních nákladů.

Předpokládané náklady na provoz plantáže v prvním obmýtí jsou 16 325 Kč. Tyto náklady činí především oplocení pozemku a následně spotřeba pohonných hmot mechanizací. Náklady na pohonné hmoty byly vypočteny ze spotřeby paliv na jednotlivé operace, která byla určena po konzultaci s majitelem. Cena pohonných hmot byla stanovena na 30 Kč za 1 litr motorové nafty a 32 Kč za 1 litr benzínu. Podrobně jsou náklady rozepsány v tabulce 5.

- Předpokládané náklady na první obmýtí bez implicitních nákladů a bez nákladů opotřebení strojů – 16 325 Kč
- Předpokládané náklady na první obmýtí s implicitními náklady a s náklady opotřebení strojů – 29 525 Kč

Z čehož 8 200 Kč tvoří náklady ušlé příležitosti a 5 000 náklady spojené s opotřebením techniky. Tyto částky byly stanoveny po konzultaci s majitelem.

Pro výpočet ceny vypěstovaného palivového dříví je nutno znát objemovou hmotnost dřeva topolu. Tuto hmotnost uvádí kolektiv autorů za vedení Josefa Němce v publikaci Technická příručka lesnická. Přepočtení hmotnosti na metry krychlové je v této publikaci uveden pro topol černý. Díky tomu je tento přepočtení pouze orientační. Pro dřevní hmotu topolu na vzduchu vyschlou je to 450 kg/m³. Pomocí této hodnoty můžeme přepočítat výnos dřevní hmoty z plantáže na jednotku metrů krychlových, což je jednotka, ve které bývá udávána cena palivového dříví. Pomocí jednoduchého výpočtu lze získat hodnotu výnosu plantáže v m³:

- Při 5 letém obmýtí

$$7\,313,685 / 450 = 16,25 \text{ m}^3$$

- Při 7 letém obmýtí

$$10\,239,159 / 450 = 22,75 \text{ m}^3$$

Následně je nutné přepočítat krychlové metry, neboli tzv. plnometry na jednotky, ve kterých se dřevní hmota prodává, abychom mohli zjistit cenu výnosu plantáže. Dle tabulky z Technické lesnické příručky je jeden plnometr (plm) 1,5 prmr, což je prostorový metr skládaný z neštípaných polen. Potom tedy musíme výnos v m³ pomocí jednoduchého výpočtu převést na „prmr“ (Němec a kol., 1959).

- Při 5 letém obmýtí:

$$16,25 \text{ m}^3 \times 1,5 = 24,375 \text{ prmr}$$

- Při 7 letém obmýtí:

$$22,75 \text{ m}^3 \times 1,5 = 34,125 \text{ prmr}$$

Následně je nutné znát cenu 1 prmr topolového dřeva skládaných v 1 m dlouhých špalcích. Dle společnosti zabývající se prodejem palivového dřeva (dřevo Morava), se

sídlem v Holasicích, což je nejbližší společnost nabízející topolové palivové dřevo je cena 1 prm 975 Kč. Nyní můžeme provést konečný výpočet pro jednotlivé sklizně.

- Při 5 letém obmýtí:

$$24,375 \times 975 = 23\,766 \text{ Kč}$$

- Při 7 letém obmýtí:

$$34,125 \times 975 = 33\,272 \text{ Kč}$$

Tyto částky jsou vyjádřením výnosu z plantáže pouze za první obmýtí. Je pouze na majiteli plantáže, jak s dřevinou na své plantáži naloží. V případě dalších obmýtí by bylo dobré zmínit, že náklady budou sníženy o částky za sadbu, sadební materiál, oplocení. Naopak při posledním obmýtí za zhruba 20 let se nákladová částka zvýší o náklady za likvidaci plantáže. Ty ovšem nebudou nějak závratně vysoké, jelikož majitel je schopen zastřešit rekultivaci plochy vlastní mechanizací a vlastními silami.

4.9 Diskuze

Díky odhadu výnosu dřevní hmoty z plantáže můžeme konstatovat, že po přepočtu na dané jednotky se budou výnosy z plantáže lišit přibližně o 10 000 Kč při prodloužení obmýtí z 5 na 7 let. Tento údaj je velmi dobrou ukázkou, že je vhodné se před plánovanou sklizní seznámit s budoucím potenciálním výnosem z plantáže. V případě sklizně po 5 letech by se pěstitel mohl připravit až o 1/3 potenciálního zisku přepočteného na peněžní jednotky.

Ke stejnému závěru došel i Weger (2009) ve svém článku Výmladkové plantáže topolů a vrb na internetovém portálu www.biom.cz. Zde bylo pojednáno o výnosech klonu 104, tzv. japonského topolu. Byly zde srovnávány data o výnosech dřevní hmoty po obmýtí v prvním, třetím a šestém roce. Závěr byl totožný jako u této diplomové práce a to, že z ekonomického hlediska se vyplácí delší doba obmýtí než 5 let.

Uvážíme-li, že i při poměrně nízkém počtu jedinců na zkoumané plantáži je výnos dřevní hmoty relativně dobrý, můžeme tento výsledek přikládat poměrně dobrým podmínkám prostředí pro růst těchto dřevin. Na výnosu plantáže se podepisuje samozřejmě celá řada aspektů, a to nejen podmínky prostředí, ale i péče pěstitelů. Po

konzultacích s lidmi zasvěcenými do pěstování rychle rostoucích dřevin, můžeme říci, že péče pěstitele tvoří velkou část výsledku. Dle porovnání různých porostů, kterým nebyla dopřána dostatečná péče hlavně v začátcích růstu dřevin, se tento fakt jediné potvrzuje.

V této práci bylo dokázáno, že v podmínkách prostředí dané lokality není statisticky významný rozdíl mezi růstem klonu japonského topolu 104 a 105. Zároveň bylo dokázáno, že podmínky jižní Moravy pro plantáže rychle rostoucích dřevin jsou optimální, zejména v případě vyšší spodní vody, jako je tomu na zkoumaném pozemku. Dále je nutné zmínit, že při častých kontrolách porostu, můžeme předejít negativním vlivům, jako je napadení škůdci. Díky včasnému zásahu, nedospěl porost k výraznější újmě.

5 ZÁVĚR

Biomasa je pro budoucnost paliv v ČR stěžejním odvětvím. Je to obnovitelný zdroj, kterým se dají pohodlně nahrazovat fosilní paliva. Jedná se o dlouhodobě udržitelný a finančně dostupný zdroj energie, který je několikanásobně šetrnější k životnímu prostředí oproti energii získané z fosilních paliv.

V České republice se díky mírnému podnebí poměrně dobře daří rychle rostoucím dřevinám, jako je japonský topol. Záleží samozřejmě na celé řadě dalších aspektů, jako jsou půdní podmínky a péče pěstitele. Důležitá je volba správného stanoviště. Ta by měla probíhat s uvědoměním, že úrodné černozemě by měly zůstat zachovány pro pěstování polních plodin. K vytvoření plantáže RRD by se měla používat ideálně méně úrodná půda, nebo pozemky s vysokou spodní vodou, kde dochází k povrchovému zamokření.

Kromě své produkční funkce, plantáže poskytují celou řadu dalších pozitiv. Jedná se především o krajinnotvorné funkce, kdy plantáže slouží jako biotop pro celou řadu živočichů, zvyšují biodiverzitu v krajině, fungují jako větrolamy, efektivně zvyšují hygienické poměry ovzduší a zadržují také vodu v krajině.

Cílem této diplomové práce bylo zmapovat budoucí produkční parametry zkoumané plantáže klonů J-104 a J-105 japonského topolu. Snaha majitele plantáže o co možná nejnižší náklady byla splněna faktem, že si veškeré potřeby spojené s produkcí na plantáži dokázal zařídit svépomocí. Nebylo tedy potřeba pronajímat, či platit třetí osobě za agrotechnické služby. Jako pomocnou sílu využíval svoji rodinu, která mu byla plně nápomocna.

V závěrečné části této práce byl spočítán budoucí orientační výnos plantáže. Po vyhodnocení nákladů na pěstování klonů japonského topolu v oblasti Jižní Moravy je možné říci, že lze získat dostatečné výnosy i na lokalitě, která nepatří svými půdními vlastnostmi k vysoce úrodné.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALFORD D. V., 2003: *Biocontrol of oilseed rape pests*. Blackell Science Ltd., Oxford.
- BÄRTELS A., 1988: *Rozmnožování dřevin*. SZN, Praha.
- CASTRO G., FRAGNELLI G., 2006: *New technologies and alternative uses of poplar wood*. C.R.A. Boletín del Cideu
- CELJAK I., 2007: *Biomasa nemá význam pouze energetický*. Agro magazín, 11.
- CELJAK I., BOHÁČ J., KOHOUT P., 2007: *Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích topolů*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
- ČERNÝ M. a PAŘEZ J., 2005: *Zjišťování objemu a sortimentace stojících stromů s využitím modelu tvaru kmene*. Lesnická práce.
- ČÍŽKOVÁ L., ČÍŽEK V., 2006: *Pěstování rychle rostoucích dřevin v České Republice*. Mze a SLŠ ČR. Lesnická práce.
- CIRIA P. a KOL., 2009: *Decomposition and dynamics of poplar leaves on short rotation conditions*. Hamburg, Germany.
- DICKMAN I. D., 2001: *An overview of the genus populus*. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa.
- MIROSLAV MAREK, MICHAL VOLDŘICH, 2006: *Odpady z potravinářských výrob v životním prostředí*, Vysoká škola chemicko-technologická.
- FAJMAN M., 2013: *Produkční parametry výmladkových plantáží topolů a regulace kotlů na biomasu*. Habilitační práce. Mendelova univerzita v Brně.
- FISCHER M., TRNKA M., KUČERA J., FAJMAN M., ŽALUD Z., 2011: *Biomass productivity and water use relation in short rotation poplar coppice (*Populus nigra* x *p. maximowiczii*) in the conditions of Czech Moravian Highlands*. Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. sv. LIX, č. 6, ISSN 1211-8516.
- HEILMAN E.P., 1999: *Planted forests: poplars*. New Forest.

HODONSKÁ R., 2012: *Podnikatelský plán rychle rostoucí dřeviny*. Diplomová práce, Masarykova univerzita, Brno.

KAVKA M. a KOL., 2000: *Standardy pro zemědělství České republiky*. Technologické, technické a ekonomické normativní ukazatele. MZe ČR. Praha.

KOHOUT P., CELJAK I., BOHÁČ J., PAVELCOVÁ L., 2010: *Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby)*, odborná monografie. České Budějovice.

KUČERA Z., STUPAVSKÝ V., 2010: *Biomasa³ = energetická, ekologická, ekonomická*. Odborná publikace. Praha.

LEVÝ L., 2011: *Ekonomika rychle rostoucích dřevin*. Diplomová práce, Vysoká škola ekonomická v Praze. Praha

MALINOVÁ M., 2006: *Nejvýznamnější choroby a škůdci topolů*. Lesnická práce.

MOTTL J., 1989: *Topoly a jejich uplatnění v zeleni*. Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích. Průhonice.

MOTTL J., ÚŘADNÍČEK L., 2003: *Topoly a jejich listy*. Rentgenogramy listů topolů. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice.

NĚMEC J. A KOL., 1959: *Technická příručka lesnická*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha

NIKL M a KOL., 2009: *Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely*. Pracovní metodika. ÚHUL, Brandýs nad Labem.

SAGLENA J., 2012: *Komerční pěstování rychle rostoucích dřevin v ČR*. Odborný článek. www.biom.cz

SPINELLI R., NATI C., MAGAGNOTTI N., 2005: *Harvesting and transport of root biomass from fast growing plantation*. Silva Fennica.

STUPAVSKÝ V., 2008: *Recyklace odpadních vod a kalů na plantáži v Enköpingu*. Odborný článek. www.biom.cz

STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: *Dřevní štěpka - zelená, hnědá, bílá*. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z WWW:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila>>. ISSN: 1801-2655.
TRENČIANSKY M., LIESKOVSKÝ M., ORAVEC M., 2007: *Energetické zhodnotenie biomasy*. Národné lesnícké centrum. www.nlcsk.sk/files/958.pdf.

TRNKA M., FIALOVÁ J., KOUTECKÝ V., FAJMAN M., ŽALUD Z., HEJDUK S., 2008: *Biomass production and survival rates of selected poplar clones grown in a short-rotation on a former arable land*. *Plant, soil and environment*. č. 54, ISSN 1214-1178.

VLASTA P., WEGEL J., 2015: *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití. Biomasa – bioplyn – krmiva*. Profi Press. Praha

VINCENT G., 1980: *Šlechtitelské metody lesních dřevin*. Academia Praha.

Vyhláška č. 482/2005 Sb. *o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy*. 2005. www.mvcr.cz

WALTER V., 1997: *Rozmnožování okrasných stromů a keřů*. Brázda, Praha.

WEGER J., 2000: *Zakládání a pěstování produkčních porostů dřevní biomasy*. Průhonice.

WEGER J., HAVLIČKOVÁ K., 2002: *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin ve velmi krátkém obmětí*. Odborný článek. www.biom.cz

WEGER J., 2003: *Biomasa pro energetické účely – Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě*. Lesnická práce.

WEGER J., 2009 : *Topoly a vrby k energetickému užití*. *Biom.cz* [online]. 2009-08-10 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655

ŽALUD Z. a kol. 2008: *Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu -- metodiky stanovení indikátorů ekosystémových služeb*. 4. vyd. Brno: MZLU v Brně, s. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis. ISBN 978-80-7375-221-7.

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 11: Doporučené klony dle věstníku MZe č. 1/2004	17
Tab. 12: Přehled názvů klonů japonského topolu (Weger a kol., 2011)	18
Tab. 13: Charakteristika 0. klimatického regionu (http://bpej.vumop.cz/05800)	40
Tab. 14: Specifikace půdní jednotky (http://bpej.vumop.cz/05800)	40
Tab. 5: Zásahy v průběhu životnosti plantáže RRD (Kavka M. a kol., 2000)	47
Tab. 6: Inventarizace porostu	50
Tab. 7: Vývoj dešťových srážek a průměrných teplot	50
Tab. 8: Základní popisné statistiky pro jednotlivé řady topolů	53
Tab. 9: Základní popisné statistiky pro jednotlivé klony topolů	54
Tab. 10: Základní statistiky pro celý porost	55

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Hodnocení vhodnosti lokalit pro RRD (Kohout, Celjak, 2010)	22
Obr. 2: Zobrazení jednotlivých sponů užívaných na plantážích RRD (Kohout, Celjak, 2010)	26
Obr. 3: Krabicový graf jednotlivých klonů	55

9 PŘÍLOHY



Obr. 4: Řízky nachystané na sadbu se sprejem označeným koncem



Obr. 5: Vrcházející řízky topolů (duben 2012)



Obr. 6: Mladé rostlinky topolu (srpen 2012)



Obr. 7: Mladé rostlinky topolů (leden 2013)



Obr. 8: Mladé rostlinky topolů (duben 2013)



Obr. 9: Porost plantáže (zima 2016)



Obr. 10: Porost plantáže (duben 2017)



Obr. 11: Ukázka měření porostu



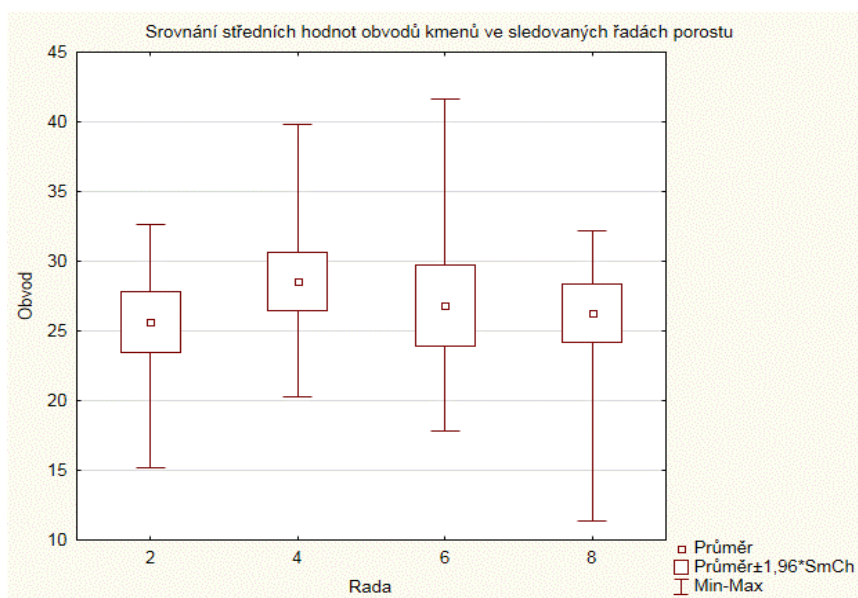
Obr. 12: Ukázka měření porostu (vlevo měření obvodu, vpravo měření průměru za pomoci lesnické průměrky)



Obr. 12: Ukázka jarního zaplavení pozemku



Obr. 13: Ukázka rozmanitosti půdní struktury (vzadu tmavší půdní druh, v popředí je dobře vidět světlá půda, jako pozůstatek navážení saturačních kalů z cukrovaru)



Obr. 14: Krabicový graf středních hodnot kmenů ve sledovaných řadách

Tab. 11: Naměřené obvody stromů

J104	J104	J105	J105
2. řada	4. řada	6. řada	8. řada
15,2	30,6	41	30,5
22,5	34,9	35,4	19,4
19,8	34,5	19,1	11,4
28,5	22,2	41,6	29,8
32,6	20,3	18,8	30,9
15,2	28,8	26,9	26,6
27,7	33,7	27,1	31,2
27,5	27,2	22,5	25,5
27,5	26,8	27,3	24,3
25,2	27,3	25,2	24,9
25	25,8	27,5	25,4
24,1	27,2	25,3	26,5
22,5	29,7	28,5	26,9
24,9	29,4	27,6	24,2
27	26,5	26,9	27,5
23,1	25,5	31	28,5
31,8	21,7	20,8	21,6
31,5	39,8	17,8	30,3
30,4	29,1	25,3	27,3
31,1	30,3	20,7	32,2