

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA LESNÍ TĚŽBY



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zhodnocení energetické využitelnosti japonského topolu (*Populus nigra* X *populus Maximowiczii*) na různých typech stanoviště v České republice

Evaluation off energy utilization off japanese poplar (*Populus nigra* X *populus Maximowiczii*) in different types off habitats in the Czech republic

Vedoucí: Ing. Václav Štícha, Ph.D.

Student: Václav Kříž

Praha 2015



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra lesní těžby

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Autor práce: Václav Kříž
Studijní program: Lesní inženýrství
Obor: Lesní inženýrství
- Vedoucí práce: Ing. Václav Štícha, Ph.D.
- Název práce: **Zhodnocení energetické využitelnosti japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na různých typech stanoviště v České republice**
- Název anglicky: **Evaluation of energy utilization of Japanese poplar (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) in different types of habitats in the Czech Republic**
- Cíle práce: Zhodnotit objemový a hmotnostní přírůst japonského topolu na vybraných typech stanoviště.
Popsat vliv stanoviště na růstové parametry japonského topolu.
- Metodika: Terénní práce - sběr dat: měření taxačních veličin u reprezentativních jedinců na vybraných lokalitách, odběr půdních vzorků. Analýza vzorků, podrobný popis metodiky. Vyhodnocení dat, zpracování výsledků. Diskuse, závěr.
- Doporučený rozsah práce: 40 - 50 stran
- Klíčová slova: biomasa, japonský topol, rychle rostoucí dřeviny, produkce
- Doporučené zdroje informací:
1. Sdružení pro biomasu [online].c2014, [cit. 2014-01-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz>>.
 2. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví [online]. c2014, [cit. 2014-02-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vukoz.cz>>.
 3. Web of knowledge [online]. c2014, [cit. 2014-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://apps.isiknowledge.com>>.
 4. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online].c2014, [cit. 2014-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz>>.
- Předběžný termín obhajoby: 2015/06 (červen)

Elektronicky schváleno: 7. 5. 2014
doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 3. 8. 2014
prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.
Děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím literárních pramenů uvedených v seznamu literatury a po odborných konzultacích s vedoucím diplomové práce.

V Praze

.....

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Štíchovi, Ph.D. za vedení, odborné konzultace, rady a připomínky při zpracování mé práce.

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením energetické využitelnosti japonského topolu na různých, typech stanovištích v České republice. Cílem bylo zhodnotit objemový a hmotnostní přírůst japonského topolu na vybraných typech stanoviště a popsat vliv stanoviště na růstové parametry japonského topolu.

Klíčová slova: biomasa, japonský topol, plantáže RRD, objemový přírůst

Abstrakt:

This thesis deals with the evaluation of energy utilization in various Japanese poplar, types of habitats in the Czech Republic. The aim was to assess the volume and weight increment Japanese poplar on selected types of habitats and describe the influence of habitat on growth parameters of Japanese poplar.

Key words: Biomass, Japanese poplar, plantation, volume increment

Obsah

1. Úvod.....	3
1.1 Cíl práce.....	3
2. Rešerše.....	4
2. 1. Historický vývoj	4
2. 2. Legislativa.....	5
2. 2. 1. Zákon o zemědělství č. 252/1997 Sb., v platném znění, v § 3i	6
2. 2. 2. Věstník Ministerstva zemědělství z roku 2010.....	6
2. 2. 3. Metodická instrukce Ministerstva životního prostředí k aplikaci § 5, odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny	6
2. 2. 4. Energetický zákon č. 211/2011.....	7
2. 3. Rychle rostoucí dřeviny	7
3. 3. 1. Významní zástupci rychle rostoucích dřevin v České republice	8
2. 3. 2. Kříženci topolů	8
2. 4. Japonský topol <i>P. nigra</i> L x <i>P. maximowiczii</i> Henry	9
2. 4. 1. Produkční potenciál japonského topolu.....	9
2. 4. 2. Jednoduchá péče o topoly	10
2. 4. 3. 1. Zastínění a jeho následky.....	11
2. 4. 4. Ujímavost japonského topolu dle přihnojení	12
2. 4. 3. 1. Ochrana proti plevelům	13
2. 4. 3. 2. Péče o japonský topol v zimě	13
2. 4. 4. Hospodářské využití	13
2. 4. 4. 1. Výběr vhodné lokality pro plantáž.....	13
2. 4. 4. 2. Založení plantáže	16
2. 4. 4. 3. Péče a výchova porostu.....	17
2. 4. 4. 4. Prodej a jiné využití porostu	17
2. 4. 4. 5. Rušení plantáže	18
2. 4. 4. 6. Časové schéma plantáže r.r.d. v podmínkách ČR.....	19
2. 4. 5. Ekonomické využití japonského topolu.....	21
2. 5. Současný stav u nás a ve střední Evropě	24
2. 5. 1. Dotace rychle rostoucích dřevin v České republice.....	26
2. 5. 1. 1. SAPS.....	26
2. 5. 1. Výroba elektrické energie z biomasy.....	29
2. 5. 2. Biomasa v dopravě.....	29
2. 5. 3. Přeshraniční obchod s biomasou.....	29

3. Metodika	30
3. 1. Charakteristika jednotlivých plantáží	30
4. 1. 1. Moraveč - BPEJ 7 2 0 0 1	30
3. 1. 1. 1. Klimatický region	30
3. 1. 1. 2. Hlavní půdní jednotka.....	30
3. 1. 1. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy	30
3. 1. 2. Strmilov - BPEJ 7 2 0 0 1	30
3. 1. 2. 1. Klimatický region	31
3. 1. 2. 2. Hlavní půdní jednotka.....	31
3. 1. 2. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy	31
3. 1. 3. Vráž u Písku - BPEJ 7 4 7 0 2.....	31
3. 1. 3. 1. Klimatický region	31
3. 1. 3. 2. Hlavní půdní jednotka.....	32
3. 1. 3. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy	32
3. 1. 4. Vráčkovice BPEJ – 7 4 6 0 2	32
3. 1. 4. 1. Klimatický region	32
3. 1. 4. 2. Hlavní půdní jednotka.....	33
3. 1. 4. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy	33
3. 2. Sběr a zpracování dat.....	33
4. Výsledky	35
4.2. Produkce v jednotlivých letech na výzkumných plochách	35
4.3. Hmotnost plantáže sušiny	36
4.4. Podíl hmotností větví a kmene.....	36
4.5. Podíl sušiny a vody v Kg	37
4. 6. Vzorce pro výpočet hmotnosti.....	39
5. Diskuze	43
6. Závěr	46
7. Seznam použité literatury	47
Knižní zdroje.....	47
Internetové zdroje:	49
Přílohy:.....	52
Pomůcky	52
Moraveč	54
Vráž u Písku.....	55
Přehled využívání biomasy dle mapy	55
Strmilov	57
Moraveč	58

1. Úvod

Již několik desetiletí se řeší problém ubývání přírodních zdrojů a stále se zvětšující spotřeba energie. Proto je zapotřebí tyto vyčerpatelné zdroje nahrazovat a to hlavně z důvodů ochrany přírody a udržitelného rozvoje společností. Proto je dnes nutné v rámci evropské unie dbát na podporu obnovitelných zdrojů energie.

Jednou z možností je pěstování rychle rostoucích dřevin na plantážích určených k těmto účelům. Výhodou pěstování těchto dřevin, oproti dřevinám pěstovaným v lese je hlavně jejich rychlost růstu a jejich vstřícný legislativní rámec. Pěstování stromů v lese má pevně dané podmínky, naproti tomu pěstování na plantážích se řídí jinými zákony. Plantáže rychle rostoucích dřevin totiž nejsou brány jako les ale jako zemědělská půda.

V naší zemi je v poslední době velká snaha o zastavení všech těžebních aktivit, jedná se zejména o těžbu fosilních paliv, a to za každou cenu, i když to bude znamenat zvyšování cen energií. Proto je důležité hledat energetickou náhradu fosilních paliv.

Tato diplomová práce se zabývá především určením rozdílu ohledně pěstování japonského topolu na některých stanovištích v české republice a jejich následné zhodnocení, jak energetické tak i ekonomické.

1.1 Cíl práce

Zhodnocení energetické využitelnosti japonského topolu (*Populus nigra* X *populus Maximowiczii*) na různých typech stanoviště v České republice. Popsat vliv stanoviště na růstové parametry japonského topolu a jeho následné zpracování na různé energetické produkty.

2. Rešerše

2. 1. Historický vývoj

Vrbové a topolové lesy se již od dávné minulosti přirozeně vyskytovaly u většiny větších toků evropských i světových řek. Díky zásahům člověka však z těchto lesů zbývá jen malá část (KARAČIČ, 2005). Podobně tomu však bylo v posledních stopadesáti letech v Severní Americe, kde se původní pobřežní lesy nahrazovaly vrbovými a topolovými plantážemi (DICKMANN, 2001). V Evropě, a pak zvláště ve Švédsku, se v dnešním moderním pojetí lesnictví dala přednost jehličnatým stromům, což mělo za následek odstraňování listnatých dřevin, a to zejména topolů, z lesů. Topoly se označovaly jako „plevelné stromy“ a byly odstraňovány zejména jako ochrana proti požárům. Tento postoj částečně změnil nový zákon o biodiverzitě (KARAČIČ, 2005). Ve skutečnosti byly topoly pěstovány na méně produktivních půdách, na březích řek v zamokřených až podmáčených oblastech, kde sloužily jako místní zdroj paliva, ale také jako větrolamy pro zvýšení výnosů zemědělských plodin. Topolové dřevo je také zpracováváno v průmyslových závodech zaměřených na bioenergii a výrobu papíru, dřeva, dých, překližek atd. (HEILMANN, 1999). Není pochyb o tom, že jednoduché množení velmi přispělo k velkému rozšíření klonů topolů a vrb na plantážích a jejich velmi výraznému rozšíření v praxi. Na konci osmnáctého století byli v Evropě revolučně rozšířeni kříženci evropských černých a severoamerických topolů. Tyto topoly, se nazývaly jako „kanadské“ měly velmi rychlý růst a velmi lehkou se množily řízkováním. Další velký rozmach byl zaznamenán na začátku dvacátého století v Itálii, kde se topolové plantáže využívaly pro výrobu dřevovláknitých desek a překližek (FAO, 1979). Kolem roku 1930 se pěstování topolů šířilo do mnoha dalších zemí nejen v Evropě, ale i ve světě. V roce 1940 vznikly národní komise pro pěstování topolů a v roce 1947 byla založena Mezinárodní topolová komise (Internacional Popular Commission – ICP), (FAO, 1958). Mezinárodní topolová komise zajišťuje registraci klonů a odrůd, podporuje výzkum v oblasti pěstování a využití topolů a na mezinárodní scéně dosáhla významných dohod (ZSUFFA, 1996). Dnes jsou sázeny topolové plantáže pro široké užití jak na jižní, tak na severní polokouli. Největší plocha zasazených topolů je v Číně, kde zabírá přes 6 milionů hektarů (HEILMAN, 1999). V roce 1992 bylo 7 zemí na světě, kde se pěstovaly topolové plantáže na plochách přesahujících 100 000 hektarů (Čína, Francie, Německo, Maďarsko, Rumunsko, Turecko a Jugoslávie). Mezinárodní

topolová komise (IPC) uvedla, že v dalších jedenácti zemích se v několika posledních letech velice zvýšila poptávka po pěstování topolů, a to zejména pro lehké a rychlé množení dřevitými řízků a pro velice snadnou dostupnost rozmnožovacího materiálu (například Austrálie, Belgie, Kanada, Čína, Francie, Německo, Itálie, Nizozemí, Nový Zéland, Turecko, Spojené státy), (HELLMAN, 1999). V posledních deseti letech došlo nejen ve Švédsku k velmi výraznému rozvoji vrbových plantáží. Jejich výsadba probíhá již od začátku 70. let 20. století v jižním ale hlavně středním Švédsku. V roce 1996 zde vysazovalo více než 18 000 hektarů vrbových energetických plantáží, hlavně pro výrobu štěpky do vytopen. Ve Švédsku se takto zajišťuje více jak 2 % celkové spotřeby biopaliv. V České republice byla první topolová výmladková plantáž vysazena už v roce 1994. Od té doby se pěstování rychle rostoucích dřevin pro energetické účely na zemědělské půdě výrazněji nerozrostlo, přestože existovala možnost získat poměrně výhodné dotační tituly (WEGER, 2006). V dnešní době se v Evropě pěstuje přes 30 000 hektarů vrbových a topolových plantáží. Vrbové plantáže jsou pěstovány na 25 000 ha a to zejména ve Švédsku, Polsku, Velké Británii, ale také v Dánsku, Slovensku a v Baltských zemích. Topolové plantáže se pěstují přibližně na 7 000 ha, a to v jižní a to hlavně ve střední Evropě, nejvíce pak v Itálii, kde je to přibližně 3 500 ha, Rakousku přibližně 1 500 ha a Maďarsku přibližně 1 200 ha. Pěstovaná plocha energetických plantáží výrazně roste i v jiných Evropských státech. V České republice bylo v roce 2010 vysazeno kolem 250 ha převážně topolových energetických plantáží a přibližně 25 ha matečnicových porostů (HAVLÍČKOVÁ, 2008). V dnešní době (2015) je toto číslo o dost větší.

2. 2. Legislativa

Pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) na výmladkových plantážích pro energetické využití je v České republice upravováno právními předpisy, a to hlavně dvěma rezorty Ministerstvem životního prostředí a Ministerstvem zemědělství. Dle zákona č. 114/1992 Sb. O životním prostředí se v paragrafu 5 odstavci 4 říká, že se geograficky nepůvodní druhy rostlinstva a živočišstva nesmí do volné krajiny zavádět bez povolení orgánu ochrany přírody. Ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ) je pěstování nepůvodních druhů zakázáno, výjimku může udělit správa ZCHÚ. Mimo ZCHÚ povoluje odbor ochrany přírody (OOP) pěstování nepůvodního druhu RRD na základě posouzení možných rizik pro ochranu přírody a krajiny. Dle

výkladu zákona se jedná zejména o posouzení jejich invazní schopnosti a případného rizika ohrožení významných populací domácích druhů křížením. K rozhodnutí je možno využít "Seznam rostlin vhodných k pěstování za účelem využití biomasy pro energetické účely z pohledu minimalizace rizik pro ochranu přírody a krajiny" (WEGER, 2011).

Rozmnožování a distribuce sadby rychle rostoucích dřevin pro energetické využití se řídí podle pravidel zákona o oběhu osiva a sadby č. 219/2003 Sb., který je v souladu s evropskými direktivami. Sadební materiál (řízky, pruty a případně sazenice) mohou dodávat pouze producenti registrovaní u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ). Dodržování kritických bodů, jako je např. vedení evidence prodeje nebo kontrola karanténních škodlivých organismů, kontroluje státní rostlinolékařská správa (SRS), případně ÚKZÚZ (WEGER 2011).

2. 2. 1. Zákon o zemědělství č. 252/1997 Sb., v platném znění, v § 3i

Zde jsou vymezeny druhy zemědělských kultur a definovány v písmenu j) porost RRD, kterým je „souvisle osázena plocha rychle rostoucími dřevinami určenými k produkci biomasy pro energetické využití nebo k produkci řízků jako neprodukčního porostu pro vegetativní množení RRD“. Tím, že tento zákon vymezuje plantáže RRD jako samostatnou zemědělskou kulturu, a tyto plantáže jsou tedy součástí ZPF, jsou tyto plantáže registrovány v systému registru půdních bloků a je na ně možné čerpat přímé platby stejně, jako na jakoukoliv zemědělskou půdu (EAGRI, 1997).

2. 2. 2. Věstník Ministerstva zemědělství z roku 2010

Tento dokument poskytuje seznam druhů RRD a jejich kříženců pěstovaných ve výmladkových plantážích v ČR s uvedením maximální délky jejich sklizňového cyklu. Například doporučená maximální délka obmýti Japonského topolu je 8 let (EAGRI, 2010).

2. 2. 3. Metodická instrukce Ministerstva životního prostředí k aplikaci § 5, odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Instrukce, která hovoří v souvislosti s vydáváním povolení k záměrnému rozšiřování geograficky nepůvodního druhu rostliny do krajiny a k aplikaci § 5, odst. 5 zákona o ochraně přírody a krajiny v souvislosti s vydáváním povolení k záměrnému rozšiřování křížence rostliny do krajiny. Povolení vydávají dle uvedeného zákona

příslušné orgány ochrany přírody, kterými jsou obvykle obce s rozšířenou působností. Tato metodika omezuje pěstování RRD ve zvláště chráněných územích, kterými jsou například národní parky, CHKO, přírodní rezervace aj. Zde se nabízí možnost pěstovat původní druhy topolů a vrb, avšak s vysokými investičními náklady do sadebního materiálu, který i několikanásobně převyšuje cenu sadby Japonského topolu (MZP, 1992).

2. 2. 4. Energetický zákon č. 211/2011

Podnětem pro novelu energetického zákona, který nabyl účinnosti 18. srpna 2011, byl tzv. třetí energetický balíček a směrnice Evropské unie, které upravují pravidla vnitřního trhu s plynem a elektřinou. Ty bylo nutné zavést do příslušného českého zákona. Klíčovým motivem, který se promítá celým třetím energetickým balíčkem, je snaha o liberalizaci energetického trhu.

Novela energetického zákona přináší:

- posílení domácností na energetickém trhu,
- oddělení vlastníka přenosové soustavy, výrobce a dodavatele energie,
- posílení pravomocí Energetického regulačního úřadu,
- dispečerské řízení (WEGER, 2011).

2. 3. Rychle rostoucí dřeviny

Základním předpokladem úspěšného pěstování rychle rostoucích dřev (RRD) na orné půdě je splnění zejména následujících požadavků:

- extrémně vysoký vzrůst rostlin v mládí,
- výborné obrůstající schopnosti pařezů po obmýtí,
- snášenlivost konkurence bez regulovatelných zásahů,
- odolnost proti škůdcům a chorobám,
- uzpůsobený pozemek k mechanizačnímu zpracování,
- mocnost ornice min. 30 cm, optimální 70 cm,
- hodnota pH min. 5,5,
- vysoká hladina podzemní vody (60 až 120 cm, nesmí klesnout pod 2 m) (PASTOREK, 2004).

Dřeviny, které jsou vhodné do našich přírodních podmínek pro produkční energetické plantáže, se rozdělují do tří skupin:

- ověřené a používané: topoly, vrby,
- ověřované: pajasan,
- perspektivní, ale nevyužívané: růže (trnité), olše, lípy, lísky, jeřáby, jilmy (WEGER, 2002).

3. 3. 1. Významní zástupci rychle rostoucích dřevin v České republice

V našich zeměpisných podmínkách se nejlépe daří zástupcům kříženců balzámových topolů, černých a balzámových topolů, dále vrbám, převážně vrbě bílé s jejími kříženci a křížencům vrby jívy a vrby košíkářské a jejich dalším křížencům (KOHOUT, 2010).

2. 3. 2. Kříženci topolů

Z doporučeného sortimentu topolů a vrb se u nás zatím nejvíce pěstují tak zvané Japany J-105 (Max4), J-104 (Max5) z křížení euroasijského topolu černého a Maximovičova. S ostatních doporučených klonů se žádný významně nepěstuje, a to zejména z nedostatku sadby a malého počtu vhodných stanovišť. Všechny zkoušené klony topolů dosahují v prvním roce po výsadbě průměrné výšky 0,7 až 1 m. Výraznější výšková diference mezi klony začíná až v dalších letech, a to hlavně po první sklizni. Například průměrný roční přírůst ve sledovaném porostu byl v prvním obmýtí 0,99 m (0,7 – 1 m) a v druhém obmýtí 1,43 m. Po první i druhé sklizni si klony většinou zachovávají dosti progresivní dynamiku výškového růstu, i když bylo zaznamenáno, i když v šestém roce se přírůst u některých klonů může oproti předcházejícím rokům zpomalit.

K doporučeným klonům topolu (*Populus* sp.) se podle věstníku Ministerstva zemědělství č. 1/2004 zařazují tyto druhy:

P-468 - *P. trichocarpa* Torr. Et Gray x *P. koreana* Rehd,

P-473 – *P. trichocarpa* Torr. Et Gray x *P. koearia* Rehd. ef. *P. deltoides* Marsh x *P. trichocarpa* Torr. et Gray,

P- 466 – *P. maximowiczii* Henry x *P. x berolinensis* 'NE-44',

P-494 – *P. maximowiczii* Henry x *P. x berolinensis* 'Oxford',

J-105 (Max – 4) – *P. nigra* L. x *P. maximowiczii* Henry 'Maxvier',

J-104 (Max – 5) – *P. nigra* L x *P. maximowiczii* Henry 'Maxfunf',

P – 410 – *P. nigra* L. x *P. simonii* Carr (KOHOUT, 2010).

2. 4. Japonský topol *P. nigra* L x *P. maximowiczii* Henry

Jedná se o klony pravděpodobně z japonského křížení *Populus nigra* X *populus Maximowiczii*. Podle dostupných literárních zdrojů, které byly od roku 1979 ověřovány v Rakousku pro produkci biomasy ve výmladkových plantážích, v současnosti jsou k tomuto účelu využívány ve střední Evropě. (KOHOUT, 2010).

Tento druh roste dobře na různých stanovištích, od chlumních až k podhorským (350 až 500 m. n. m.). Nejsou moc vhodné pro silně podmáčené lokality. Na sušších lokalitách rostou obvykle lépe než většina klonů topolů a vrb. Příklady vhodných lokalit klimatických regionů jsou 5-7, 3, 1 a hlavní půdní jednotky 14, 29-30, 48-54,58, 59, 62-76. (KOHOUT, 2010).

Klony disponují pozitivními vlastnostmi obou rodičů, jako jsou rychlý termální růst v prvních letech, husté větvení v dolní části kmene a vysoká ujmavost z řízků v polních podmínkách. Mnohdy dosahují více než 90 % ujmavosti. Ztráty v dalších letech obvykle nedosahují úrovně, která by ovlivňovala produkční potenciál porostu. Průměrný roční přírůst se na ideálních lokalitách pohybuje v rozmezí 1,3 – 2,1 m.

Ze získaných výsledků v České republice se odhaduje produkční potenciál v druhém obmýtí 9 – 11 t (suš.) na hektar (KOHOUT, 2010).

Využití těchto klonů topolů se počítá pro výmladkové plantáže mimo chráněná území. Je vhodný pro velkou škálu stanovišť, kromě silně podmáčených lokalit. Tyto klony jsou nejrozšířenější na plantážích v České republice (KOHOUT, 2010).

2. 4. 1. Produkční potenciál japonského topolu

Pěstování rychle rostoucích dřevin se z ekologického, ale i s ekonomického hlediska stále často diskutovanou otázkou (ŠINKORA, 2008).

Produkce japonského topolu je závislá na celé řadě faktorů. Jedná se především o průměrnou roční teplotu, množství srážek, nadmořskou výšku, stav půdy (BPEJ) a kvalitu použitého sadebního materiálu.

Otázkou produkce rychle rostoucích dřevin, zejména japonského topolu, se zabývá mnoho autorů.

Milan Šinkora ve článku „Topoly a vrby pro energetiku“ uvádí naměřená data, která říkají, že roční přírůst japonského topolu je 13 tun sušiny na hektar (ŠINKORA, 2008).

Dalším autorem, jenž se touto problematikou zabýval je Jan Weger, který v článku „Výmladkové plantáže topolů a vrb“ uvádí, že mezi lety 2003 až 2009 probíhala

v nejstarší české výmladkové plantáži topolů (HD Unhošť) první fáze pokusu zaměřeného na hodnocení vlivu délky sklizňového cyklu (jedno, tři a šestileté obmýty) na výnos a růstové parametry u topolového klonu Max-4 (japanu, Jap-105). Podle rámcové typologie půd se jedná o průměrně příznivou lokalitu pro pěstování topolů (BPEJ 42501). Průměrný roční hektarový výnos klonu Max-4 za sledované období byl při jednoletém obmýty 5,7 tun sušiny na hektar a rok [v t (suš.)/ha/rok], při tříletém obmýty 9,2 t (suš.)/ha/rok a při šestiletém obmýty 11,7 t (suš.)/ha/rok. Statisticky průkazný byl jen rozdíl mezi jednoletým obmýty a zbývajícími dvěma. Z výsledků vyplývá, že nejvyšší výnos byl tedy dosažen při nejdelším šestiletém obmýty (WEGER, 2011).

V dalším ze svých článků „Co jsou to jpany“ Weger uvádí, že výnos biomasy (dřeva) výmladkové plantáže závisí hlavně na bonitě (vhodnosti) stanoviště pěstování RRD a dále pak na pěstební péči a na volbě vhodného klonu. Na vhodných stanovištích pro jpany (např. lužní lokality nebo srážkově bohatší oblasti s mírně teplým až mírně chladným klimatem) je možno dosáhnout průměrného výnosu výmladkové plantáže 12,5 t (sušiny)/ha/rok (obmýty 3-5 let; životnost 15-21 let). V produkčním maximu (mezi 9. – 15. rokem) může být z takovéto plantáže sklíženo přes 100 tun surové štěpky (48 t sušiny) na hektar. Na mnoha stanovištích bude však výnos nižší. Podle našich posledních výsledků z dlouhodobých pokusů se ukazuje, že pro jpany, podobně jako i pro další klony topolů, je k dosažení maximální produkce v našich podmínkách nejlepší délka obmýty 5-6 let. Délku obmýty je u japanů možno v průběhu životnosti plantáže měnit (v rozsahu 2-5 let), (WEGER, 2011).

2. 4. 2. Jednoduchá péče o topoly

Pro maximální výnos investice je dobré vysazovat topoly v blízkosti vodních toků a ploch. Japonský topol stejně tak, jako bříza pomáhá vysušovat půdu v okolí a přežije dokonce i dvouměsíční plné zatopení.

Nevýhodou japonského topolu je, že je více náchylný na herbicidy než ostatní rostliny, proto je dobré se vyvarovat chemickému postřiku a raději si zvolit některou z následujících technik péče o topoly:

1. Mulčování – na likvidaci plevelů lze použít různou mulčovací techniku,
2. Diskování – diskování i kultivátorování patří také mezi osvědčené nástroje, nejen že odstraní plevel, ale urychlí i vstřebávání vody,

3. Sekání - většina pěstitelů využívá právě tuto metodu pro péči o japonské topoly. Důležité je při sadbě dodržovat správné rozestupy, které umožní snadné projetí sekačky. Pro větší rozlohy plantáží je však lepší již použít traktor.

4. Chemická likvidace – jak bylo řečeno výše, chemická likvidace se nedoporučuje. Pokud se pro ni rozhodnete, lze použít herbicidní přípravek, který se aplikuje ihned po vysázení topolu, než vyraší první očka. Strom takto zbrzdí růst plevelu a topolům dá i dvouměsíční náskok. Dalším vhodným přípravkem je Fusilaide, který likviduje trávu a pýr.

5. Ochrana geotextilií / netkanou textilií pokud jde o menší energetickou plantáž a byla zvolena ruční sadba, je vhodné použít ochranu topolů netkanou textilií. Stačí čtverečky 20×20 cm a ty zajistí, že v okolí topolu neporoste žádný plevel a cca za 2 roky se normálně rozloží a japonské topoly již nic neohrozí (MACÁK, 2012).

2. 4. 3. 1. Zastínění a jeho následky

Konečný výnos může být zásadně ovlivněn zastíněním stávajícím porostem nebo konkurencí lesního porostu. Rozdíly ve vzrůstu lze doložit údaji v níže uvedených tabulkách, kde jsou uvedeny výsledky sběru dat na plantážích v lokalitě Chlumská hora a Čakov v jižních Čechách. Výnos může být v krajních případech snížen v důsledku zastínění až o 40 %. Tyto rozdíly jsou zvláště patrné v případě, že svah je přivrácen k jihovýchodu, respektive pokud z tohoto směru není plantáž zastíněna vzrostlým lesem. Je tedy vhodné sledovat údaj BPEJ, především číslici číslo čtyři, která nám ukazuje kód pro sklonitost a polohu vůči světovým stranám (CELJAK, 2010).

Tabulka 1 – **Hodnoty průměru pařízků v závislosti na poloze stromů z hlediska slunečního svitu**

Lokalita	Průměr pařízku stromů v nezastíněné části (mm)	Průměr pařízku stromů v zastíněné části (mm)	Poznámka
Čakov	88,78	51,29	Stín je vytvořen vlastním porostem_topolů
Chlumská hora	63,39	28,23	Stín je vytvořen sousedním lesním porostem

(CELJAK, 2010).

Tabulka 2 – **Hodnoty výšky stromů v závislosti na poloze stromů z hlediska slunečního svitu**

Lokalita	Průměrná výška stromů v nezastíněné části (cm)	Průměrná výška stromů v zastíněné části (cm)	Poznámka
Čakov	723,33	321,40	Stín je vytvořen vlastním porostem_topolů
Chlumská hora	635,12	405,75	Stín je vytvořen sousedním <u>lesním porostem</u>

(CEJLAK, 2010).

2. 4. 4. Ujímavost japonského topolu dle přihnojení

ČZU společně s Botanickým ústavem Akademie věd v květnu 2008 založila v rámci projektu „Energy plantation technology on contaminated land“ plantáže RRD (topolů a vrb) na dvou lokalitách v blízkosti Příbrami (Komín a Litávka). Plantáže vznikly za účelem pokusů fytoimediačních schopností těchto dřevin [16], což jsou schopnosti, při kterých rostliny umí degradovat či odstraňovat toxické látky z kontaminovaného prostředí, ať už jde o půdu či vodu [33]. Byly použity čtyři klony: VB1 – Vrbový klon Tordis, VB2 – Vrbový klon S-smith F – 218 – Salix – smith. X smithiana Wild., TP1 – Topolový klon Maxviera a TP2 – Topolový klon Wolterson.

Došlo zde ke čtyřem variantám hnojení – hnojení odpadními kaly (H), mykorhizním hnojivem (M), směsí odpadního kalu a mykorhizního hnojiva (MH) a kontrolní varianty nehnojené (K) [16]. Mykorhizní hnojivo využívá soužití podhoubí některých hub s kořeny vyšších rostlin [17]. Při sledování úspěšnosti ujímavosti řízků bylo dosaženo zajímavých výsledků. Měření proběhlo dvakrát, a to v červnu (tj. přibližně měsíc po výsadbě) a na konci srpna. Provádělo se prostým spočtením uhynulých rostlin na pozemku. Nejvyšší procento uhynulých řízků je ve variantách, které byly hnojeny pomocí kalů. Největší úspěšnosti dosahovalo naočkování řízků mykorhizním hnojivem, kde úhyn dosahoval maximální hodnoty pouze 3,13 % - viz Přílohy tabulka č. 2.

Je patrné, že mykorhizní hnojení je výhodné použít v situacích, kdy hrozí špatné zakořeňování po výsadbě. Na podzim 2008 došlo ke sklizení plantáže a k porovnání suché biomasy, která byla během prvního roku vytvořena. Výsledky dokázaly, že rostliny ošetřované čistírenskými kaly měly sice nevýhodu v počáteční fázi (právě díky

zakořenění), avšak později byl jejich růst úspěšnější než u těch, které byly pouze naočkovány. Nejschůdnější cestou se ukázalo být využití mykorhizního hnojení společně s čistírenskými kaly, což nejprve zajistí dobrou ujímavost řízků a následně dobrý nárůst biomasy díky živinám z čistírenských kalů (BIOM, 2008).

2. 4. 3. 1. Ochrana proti plevelům

Nejvhodnější je samozřejmě prevence a tou je důsledná příprava plochy již 1,5 až 2 roky před plánovanou výsadbou. Metody na likvidaci jsou různé podle stanoviště a záleží na možnosti přístupu mechanizace na plochu. Nejvhodnější a obecně nejčastěji používaný je přípravek Roundup. Aplikace několik dní před výsadbou podél provázků budoucího řádku postačí k absenci plevelů pouze v prvních jarních měsících. Pak je vhodné použití mulčovacích mechanických zařízení (HOVORKA, 2007).

2. 4. 3. 2. Péče o japonský topol v zimě

Japonské topoly není na zimu nutné chránit proti okusu zvěře, protože zvěři nechutnají. Ušetří se tak tedy další náklady za přípravky (MACÁK, 2012).

2. 4. 4. Hospodářské využití

Dnes se japonský topol využívá hlavně jako topivo a to v podobě kusového dřeva i štěpky.

Dřevo japonského topolu má vyšší výhřevnost než hnědé uhlí. Toto dřevo je vhodné na vnitřní obklady, robustní balustrády a soustružené výrobky. Navíc je jeho cena nízká.

Štěpka se rovněž hojně využívá jako topivo, hlavně ve formě přímého spalování ve výtopnách. Z důvodu programu „Zelená úsporám“ se v poslední době využívá topolu, také na výrobu papíru a celulózy (KAŠPÁREK, 2012).

2. 4. 4. 1. Výběr vhodné lokality pro plantáž

Výběr vhodné lokality je třeba zvážit, jelikož je to dlouhodobá investice, která může trvat až 30 let. Těmto topolům se nejlépe daří v místech s velkým množstvím srážek během vegetační sezóny. Velmi důležitá je i dostupnost podzemní vody (60 – 160 cm pod povrchem) a také zásobárna půdních živin, ideální je bývalá orná půda (KOHOUT, 2010). Pro výběr plochy nových plantáží vhodných k pěstování klonů topolů

a vrb je nutný nejen pedologický průzkum, ale i několikaleté sledování pěstování jiných plodin a v neposlední řadě i výsledky záznamů o srážkových úhrnech a další klimatická data (HOVORKA, 2007).

Výběr vhodného stanoviště je velmi důležitý úkon, který ovlivní výši a kvalitu sklizně. Plantáž rychle rostoucích dřevin ovlivňuje krajinu vzhledově, klimaticky a hydrologicky a naopak vysazované dřeviny potřebují ke svému růstu vhodné klimatické, půdní a hydrologické faktory a podmínky. Před samotným založením plantáže RRD (též lignikultury) je nutno si uvědomit tato fakta a určit cíle, které se očekávají. S předpokladem, že je plantáž zakládána pouze s cílem větrolamu, změny krajinného rázu, ovlivnění hydrologických faktorů apod., je možno výsadbu provést i na půdách chudých, písčitých a porosty topolů a jejich klonů lze využít i jako pionýrské dřeviny. Avšak pokud je plantáž RRD zakládána s cílem produkce biomasy, je nutné brát ohled na stanovištní podmínky. Ty mají zásadní vliv na produkci a výnosovost plantáže RRD, a proto by vlastník půdy měl zohlednit BPEJ a podle tohoto kódu zvážit vhodnost založení plantáže. Tento pěti místní kód označuje hlavní klimatické a půdní podmínky, které mají vliv na produkci dané oblasti. První číslice označuje příslušnost ke klimatickému regionu, druhá a třetí vymezuje příslušnost k určité hlavní půdní jednotce, čtvrtá číslice stanovuje svažitost a expozici pozemku ke světovým stranám a pátá číslice určuje kombinaci hloubky půdního profilu a jeho skeletovitosti. Pro území Evropy je nejvhodnější jako rychle rostoucí dřeviny vysazovat topoly a jejich klony a vrby. (Nikl, Soušek, 2012) Při výběru stanoviště je nutné brát v potaz, že topolové klony mají odlišné nároky na hydrologické a půdní podmínky oproti vrbám a jsou méně odolné vůči mrazům, zvláště jarním a podzimním, které mohou způsobit velké škody na plantáži, a výsledek se odráží v následné produkci biomasy. Lépe tedy topoly rostou v teplejších oblastech a mají menší nároky na vláhu. Přesto produkce biomasy je závislá na vodě, a proto by hladina podzemních vod neměla být nižší než 120 (150) centimetrů a roční úhrn srážek minimálně kolem 600 mm. Nejvhodnější je nadmořská výška kolem 500 m.n.m. Taktéž i v nižších polohách se některým topolovým klonům daří. V nížinách a pahorkatinách do 400 m n. m., na lokalitách s těžší, ale dobře provzdušněnou půdou s dostatečnou zásobou živin a dostupnou hladinou spodní vody (120- 150 cm, v opačném případě by hladina podzemních vod neměla klesnout pod 3 metry) je ekologicky příhodné a optimální pěstovat klon *Populus x euroamericana* (*Populus x canadensis*). Při zakládání lignikultur do 600 m.n.m. Jsou nevhodné vápenaté půdy, naproti tomu jsou tolerovány chudší štěrkovité půdy dobře zásobené vodou. (URL 5) V

České republice se nyní preferuje pěstování topolových klonů topolu černého a balzámového. Ti se liší ve svých nárocích na stanovištní podmínky. Klony topolu černého jsou náročnější na živiny a světlo, naproti klony topolu balzámového mají menší nároky. Po shrnutí a zvážení všech faktorů je možno říci, že optimální stanoviště pro pěstování topolů jsou půdy lehké, hlinitopísčité nebo písčitohlinité, hnědozemě, černozemě, spraše s dostatkem vláhy, lehké až středně těžké nivní půdy, bezskeletovité až slabě skeletovité s minimální hloubkou až 60 cm. Nejlépe je založení plantáže RRD na rovině či mírně svažitém terénu. Průměrná roční teplota by v daném klimatickém regionu měla být minimálně 7-8 stupňů Celsia. Taktéž je důležitý obsah kyslíku v půdě a její provzdušnění, topolové plantáže snesou i dočasné zaplavení půdy (až 60 dní). I když různé topolové klony mají odlišné stanovištní nároky, hlavní a nezbytné předpoklady pro úspěšné pěstování jsou stejné (dostatek půdní vláhy, dostatečná hloubka a provzdušnění půdního profilu, obsah živin v půdě, zejména dusíku). Pro topolové klony je nejvhodnější stanoviště s trvalou vláhou po celé vegetační období. Ve vyšších nadmořských výškách je možné vysadit topolové klony také, i když je hladina podzemní vody nepravidelná, nárazová či nedostačující, ale za podmínky většího počtu srážek. Topoly nesnesou ulehlé, špatně provzdušněné a podmáčené půdy se stagnující vodou a oglejeným horizontem. Taktéž je třeba se vyhnout výsadbě dřevin v extrémně suchých a extrémně chladných oblastech. Také se nedoporučuje vysazovat rychle rostoucí dřeviny na půdách vysýchavých a zrašeliněných v důsledku malé výnosnosti. (Níkl, Soušek, 2012, URL 5) Při zakládání plantáže RRD je třeba zohlednit i dostupnost mechanizačními prostředky, jejichž použití při přípravě půdy a následné péči o založenou plantáž, je nezbytnou součástí. V České republice matečnice a výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin prozatím nevznikají na nejúrodnějších půdách, jsou používány pozemky s horšími klimatickými, půdními podmínkami, což se odrazuje ve výsledcích produkce biomasy. (URL 16).

Z topolů, které byly dosud ověřovány v přírodních podmínkách České republiky, jsou nejnáročnější černé topoly a jejich hybridy. Mají nejvyšší nároky na délku vegetační doby a teplotu během vegetace. Nejlépe rostou v nivních polohách s hlubokými, především náplavovými půdami, které mohou obsahovat i určitý podíl jemného štěrku. V našich podmínkách jsou to stanoviště lužních lesů nebo zemědělské oblasti podél dolních toků řek, popř. v údolních nivách podél menších toků až do nadmořské výšky 400 m, někdy i poněkud výše (600 m). Skupina těchto topolů snáší nejlépe ze všech i těžší půdy. Samozřejmě je možné zakládat topolové výsadby i mimo uvedená

stanoviště, ale potom je třeba tomu přizpůsobit pěstební postupy a počítat s menší produkcí. Vždy je ale nutné dodržet hloubku půdního profilu, která by v žádném případě neměla být menší než 1 m. Na mělkých a kamenitých půdách, na svazích, kde je značný výpar a tím nedostatek vláhy, protože hladina podzemní vody prakticky neexistuje, černé topoly úspěšně pěstovat nelze (PROJEKT INNOREF SUB-PROJEKT BRIE).

2. 4. 4. 2. Založení plantáže

Příprava na založení plantáže nelze podcenit. Pro zajištění vhodných podmínek je třeba začít s přípravou půdy rok před výsadbou. Velký problém nám představují plevele, které je třeba potlačit, především v prvním roce před výsadbou (CELJAK, 2007).

Zvolená dřeviny by měla odolat jak nadmořské výšce (průměrná roční teplota ve vegetačním období), tak i svými schopnostmi snášet krátkodobé i dočasné zaplavení. Japonský topol J-104 a J-105 výborně prospívá v oblastech s nadmořskou výškou do 500 m n.m. Dle pozorování a průzkumů Střední lesnické a vyšší odborné školy v Trutnově na výmladkové plantáži v Bernarticích nacházející se v 600 m n. m. jsou výsledky růstu neuspokojivé. Klony J-104 a J-105 naopak velmi dobře snáší dočasně zaplavované lokality a to 50 až 60 dní. Z důvodů únosnosti terénu je nutné zvážit možné použití mechanizace (HOVORKA, 2007). Prakticky je možné zvolit dva termíny výsadby a to jarní termín a podzimní termín. V České republice se využívá především termín jarní výsadby a to kvůli lepším podmínkám pro zakořenění (KOHOUT, 2010).

V dnešní době existují dva způsoby jak zasadit řízky japonského topolu.

Mechanizovaná výsadba: v případě mechanizované výsadby je postup závislý na typu sazeče (např. klasický lesnický dvojřádkový sazeč RZS 2). Postup je shodný jako u výsadby lesních sazenic. Vždy je nutno dodržet zásadu, aby řízky příliš nevyčnívaly z půdy (ne více než 3 cm) a půda kolem nich byla dobře utužena, což je častým problémem. Je potřeba průběžně provádět kontrolu stavu uložení řízku (CELJAK, 2010).

Ruční výsadba: v případě ručního způsobu se řízky zapichují rovně nebo mírně šikmo do připravené půdy. Tam, kde je půda slehlá a ruční zapichování nelze provádět kvůli poškozování řízku, je možno si vyrobit jednoduchý ruční sazeč z železné kulatiny o průměru kolem dvou centimetrů. Důležité jsou příčné nášlapné segmenty, na něž působí pracovník nohou a pomáhá tak při vytváření otvoru v půdě. Ručním sazečem

nejprve vytvoří do půdy otvor, do kterého potom vloží řízek. Je potřebné, aby si pracovník vytyčil pomocí provázku řadu. Pokud nepoužije značený provázek pro dodržení vzájemné vzdálenosti otvorů, je vhodné, aby na násadě ručního sazeče byla dobře viditelná značka pro měření vzdálenosti otvorů od sebe. Pracovník si vezme do brašny určité množství řízků a pohybuje se podél provázku a do vytvořených otvorů vkládá řízky. Po každém vložení řízku do otvoru utuží botami půdu kolem řízku. Řízek může vyčnívat nejvýše 3 cm nad povrch půdy. Výjimku tvoří těžké jílovité půdy. Zde je, v případě nebezpečí utužení povrchu suchem, vhodnější ponechat řízky vyčnívat 3-5 cm nad povrchem, aby vrcholový pupen byl na úrovni povrchu. Po zapíchnutí nebo vložení je potřeba půdu kolem řízku zhutnit například sešlápnutím z boku, tak aby půda přilnula k řízku. Důležitým opatřením je, že se řádek před výsadbou označí napnutým provázkem tak, aby výsadba byla provedena rovně. Je to z důvodu snadné mechanizované údržby a také pro ruční odplevelování v prvním roce po výsadbě: Stromky nejsou při ošetřování poškozovány (CELJAK, 2010)

2. 4. 4. 3. Péče a výchova porostu

Někdy je nutné k tomu, aby se začlenila plantáž do okolního porostu vysadit tak zvané rozčleňovací a izolační pásy a to nejen okolo porostu ale i vně porostu. Tyto pásy mohou sloužit také retardační bariérou, a to hlavně proti možnému šíření reprodukčních orgánů nepůvodních druhů do porostu, to je z legislativy zakázáno (KOHOUT, 2010).

V prvních letech po vysazení je nejdůležitější sledovat zaplevelení porostu, a proto se velmi často doporučují provádět zásahy a to v četnosti 4 – 6 v prvním roce, 3 – 5 ve druhém a 2 v roce třetím. V dalších letech se většinou v meziřadí nemusí provádět zásahy proti buření a zaplevelení (CELJAK, 2007).

O založenou plantáž musíme dále pečovat a v odůvodněných případech vyživovat a přihnojovat (KOHOUT, 2010).

Dalším vážným problémem, mohou být škody způsobené zvěří. Jedná se převážně o okus srnčí zvěří a to tam kde jsou velmi vysoké stavy (CELJAK, 2007).

2. 4. 4. 4. Prodej a jiné využití porostu

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro založení plantáže je, určí její výnosový potenciál. Tento potenciál, by nám měl udat hmotnost sušiny na jeden hektar. Vzhledem

k životnosti plantáže a jejímu výmladkovému zmlazení, které by nám mělo umožnit mít 2 až 3 sklizně na jedno vysazení se výnosovost plantáže počítá na 25 až 30 let (WEGER, 2007).

Z plantáže můžeme mít různé prodejní komodity, a to reprodukční materiál nebo energeticky využívaná štěpka. Reprodukční materiál japonského topolu má tři podoby:

- prýty (pruty),
- řízky,
- kořenáče.

Pro přehled jsem kontaktoval některé firmy na českém trhu zabývající se prodejem sadebního materiálu Japonského topolu. Zjištěné ceny těchto produktů se pohybují v rozmezí:

- prutů od 3 do 5 Kč za kus,
- řízků od 2,50 do 5 Kč za kus,
- kořenáčů od 14 do 20 Kč za kus.

Cena štěpky se u nás pohybuje v rozmezí od 1 500 – 4 000 Kč za tunu v závislosti na vlhkosti dřeva (KŘÍŽ, 2013).

Klony japonského topolu J-104 a J-105 mohou dosáhnout po pěti letech v optimálních podmínkách výšky okolo 10–15 m, toho je možné využít například při tvorbě přechodových biokoridorů pro zvěř, či odclonění nejrůznějších nežádáných výhledů v okolí nemovitostí (rodinné domy, golfová hřiště, přirozené kryty pro chov zvěře aj.). Vhodné jsou porosty RRD i jako protihlukové stěny v okolí frekventovaných silnic či železnic (HOVORKA, 2007).

2. 4. 4. 5. Rušení plantáže

Přibližně ve věku 15-25 let, kdy začíná produkční výnos plantáže klesat pod úroveň ekonomické rentability, je velice vhodné přikročit ke zrušení plantáže. Stav půdy po 15-20 letém pěstování rychle rostoucích dřevin plantážovým způsobem závisí na mnoha faktorech a nejhlavnějším z nich je úrodnost půdy, způsob a objem hnojení plantáže. Navrácení stanoviště do původního použití (orané pole, louka, pastvina) je důležitou otázkou z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu a podléhá kontrole MŽP (referátů životního prostředí na OÚ a MÚ). Proto je této otázce nutno věnovat pozornost. Technologie rušení plantáží jsou v dnešní době nejlépe propracovány v zahraničí, a to v Rakousku. Po poslední sklizni jsou speciálními frézami odstraněny pařízky případně část kořenového systému rychle rostoucích dřevin.

Zbytek kořenů se pak vyorává hlubokou orbou nebo rotavátorem. Zbytky kořenů v půdě slouží jako drenáž a provzdušnění hlubších vrstev ornice. V případě, že je stav půdy po produkční plantáži dobrý nebo lepší (fyzikální vlastnosti, humus) než tomu bylo před jejím založením je možno plochu na jaře osít cílovou plodinou (obilí, traviny atd.). Pokud je živinová rovnováha půdy narušena, tak se doporučuje na základě výsledků půdních rozborů půdu dohnojit nebo ji biologicky meliorovat např. vojtěškou nebo jetelo-travní směsí. Řešení této otázky i celého procesu biomasy by bylo možno řešit pomocí regionálních sdružení - podniků zajišťujících odborně a technologicky celý proces od dodávky sadby přes její vysazení, sklizeň, distribuci až po využití (prodej) biomasy tak jak je tomu např. ve Švédsku nebo některých rakouských spolkových zemích. Tyto společnosti by mohli být také pověřeny rušením plantáží a jejich převodem zpět na původní užití, protože budou disponovat speciální mechanizací a odbornými znalostmi (WEGER, 2002).

2. 4. 4. 6. Časové schéma plantáže r.r.d. v podmínkách ČR

V níže vložené tabulce je vhodné schéma jak v našich podmínkách pěstovat rychle rostoucí dřeviny.

Fáze plantáže (délka: roky)	Obmýtí	Pracovní činnost v roce (v pořadí od března do února příštího roku)
Přípravná 0-1 rok		Výběr akreditované projekční kanceláře Volba vhodného stanoviště – volba sortimentu dřevin (klonů) Příprava půdy (jaro, podzim rok před výsadbou) – mechanické odplevelování příp. přípravná vyrovnávací plodina, - podzimní hluboká orba a srovnání pozemku
Realizační: 15-25 let (sklízň lze)		Rok výsadby Jarní kultivátorování příp. vyrovnání pozemku III-IV: Hnojení (podle výsledků půdních rozborů) III-IV: Výsadba řízků dřevin (manuální, sazečem) V-VII: Omezování plevelů – mechanické 1-4x podle

opakovat 4-6 x)		situace XII-III: Výchovný zásah: seříznutí prýtů (V>0.8m)
	I obmýtl - 3(-4) leté	Druhý rok po výsadbě III-IV: Kontrola stavu po zimě – poškození, ztráty, růst IV-VI: Omezování plevelů mechanicky podle potřeby III-IV: Přihnojení (podle výsledků půdních rozborů)
		Třetí rok po výsadbě - rok sklizně III-IV: Kontrola porostu po zimě a odhad produkce biomasy Rozhodnutí o sklizni (mechanizace, čas, odbyt) V zimě (XII-III): Sklizeň biomasy
		Rok po sklizni IV-V: Kontrola obrázení dřevin po sklizni – ztráty, růst III-IV: Přihnojení dle výsledků půdních rozborů III-VI: Omezování plevelů mechanicky podle potřeby
	II - VI obmýtl	Roky mezi sklizněmi IV-V: Kontrola stavu po zimě – poškození, ztráty, růst
		Rok sklizně Kontrola porostu po zimě Rozhodnutí o sklizni (mechanizace, čas, odbyt, odhad produkce biomasy) V zimě (XII-III): Sklizeň biomasy
Likvidační 0-1		Po poslední sklizni odstranit půdními frézami pařízky na úroveň terénu Rotavátorem a hlubokou orbou rozrušit kořenový systém Vysít požadovanou zemědělskou plodinu příp. založit novou plantáž r.r.d. V případě vyčerpání živin dohnojit nebo vysadit

		přípravou plodinu (např. jeteloviny).
--	--	---------------------------------------

(WEGER, 2002)

2. 4. 5. Ekonomické využití japonského topolu

V souvislosti s dramatickým růstem znečištění všech složek životního prostředí v šedesátých letech se začínají problémem zabývat skutečně systémově, celostně i významné vědeckovýzkumné organizace. Docházejí k závěru, že v uzavřeném systému konečných zdrojů není kvantitativní růst trvale možný (KUSALA 2005).

V případě, že se rozhodneme založit plantáž rychle rostoucích dřevin, je nutné si nejdříve posoudit, zda je projekt z ekonomického hlediska rentabilní.

Pro modelový příklad se předpokládá plocha topolové plantáže 1 ha a pesimistická varianta výsadby 6 500 rostlin. Pro zjednodušení se uvažuje s dvěma cílovými produkty, a to energetickou štěpkou (po třech letech) nebo palivovým dřevem (po pěti letech a více). Výpočet výhřevnosti rostlinné biomasy se provádí na základě určeného spalného tepla a výsledků prvkového rozboru paliva. Metodika je upravena technickými normami ČSN 44 1352, resp. ČSN EN ISO 1716. U topolu se uvažuje s výhřevností $12,9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ při vlhkosti dřeva 20 %, resp. $12,3 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ při vlhkosti dřeva 25 %. U obou modelů pěstování byly kvantifikovány investiční a provozní náklady, resp. výdaje a příjmy. Je zřejmé, že konkrétní výše nákladů záleží na konkrétních podmínkách pěstování, proto je nezbytné tyto podmínky nejprve upřesnit. V prvních dvou letech se předpokládá přihnojování dusíkatým hnojivem, nasazení chemické ochrany proti škůdcům a odplevelování v řádku mezi rostlinami. V případě pěstování topolu na palivové dřevo se provádí dále „vyvětvování“. V prvním modelu sklizeň topolu zajistí kombajn na sklizeň kukuřice, který současně se sklízí topolu vytváří štěpku. Ve druhém modelu se topol sklízí pomocí motorové pily. Mezisklad není uvažován. U daně z nemovitosti za nájem pozemku byl zvolen 2 % roční nárůst. U nákladů na sklizeň a dopravu štěpky či palivového dřeva se předpokládá roční nárůst ve výši 3,3 %. Finanční zabezpečení investičního projektu předpokládá půjčku, jejíž náklady jsou 10 % s dobou splácení 10 let. Při posuzování efektivnosti pěstování topolu byla uplatněna základní diskontní sazba 8%, variantně 1 % až 28 %. Model uvažuje s pěti opakujícími se pěstebními cykly Japonského topolu a průměrnou vlhkostí jeho

dřevní hmoty 50 %, což odpovídá mokré, tzv. „zelené“ štěpce. V případě štěpky je uvažováno s tříletým obmýtním cyklem. Výtěžnost v prvním cyklu je stanovena nižší než u cyklů následujících, což odpovídá zkušenostem z praxe. Proto se v prvním cyklu uvažuje s výtěžností 25 t/ha, v následujících třech cyklech 30 t/ha a v posledním cyklu 32 t*ha⁻¹, tzn. za 15 let je výtěžnost štěpky 147 t*ha⁻¹, což odpovídá výtěžnosti 29,4 t/ha u jednoho pěstebního cyklu. V případě pěstování topolu na palivové dřevo je výtěžnost v prvním cyklu 150 m³*ha⁻¹ a v dalších cyklech 300 m³ · ha⁻¹. Kromě kusového palivového dřeva se dodatečně získává energetická štěpka z větví stromů. V prvním cyklu se předpokládala výtěžnost 5 t*ha⁻¹ a v dalších letech 10 t*ha⁻¹. Při ekonomickém hodnocení nákladů a výnosů se uvažovalo s cenami roku 2010. V případě pěstování topolu na štěpku lze s příjmy počítat ve třetím, šestém, devátém, atd. roce cyklu. V roce 2010 se cena čerstvé, tzv. „zelené štěpky“ pohybovala v rozmezí 40–80 · t⁻¹. Podle údajů MPO, v materiálu „Ceny pevných paliv pro domácnosti“, lze od roku 1993 pozorovat jednoznačně rostoucí trend v cenách paliv, tedy i palivového dříví a štěpky. Při technicko-ekonomickém hodnocení pěstování topolu se uvažovalo s lineárním nárůstem ceny ve výši 4 % a výchozí cenou vypěstovaného palivového dřeva 23 €/prh a v případě štěpky se v modelu pracovalo z výchozí cenou, 56 € · t⁻¹. (VANĚK, 2012).

Pro finanční vyjádření tohoto modelového projektu budeme používat metodu čisté současné hodnoty (NVP). Aby byla investice ekonomicky výhodná, za uvažování doby pěstování 15 – 25 let, musí vyjít NPV > 0 (VANĚK, 2012).

Z tabulky je patrné, že v současnosti se topol z pohledu uživatele jeví jako cenově zajímavý zdroj tepla. Ze srovnávaných paliv je štěpka - topol s 6,10 €/GJ druhá nejvýhodnější a palivové dřevo – topol je s 8,76 €/GJ na místě čtvrtém.

Druh	Výhřevnost	Průměrná	Vypočtená	Průměrná	Cena
------	------------	----------	-----------	----------	------

paliva	(MJ/kg)	cena paliva (€/t)	cena energie (€/GJ)	účinnost kotlů u uvedeného paliva (%)	energie při uvedené účinnosti (€/GJ)
Černé uhlí OKD	23,1	204	8,83	80	11,04
Hnědé uhlí Most	19,9	108	5,43	80	6,78
Koks OKD	27,5	331	12,03	80	15,4
Dřevní štěpka - nakupovaná	14,3	56	3,92	80	4,90
Palivové dřevo	14,3	110	7,69	75	10,26
Pelety rostlinné	16,5	140	8,48	90	9,43
Palivové dřevo- topol – vypěstované	12,9	85	6,57	75	8,76
Štěpka – topol – vypěstovaná	12,9	63	4,88	80	6,10

(VANĚK, 2012).

V tabulce je úhrn nákladů, resp. výdajů za celou dobu pěstování v €.

Finální produkt	štěpka	dřevo
Meziřádková kultivace – všechny cykly	1 080,0	1 800,0
Odplevelování v řádku – 1.	2 400,0	2 400,

a 2. rok každého cyklu		
Chemická ochrana proti škůdcům - 1. a 2. rok každého cyklu	320	320
Přihnojování - 1. a 2. rok každého cyklu	800	800
Vizuální kontrola – všechny cykly	180	300
Nájem – všechny cykly	684	1 239,2
Daň z nemovitosti – všechny cykly	547,2	991,4
Výdaje na sklizeň – jen poslední rok cyklu	720,0	4 400,0
Doprava štěpky – jen poslední rok cyklu	156,0	184,8
Výdaje na likvidaci pařezů	400,0	400,0

(VANĚK, 2012).

2. 5. Současný stav u nás a ve střední Evropě

Pokud by se měly země EU do roku 2020 naplnit současné plány na využití dřevní hmoty k energetickým účelům, padlo by na tyto účely veškeré dřevo těžené v EU. Uvádí se to v analýze Světové organizace pro zemědělství a výživu (FAO, 1979).

Podle Vladimíra Simanova, odborníka na lesní hospodářství „opustily naděje vkládané na energetické využívání dříví zcela realitu“. „V ČR i Evropě jsou sice historicky nejvyšší výměry lesů a nejvyšší těžební možnosti, ale tento stav nepotrvá věčně. Plocha světových lesů se snižuje tempem 0,2 procenta ročně (úbytek 7, 9 milionů hektarů), a i když celková výměra lesů v Evropě vzrůstá o 0,08 procenta (zhruba o 750 hektarů) ročně, výměra hospodářsky využívaných lesů se snižuje zařazováním lesů do stále dalších území se zvýšenou ochranou až bezzásahovostí. Do roku 2040 se tak očekává úbytek dalších více než šesti milionů hektarů lesů, což je přibližně velikost území Chorvatska,“ konstatuje Simanov v odborném článku „ČR ani EU nebude mít dost dřeva pro obnovitelné zdroje energie“ ze dne 16. 6. 2010 (SIMANOV, 2012).

Podle FAO (2014) má od roku 2005 do roku 2030 vzrůst spotřeba dřeva v EU na energetické účely o 327 procent. V roce 2006 byla přitom v Evropě celková spotřeba dříví včetně dovozu 638,7 milionu kubíků, ale předpoklad objemu energeticky využívaného dříví v roce 2020 je 700 milionů metrů krychlových. „To znamená, že by se mělo v Evropě za deset let spálit o devět procent více dřeva, než je současná jeho celková spotřeba. Politická podpora energetického využívání dříví v období jeho počínajícího nedostatku nemá tak logické opodstatnění,“ uvádí Šimanov. FAO navíc považuje roční objem těžeb dřeva v Evropě ve výši od 730 milionů kubíků ročně za výši přesahující přírůstek dřeva a snižující jeho zásoby v lesních porostech.

S myšlenkami Šimanova souhlasí také náměstek ministra zemědělství pro lesní hospodářství Jiří Novák, který rovněž přispěl do odborného článku. „Pan profesor má pravdu, také my jsme přesvědčeni, že dřeva k energetickým účelům by bylo k naplnění plánů na zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie málo,“ konstatuje Novák. Ministerstvo zemědělství proto podle něj v minulosti vneslo závažné připomínky k návrhům zákona o podpoře bioenergií s tím, že využití dřevní hmoty nepovažuje za vhodné. Ministerstvo především navrhlo omezit výkupní ceny při výrobě elektřiny z lesní biomasy. „Důvodem je, že při výrobě elektřiny je dosahována výrazně nižší efektivnost, jsou vysoké požadavky na objem biomasy a tím podstatně vyšší sběrný rádius s vysokými přepravními vzdálenostmi,“ uvádí důvodová zpráva ministerstva. Využití dřeva k výrobě energie by navíc mohlo podle Asociace českého papírenského průmyslu znamenat nedostatek suroviny pro výrobu vlákniny a papírů. „Přitom zpracování dřeva pro potřeby papírenského průmyslu přidává k ceně suroviny daleko vyšší přidanou hodnotu,“ upozorňuje Jiří Novák.

Dosavadní energetická koncepce ČR počítaly s cílem zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové výrobě energií do roku 2020 na 13 procent. Dominantním surovinovým zdrojem má být „biomasa“, což je pojem, který není zatím v ČR nijak specifikován. Ministerstvo průmyslu a obchodu, ale již dříve upozornilo, že uvedený cíl bude obtížné splnit. Potenciál obnovitelných zdrojů energie, totiž podle něj, činí při využití všech zdrojů, necelých sedm procent z celkové výroby energie v naší zemi (Havel, 2010)

Podíl biomasy na hrubé celkové spotřebě energie se pohybuje od 2,5 % v Itálii či na Slovensku až po 11,7 % v Rakousku (2006). V některých zemích došlo v posledních letech ke značnému nárůstu, jak výroby a spotřeby biopaliv v dopravě, tak i výroby elektrické energie z biomasy, a to zejména v souvislosti se snižováním emisí

skleníkových plynů, zvyšováním podílu obnovitelných zdrojů energie, podle směrnic Evropské Unie a následných podpůrných opatření. Rovněž se zvyšuje i podíl příhraničního obchodu s biomasou.

Přestože jsou si země střední Evropy geograficky blízké, existují mezi nimi značné rozdíly ve struktuře spotřeby energie. Podíl fosilních paliv (ropa, zemní plyn, černé a hnědé uhlí) představuje v průměru 80 % spotřeby energie, podíl pevných paliv (včetně černého a hnědého uhlí) se pohybuje od 10 % v Itálii až po více než 50 % v Polsku a podíl ropy od 20 % na Slovensku až po 45 % v Itálii. Podíl zemního plynu na celkové spotřebě energie je nejvyšší v Maďarsku a to 41 % a naopak relativně nízký například v Polsku či Slovinsku, kde činí asi 12 %. Na Slovensku se 25 % na celkové spotřebě podílí jaderná energie, naopak žádné jaderné elektrárny nejsou v provozu v Rakousku, Itálii nebo Polsku.

Podíl obnovitelných zdrojů energie v zemích střední Evropy se pohybuje od 4,3 % v České republice až po 21,4 % v Rakousku (2006). Biomasa představuje v průměru 70 % spotřebu OZE a to v celé Evropské Unii, v České republice, Polsku a Maďarsku je to dokonce více než 90 % celkového podílu OZE na primárních energetických zdrojích (PEZ) – údaje z roku 2006 Biom (HASS, 2009).

2. 5. 1. Dotace rychle rostoucích dřevin v České republice

V současné době nejsou žádné dotace podporující založení plantáží rychle rostoucích dřevin. Dotační programy s nimi sice počítají, ale dle našich informací se nepředpokládá jejich vyhlášení v následujících letech.

Naproti tomu se dnes dotuje pouze pěstování rychle rostoucích dřevin, tedy i Japonského topolu. Klasickou dotací na plochu orné půdy s programů SAPS a Top-up. Tento typ dotace je vyplácen každý rok a její výše závisí na nadmořské výšce půdy. Konkrétní částka této dotace se každoročně mírně upravuje. V roce 2011 činila dotace přibližně 4.500 Kč/ 1 ha. V říjnu 2012 vyšla dotace rok 2012 ze SAPS 5.387,30 Kč/ 1 ha. Dotace na podporu rychle rostoucích dřevin spadají do resortu ministerstva zemědělství (MIŠKOVSKÝ, 2009).

2. 5. 1. 1. SAPS

Základním dotačním nástrojem v ČR, který přímo a jako jediný v roce 2011 podporuje plantáž RRD, je Jednotná platba na plochu (tzv. SAPS).

Žadatelem je fyzická nebo právnická osoba, obhospodařující zemědělskou půdu, která je na ni vedena v Evidenci půdy (LPIS). O poskytnutí podpory je možné žádat na následující zemědělské kultury a podkultury, přičemž výše podpory není závislá na konkrétním druhu kultury: orná půda (R), travní porost stálá pastvina (TSP), travní porost ostatní (TO), vinice (V), chmelnice osázená (CO), chmelnice neosázená (CN), ovocný sad intenzivní (SI), ovocný sad ostatní (SO), školka (K), zelinářská zahrada (Z), rychle rostoucí dřeviny (D), (JANÁČKOVÁ, 2012).

Základní podmínkou pro poskytnutí podpory je minimální výměra, která činí v součtu všech půdních bloků (dílů půdních bloků) v Jednotné žádosti nejméně jeden hektar zemědělské půdy.

Zemědělská půda, na kterou je požadována finanční podpora, musí být na žadatele vedena v LPIS nejméně od data podání žádosti do 31. srpna kalendářního roku, ve kterém žádá o podporu. Po celé období, po které je půda na žadatele vedena v LPIS, musí být zemědělsky obhospodařována

Podpora se poskytne na zemědělskou půdu, která je v LPIS vedena jako způsobilá k poskytnutí platby podle čl. 124 odst. 1 nařízení Rady (ES) č. 73/2009, tj. byla uchována v dobrém zemědělském stavu. Součástí žádosti o jednotnou platbu na plochu je Deklarace zemědělské půdy a SAPS, ve které musí být uvedeny všechny půdní bloky vedené na žadatele v LPIS v odpovídající výměře (výměra LPIS) a současně výměra, na kterou je požadována Jednotná platba na plochu (výměra SAPS).

Nárok na jednotnou platbu na plochu pro půdní blok s kulturou D (rychle rostoucí dřeviny) má žadatel pouze pokud na půdním bloku pěstuje druhy dřevin, které jsou vhodné jako rychle rostoucí dřeviny pěstované ve výmladkových plantážích. Seznam těchto dřevin včetně maximálního povoleného cyklu sklizně je uveden v tabulce č. 8. Žadatel o rychle rostoucí dřeviny musí vyplnit Deklaraci RRD – viz Přílohy obrázek č. 3, kde uvede čtverec a kód půdního bloku včetně výměry, na které tuto rychle rostoucí dřevinu pěstuje, dále pak rod a druh rychle rostoucí dřeviny, rok výsadby a rok posledního předchozího obmýtí.

Rada EU schválila v květnu 2006 Akční plán pro biomasu, kde mimo jiné, doporučuje podporovat vytvoření dobře fungujícího transparentního a otevřeného trhu s biomasou a zvýšené využívání biomasy pro účely vytápění zejména při kombinované výrobě elektřiny a tepla. V ČR bylo, v rámci horizontální plán rozvoje venkova (HRDP), do roku 2006 podporováno založení porostu RRD ve výši 60 000 Kč na jeden hektar, při splnění podmínky (dané nařízením vlády č. 308/2004 Sb.) dočasně vyjmout

plochy plantáží RRD ze ZPF (zemědělský půdní fond) nejméně na 15 let. Základní zemědělskou dotací v dotačním systému EU byla u nových členských států právě SAPS, která se však poskytuje pouze na půdu evidovanou v registru zemědělské půdy (LPIS). I při dočasném vynětí půdy ze ZPF se nárok na dotaci ztrácí. Velmi záhy tak bylo jasné, proč zemědělci nemají zájem o pěstování RRD. Tato pro ně navíc nová činnost jim přinášela ztrátu základní dotace SAPS na 15 let. Podpora založení porostu RRD ji nemohla nahradit, (JANÁČKOVÁ, 2012).

Koncem roku 2006 došlo ve financování z EU k obratu. Při jednání Řídícího výboru pro přímé platby 18. října 2006 v Bruselu poukázalo Polsko na tento problém a požádalo, aby počínaje rokem 2007 byla kategorie RRD oprávněna pro platbu SAPS. LČR dopisem generálního ředitele požádaly ministryni zemědělství, aby podpořila požadavek Polska při projednávání navržené změny. Tak se koncem roku 2006 RRD staly oprávněné pro SAPS. Na jednání bylo též dohodnuto, že o dotace na založení porostu RRD, pro které se teprve připravovalo nařízení vlády do Programu rozvoje venkova ČR pro období 2007-2013, bude možné žádat i pro výsadbu provedenou v roce 2007. Od 1. března 2007 začala rovněž platit novela prováděcí vyhlášky k zákonu č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, dle které se plantáže RRD mohou pěstovat i na zemědělské půdě, takže se již nemusí dočasně vyjímat ze ZPF. V dubnu 2007 však došlo ke změně pravidel: Při schvalování Programu rozvoje venkova ČR pro období 2007-2013 v Bruselu byla podpora založení porostu RRD přesunuta z osy 2 do osy 1. Zde je úplně jiný systém poskytování podpor. Na rozdíl od osy 2, kde se podpora poskytuje na hektar, se v ose 1 poskytuje po předložení projektu procentem z uznaných výdajů. K tomu by ovšem musela být v ČR pravidla, která nebyla zveřejněna. Podmínkou k získání podpory byla navíc i povinnost žadatele vypěstované RRD energeticky užít pro vlastní potřebu, a tím se stala podpora založení porostu RRD pro zemědělce v ČR téměř nevyužitelná, protože by se štěpka z RRD při získání dotace nesměla obchodovat. Současně se tak administrativně zabraňovalo vytvoření trhu s biomasou v ČR, který Rada EU ve svém Akčním plánu doporučovala. Přehled finančních podpor je shrnut v následující tabulce č. 10. Na jaře 2008 vysázely LČR na Lesním závodu Židlochovice dalších téměř 30 ha ploch RRD a uvažují o zvýšení výsadby na 50 ha ročně, aby se tak staly významným dodavatelem cíleně pěstovaných energetických dřevin v ČR. Při přípravě ploch se orientují na pozemky, které jsou v důsledku občasného zatopení zemědělsky obtížně využitelné. K pokračování projektu RRD u LČR vedlo přesvědčení, že pěstování tohoto

obnovitelného zdroje energie podporované Radou EU dozná i zásadní podpory v České republice a bude i ekonomicky efektivní. Na tomto projektu LČR je průhledně vidět, jak je důležitá podpora ze strany státu (JANÁČKOVÁ, 2012).

2. 5. 1. Výroba elektrické energie z biomasy

Výroba elektrické energie a kombinovaná výroba elektřiny a tepla z biomasy zaznamenala v posledních letech značný nárůst a to především jako důsledek směrnice 2001/77SE o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů. Ve srovnání s celkovou spotřebou biomasy je pak zejména podíl komunálního odpadu na výrobě elektřiny nepoměrně vysoký a to nejen ve střední Evropě, ale ve všech zemích Evropské Unie a představuje 32 % celkové výroby elektřiny z biomasy a odpadů. Dřevní biomasa a odpady pak přispívají asi 45 % a bioplyn asi 23 % Biom. Vysoký podíl bioplynu je díky velkému počtu bioplynových stanic, které se hojně využívají například v Německu (HASS, 2009).

2. 5. 2. Biomasa v dopravě

V květnu 2003 schválila Rada a Evropský parlament směrnici pro podporu využití biopaliv nebo dalších obnovitelných pohonných látek v dopravě. Na základě této směrnice musely členské státy stanovit národní cíle týkající se minimálního podílu biopaliv v dopravě. Pro tyto účely byly stanoveny postupné indikativní cíle, a to 2 % do roku 2005 a 5,75 % do konce roku 2010 (HASS, 2009).

2. 5. 3. Přeshraniční obchod s biomasou

Tento trend se v poslední době ve střední Evropě velice rozmáhá, je to zejména díky zvyšujícímu se podílu biomasy na spotřebě energie. Současně s tímto trendem se rozmáhá také přeshraniční obchod s palivovým dřevem. Za největšího dodavatele dřeva je považováno Rakousko. Mezi lety 1996 až 2006 se v Rakousku celkový přeshraniční obchod s dřevním odpadem zvýšil z 850 000 tun na 1 800 000 tun. Tento trend je způsoben jak zvyšující se produkcí dřezozpracujícího průmyslu, tak i nepochybně vyšším využitím biomasy pro energetické účely (HASS, 2009).

3. Metodika

3. 1. Charakteristika jednotlivých plantáží

4. 1. 1. Moraveč - BPEJ 7 2 0 0 1

Tato bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do 4. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, její průměrná cena je 5,13 Kč za m². Bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 41. Průměrná roční teplota v této oblasti je 5,2 °C s ročními průměrnými srážkami 874 mm.

3. 1. 1. 1. Klimatický region

Spadá do sedmého klimatického regionu, který je z klimatických regionů plošně nejrozšířenější. Zaujímá všechny vyšší části pahorkatin. Rovněž sem patří Tachovská brázda, Chodská pahorkatina, části Středočeské pahorkatiny, Brdská vrchovina, Žulovská pahorkatina, Podkrkonošská pahorkatina atd. Části tohoto klimatického regionu v severovýchodní Moravě nejsou zejména srážkově sjednocené jako části ostatní (značně vyšší humidita), nebylo však nutno tento region dělit, protože tyto oblasti se liší rovněž svým geologickým substrátem a nemohou být tudíž ve stejné bonitované půdně ekologické jednotce.

3. 1. 1. 2. Hlavní půdní jednotka

Hlavní genetický půdní představitel je kambizem.

Hloubka půdy je středně hluboká až hluboká. Obsah humusu je nízký. Hodnota pH je v rozmezí 6,5 až 7,2, což je neutrální až slabě alkalická půda.

3. 1. 1. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy

Hodnocení skeletovitosti je bezskeletovitá s příměsí s maximálním obsahem skeletu do 10 %.

Hloubka půdy je zhruba 60 cm, což značí středně hlubokou půdu.

Sklon je označen jako rovina se sklonem do 3°.

Kategorie expozice je udána na všesměrnou expozici, tudíž bez rozlišení.

3. 1. 2. Strmilov - BPEJ 7 2 0 0 1

Tato bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do 4. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, její průměrná cena je 5,13 Kč za m². Bodová výnosnost

této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 41. Průměrná roční teplota v této oblasti je 5,4 °C s ročními průměrnými srážkami 915 mm.

3. 1. 2. 1. Klimatický region

Spadá do sedmého klimatického regionu, který je z klimatických regionů plošně nejrozšířenější. Zaujímá všechny vyšší části pahorkatin. Rovněž sem patří Tachovská brázda, Chodská pahorkatina, části Středočeské pahorkatiny, Brdská vrchovina, Žulovská pahorkatina, Podkrkonošská pahorkatina atd. Části tohoto klimatického regionu v severovýchodní Moravě nejsou zejména srážkově sjednocené jako části ostatní (značně vyšší humidita), nebylo však nutno tento region dělit, protože tyto oblasti se liší rovněž svým geologickým substrátem a nemohou být tudíž ve stejné bonitované půdně ekologické jednotce.

3. 1. 2. 2. Hlavní půdní jednotka

Hlavní genetický půdní představitel je hnědozem.

Hloubka půdy je středně hluboká až hluboká. Obsah humusu je nízký. Hodnota pH je v rozmezí 6,5 až 7,2, což je neutrální až slabě alkalická půda.

3. 1. 2. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy

Hodnocení skeletovitosti je bezskeletovitá s příměsí s maximálním obsahem skeletu do 10 %.

Hloubka půdy je zhruba 60 cm, což značí středně hlubokou půdu.

Sklon je označen jako rovina se sklonem do 3°.

Kategorie expozice je udána na všesměrnou expozici, tudíž bez rozlišení.

3. 1. 3. Vráž u Písku - BPEJ 7 4 7 0 2

Tato bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do 3. třídy ochrany zemědělského půdního fondu a její průměrná cena je 4,73 Kč za m². Bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 33. Průměrná roční teplota v této oblasti je 7,3 °C s ročními průměrnými srážkami 745 mm.

3. 1. 3. 1. Klimatický region

Spadá do sedmého klimatického regionu, který je z klimatických regionů plošně nejrozšířenější. Zaujímá všechny vyšší části pahorkatin. Rovněž sem patří Tachovská

brázda, Chodská pahorkatina, části Středočeské pahorkatiny, Brdská vrchovina, Žulovská pahorkatina, Podkrkonošská pahorkatina atd. Části tohoto klimatického regionu v severovýchodní Moravě nejsou zejména srážkově sjednocené jako části ostatní (značně vyšší humidita), nebylo však nutno tento region dělit, protože tyto oblasti se liší rovněž svým geologickým substrátem a nemohou být tudíž ve stejné bonitované půdně ekologické jednotce.

3. 1. 3. 2. Hlavní půdní jednotka

Hlavní genetický půdní představitel je hnědozem.

Hloubka půdy je hluboká až velmi hluboká. Obsah humusu je středně vysoký až vysoký. Hodnota pH je v rozmezí 4 až 6, což je slabě až silně kyselá.

3. 1. 3. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy

Hodnocení skeletovitosti je bezskeletovitá s příměsí s maximálním obsahem skeletu od 10 do 25 %.

Hloubka půdy je nad 60 cm, což značí hlubokou půdu.

Sklon je označen jako rovina se sklonem do 3°.

Kategorie expozice je udána na všesměrnou expozici, tudíž bez rozlišení.

3. 1. 4. Vráčkovice BPEJ – 7 4 6 0 2

Tato bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do 3. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, její průměrná cena je 5,68 Kč za m². Bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena na stupnici od 0 do 100 hodnotou 36. Průměrná roční teplota v této oblasti je 4,9 °C s ročními průměrnými srážkami 763 mm.

3. 1. 4. 1. Klimatický region

Spadá do sedmého klimatického regionu, který je z klimatických regionů plošně nejrozšířenější. Zaujímá všechny vyšší části pahorkatin. Rovněž sem patří Tachovská brázda, Chodská pahorkatina, části Středočeské pahorkatiny, Brdská vrchovina, Žulovská pahorkatina, Podkrkonošská pahorkatina atd. Části tohoto klimatického regionu v severovýchodní Moravě nejsou zejména srážkově sjednocené jako části ostatní (značně vyšší humidita), nebylo však nutno tento region dělit, protože tyto oblasti se liší rovněž svým geologickým substrátem a nemohou být tudíž ve stejné bonitované půdně ekologické jednotce.

3. 1. 4. 2. Hlavní půdní jednotka

Hlavní genetický půdní představitel je kambizem.

Hloubka půdy je hluboká až velmi hluboká. Obsah humusu je střední. Hodnota pH je v rozmezí 4,5 až 6,5, což je slabě kyselá až kyselá.

3. 1. 4. 3. Skeletovitost, hloubka, sklonitost a expozice půdy

Hodnocení skeletovitosti je bezskeletovitá s příměsí s maximálním obsahem skeletu od 10 do 25 %.

Hloubka půdy je nad 60 cm, což značí hlubokou půdu.

Sklon je označen jako rovina se sklonem do 3°.

Kategorie expozice je udána na všesměrnou expozici, tudíž bez rozlišení.

3. 2. Sběr a zpracování dat

Tato diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci.

Ke zpracování byla použita část rešerše z výše uvedené bakalářské práce, jednalo se zejména o legislativu, historii a obecné informace o japonském topolu. Následoval další sběr dat a informací z odborné literatury a návštěva odborných webových stránek a odborných článků. Po získání těchto nových poznatků následovala cesta do dalších terénů a nových plantáží. Nejprve bylo nutné vlastníky těchto plantáží telefonicky obvolat a následně požádat o jejich spolupráci. Po získání jejich souhlasu k pokácení a následnému změření bylo nutné se na tato místa vypravit. Na každé z plantáží bylo pokáceno cca 50 náhodně zvolených jedinců. Tito jedinci byli dále zpracováváni. U každého jedince proběhlo měření jeho délky, tloušťky a hmotnosti. Měření hmotnosti probíhalo tak, že se nejprve strom odvětvil a následně byl zvážen. Větve a kmen byly váženy zvlášť. Větve se svázaly do svazku a kmen se rozřízl a poté byl také svazkovan a vážen. Během měření tloušťky jsme se zaměřili ne pouze na výčetní tloušťku na 1,3 m od země, ale i na tloušťku po jednotlivých metrech. Přesnost našeho sběru dat a jejich následné zpracování nám zajišťovaly odborné pracovní pomůcky, jednalo se motorovou pilu, zahradnické nůžky, zahradní kleště, ocelové pásmo, digitální posuvné měřítko (toto měřítko nám umožnilo měřit s přesností měření na desetinu milimetru), ruční váha Kern HDB 5K5 s přesností na 5 gramů a zápisník. Takto získaná data byla převedena do elektronické podoby a následně dále

zpracovávána pro účely diplomové práce. Ke zpracování naměřených údajů byl použit program MS Excel.

Cílem DP bylo znázornit, jaký je roční objemový přírůst japonského topolu na plantážích rychle rostoucích dřevin. DP se dále zabývá určením, jak velká je závislost hmotnosti sušiny na průměrné výšce a tloušťce. Tyto zpracované údaje jsou uvedeny v kapitole „Výsledky“. Nejdůležitější bylo získat spojnice trendu v závislosti na výčetní tloušťku a délku. Po získání spojnic se musela najít taková spojnice trendu, co nejvíc odpovídala bodům v grafu. Kromě křivek jsou důležité hlavně vzorce, které znázorňují i velikost intervalu spolehlivosti. Bohužel některé vzorce mají malou míru spolehlivosti, a tak se nedají bezpečně použít. Naproti tomu, když budeme brát spolehlivost větší, než 85% dají se použít vzorce na určení objemu dle výčetní tloušťky.

Všechna získaná a zpracovaná data byla uspořádaná do jednotlivých grafů, podle řešených problematik. Kapitola „Metodika“ nám jednotlivé plantáže představuje jejich hlavními charakteristikami, jako je BPEJ, průměrné roční srážky a průměrnou roční teplotu. Co se týče vlivu stanoviště na produkci, jsem se snažil poukázat nejdůležitější faktory, co ovlivňují přírůst. Porovnání vlivu srážek a teplot, je vzhledem k podobnosti stanovišť neprokazatelné. Co se týče rozdílnosti půdy, je pro japonský topol lepší když, roste na místech kde, je vyšší obsah skeletovitosti. Co se týče hloubky půdy, expozice a hlavní půdní jednotky, se nedá prokázat závislost na produkci.

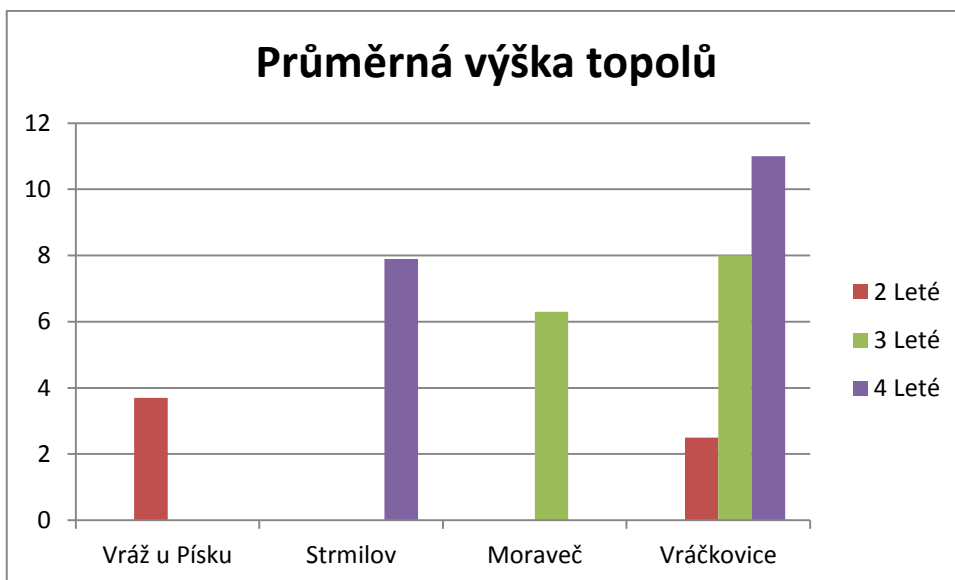
V předposlední kapitole „Diskuse“ jsem shrnul své výsledky a poukázal na možný budoucí vývoj v tomto odvětví, na jeho zdokonalování a jeho podporu nejen ve vztahu k ochraně přírody a krajiny, ale i k jeho možnému ekonomickému využití.

Vliv srážek není významný

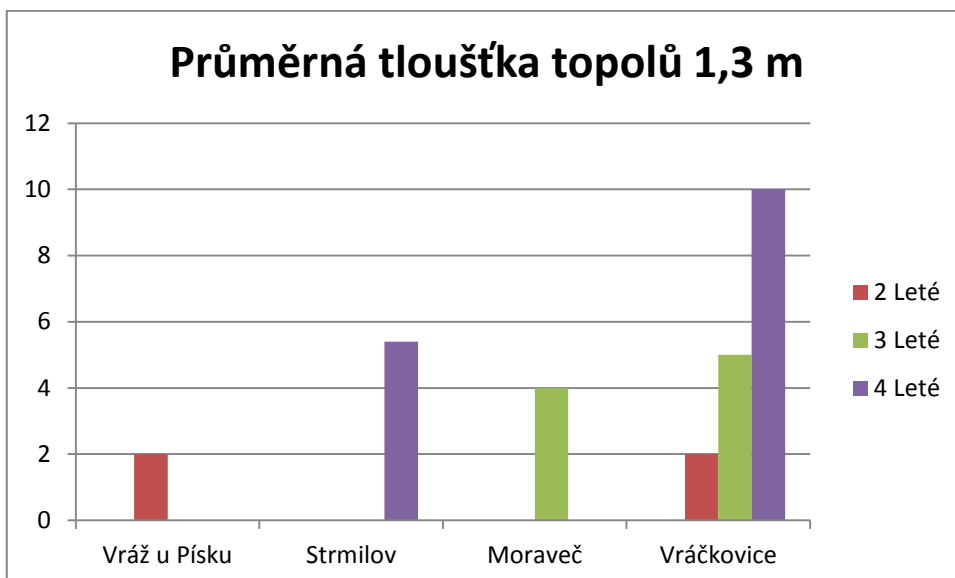
4. Výsledky

4.2. Produkce v jednotlivých letech na výzkumných plochách

Následující graf znázorňuje průměrnou výšku japonského topolu na čtyřech uvedených stanovištích, v rozpětí od dvou do čtyř let.

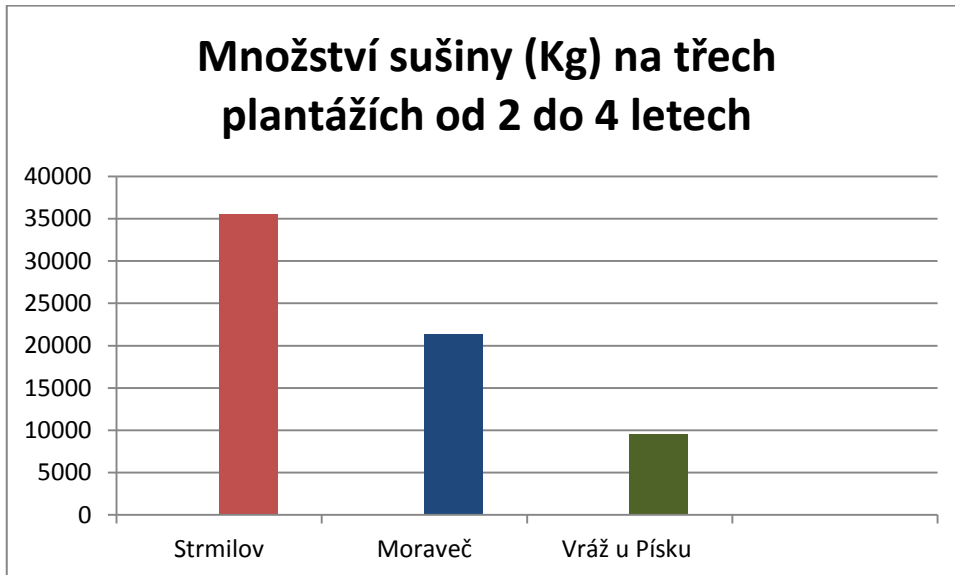


Následující graf znázorňuje průměrnou tloušťku japonského topolu v 1,3 m od země na čtyřech uvedených stanovištích, v rozpětí od dvou do čtyř let.



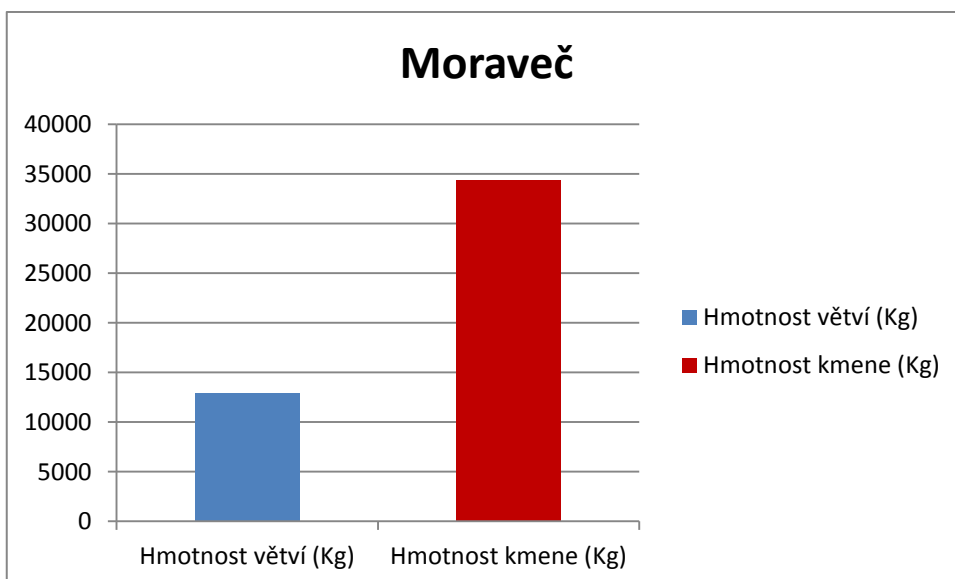
4.3. Hmotnost plantáže sušiny

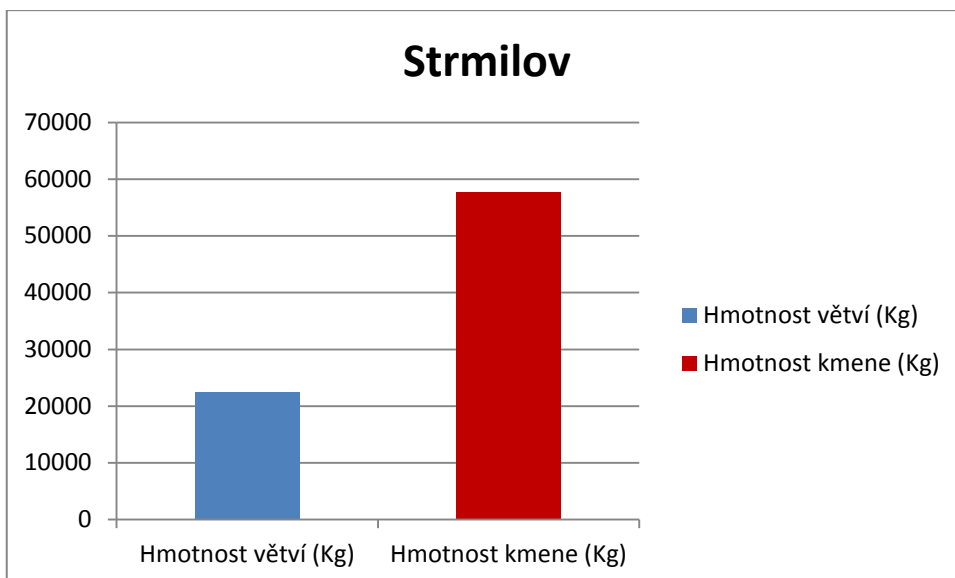
Níže uvedený graf udává výtěžnost v kilogramech sušiny na jeden hektar na třech plantážích ve věkovém rozestupu jednoho roku (2,3,4).



4.4. Podíl hmotností větví a kmene

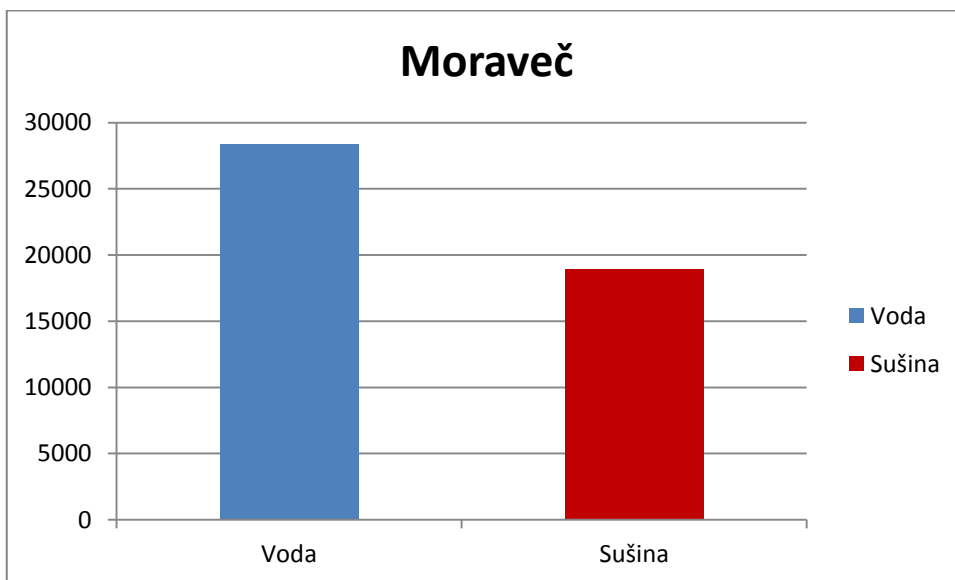
Dva níže uvedené grafy znázorňují poměr mezi hmotností větví a hmotností kmene v kilogramech, vztažené k hmotnosti jednohektarové plantáže. Jedná se o tříletou plantáž Moraveč a čtyřletou plantáž Strmilov.

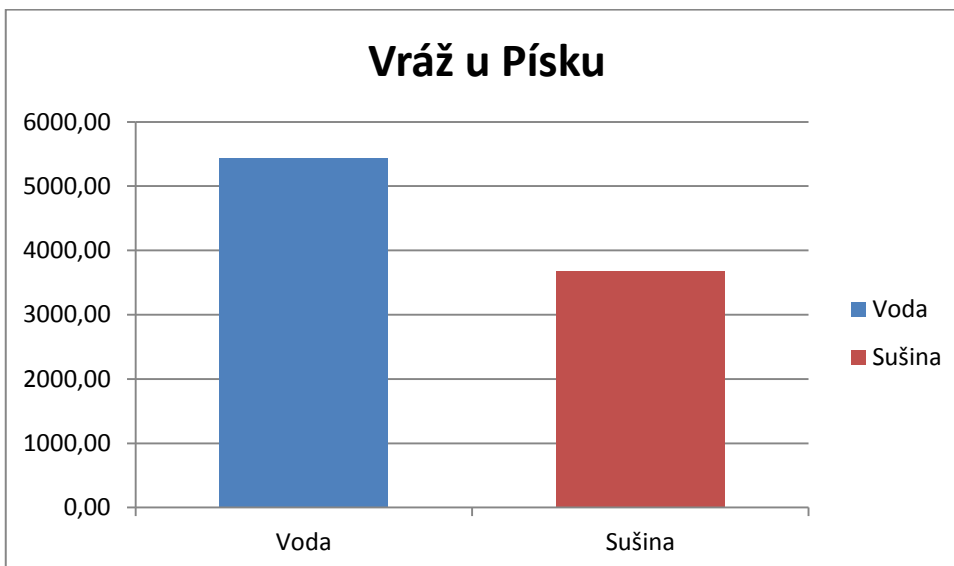
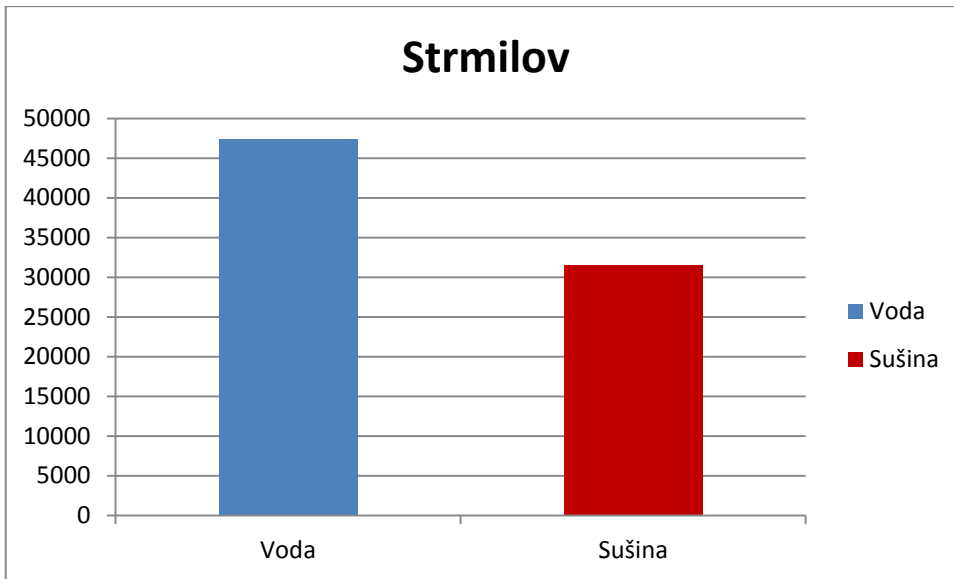




4.5. Podíl sušiny a vody v Kg

Tyto níže uvedené grafy udávají hmotnost sušiny a hmotnost vody vztažené na celou jednohektarovou plantáž při množství sušiny cca 40 %. Jedná se o čtyřletou plantáž Moraveč, tříletou plantáž Strmilov a dvouletou plantáž Vraž u Písku.

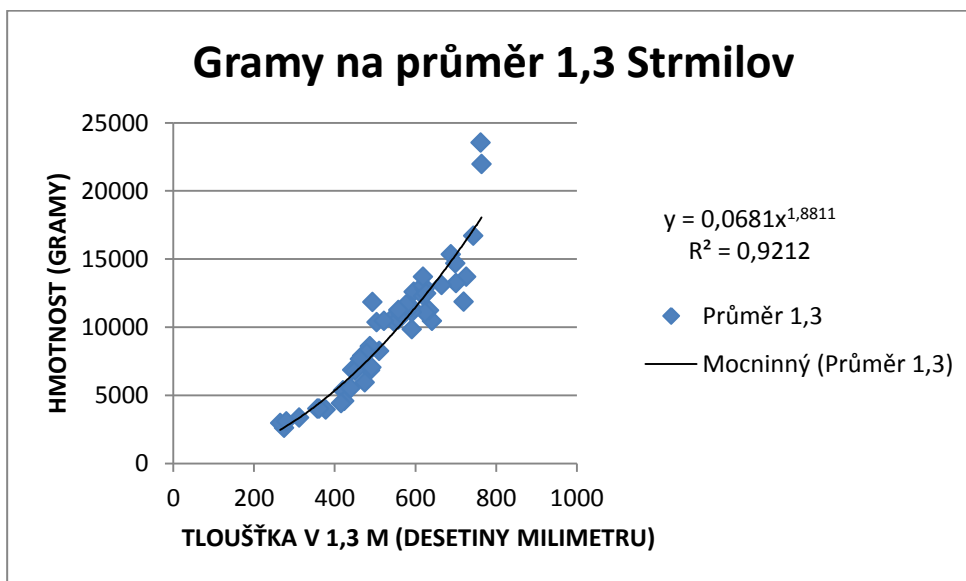




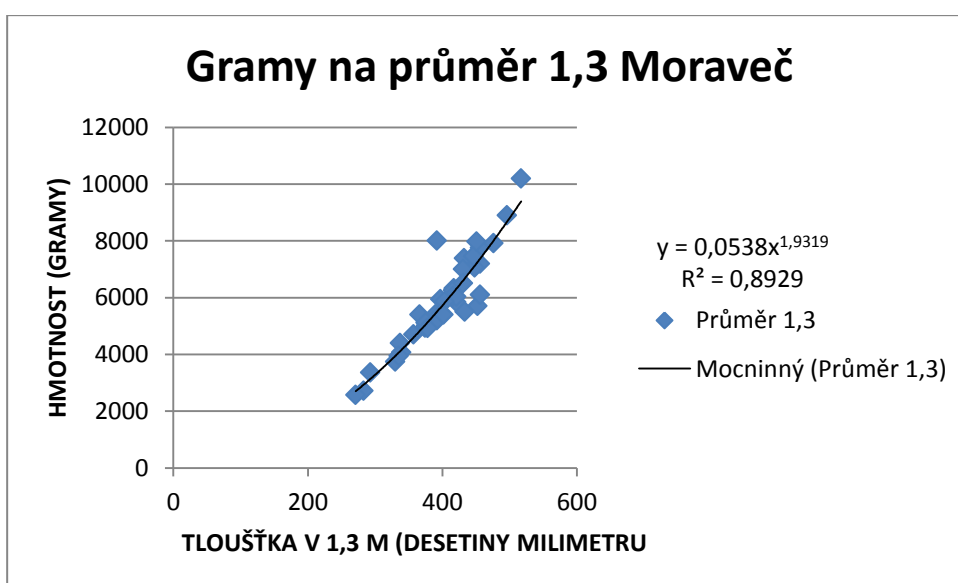
4. 6. Vzorce pro výpočet hmotnosti

V níže uvedených čtyřech grafech jsou znázorněny spojnice trendu a to na plantážích Strmilov a Vráčkovice, a to vztažené k celkové hmotnosti jednak na průměrnou výčetní tloušťku a jednak na výšku.

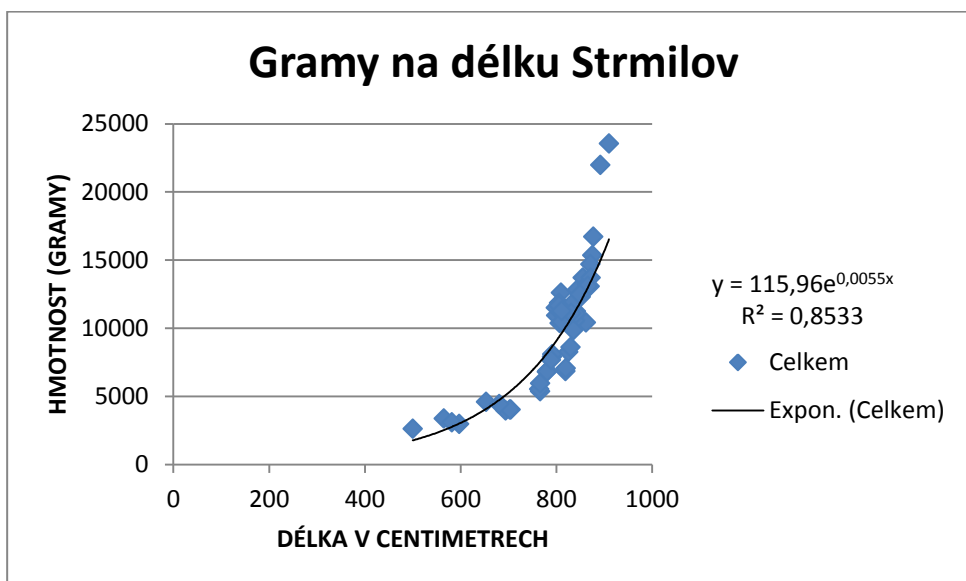
V prvním grafu je vzorcem vyjádřena závislost tloušťky v 1,3 m od země na celkovou hmotnost stromu ve čtyřech letech.



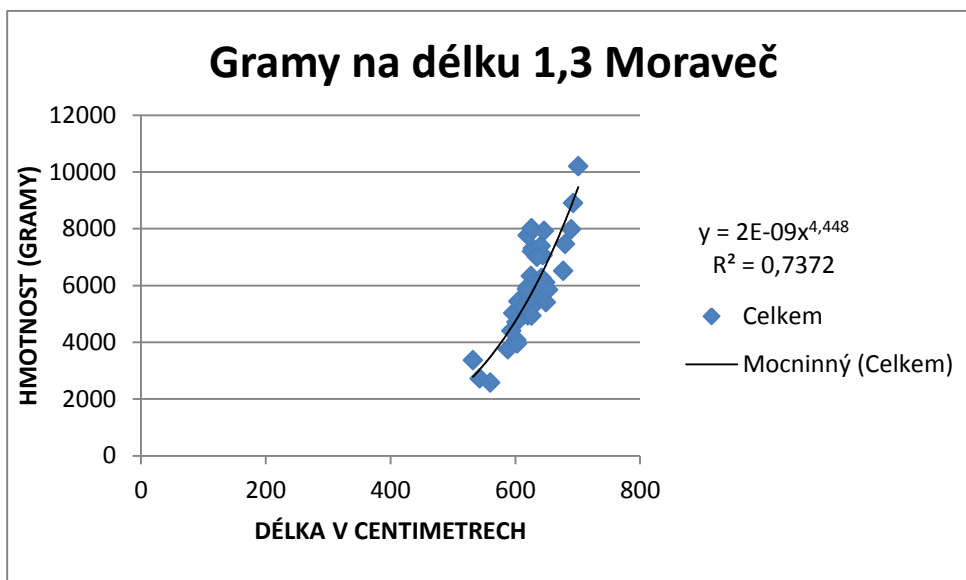
Ve druhém grafu je vzorcem vyjádřena závislost tloušťky v 1,3 m od země na celkovou hmotnost stromu ve třech letech.



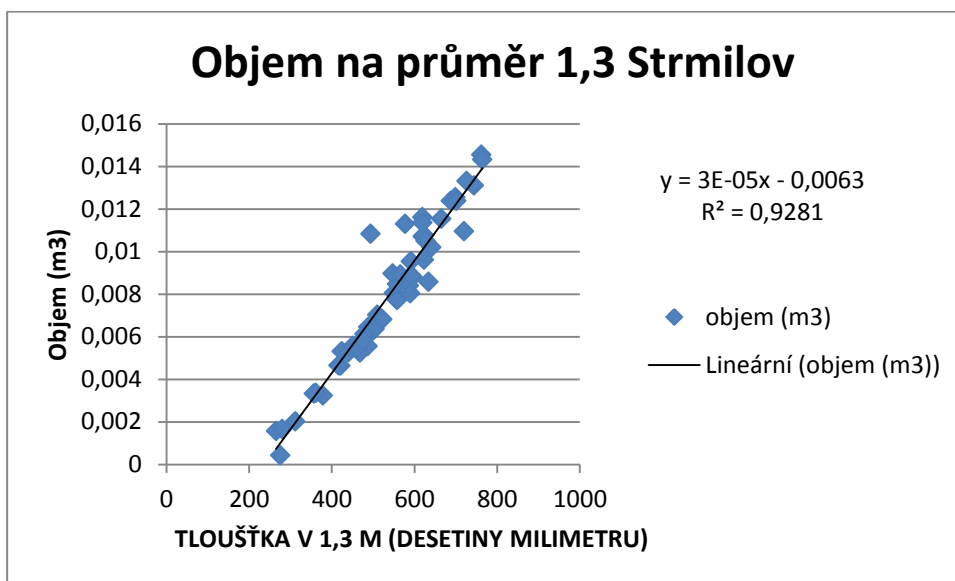
Ve třetím grafu je vzorcem vyjádřena závislost délky stromu na celkové hmotnosti stromu ve čtyřech letech.



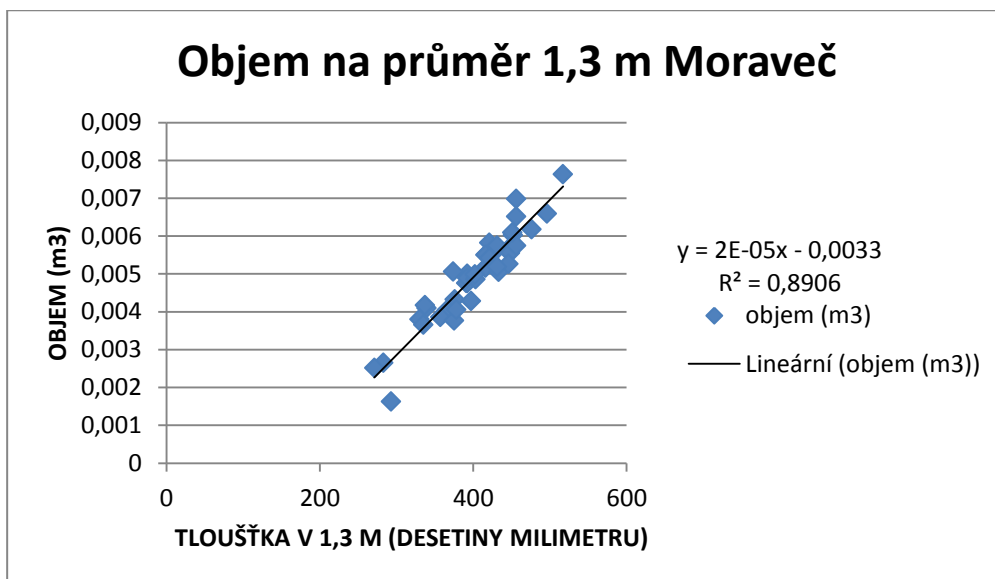
Ve čtvrtém grafu je vzorcem vyjádřena závislost délky stromu na celkové hmotnosti stromu ve třech letech.



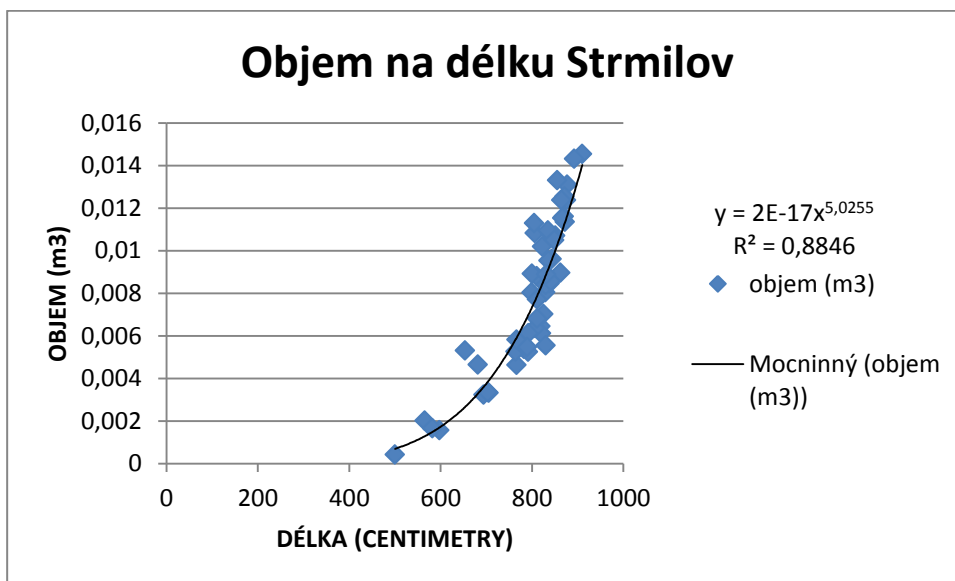
V pátém grafu je vzorec na vyjadřující závislost objemu na výčetní tloušťce v 1,3 m stromu ve čtyřech letech.



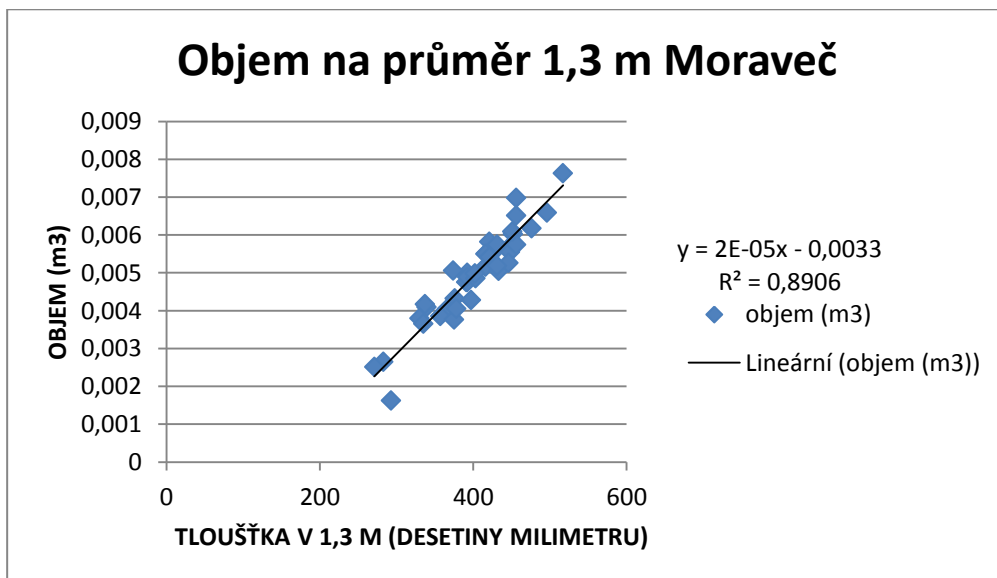
V šestém grafu je vzorec na vyjádření objemu v závislosti na výčetní tloušťce v 1,3 m stromu ve třech letech.



V sedmém grafu je vzorec na vyjádření objemu v závislosti na délce stromu ve čtyřech letech.



V osmém grafu je vzorec na vyjádření objemu v závislosti na délce stromu ve třech letech.



5. Diskuze

V kapitole Diskuze se zaměříme především na ekonomickou stránku zakládání plantáže rychle rostoucích dřevin, jejich následné energetické zhodnocení. Na základě použitých vzorců v kapitole Výsledky byly zjištěny skutečnosti ohledně závislosti tloušťky a výšky na celkový objem jednotlivých stromů.

Abychom mohli vyčíslit náklady potřebné pro rozjezd tohoto projektu, musíme určit cenu všech potřebných položek. Nejdůležitější je cena pozemku, která se odvíjí dle umístění a pozemku. Další důležitou věcí je nákup a cena sadebního materiálu. Vzhledem k tomu, že se dá sehnat sadební řízek japonského topolu „J-105 (Max – 4) – P. nigra L. x P. maximowiczii Henry ‘Maxvier‘“ za 1 korunu a pro optimální využití produkce se počítá s 8000 kusy na jednom hektaru. Cena za sadební materiál na takto velkou plochu vychází cca 8 000,-- Kč. Cena dopravy závisí na vzdálenosti dodavatele sadebního materiálu, a ta se těžko určuje. Cena zasazení se odvíjí dle druhu způsobu sadby a druhu sadebního materiálu. Cena mechanického sazeče se pohybuje okolo cca 300.000,-- Kč nebo jeho zapůjčení se pohybuje okolo cca. 4.000,-- Kč na den. Další náklady závisí dle požadavků, podle toho co od plantáže očekáváme. Pokud se plantáž zaměří, na produkci špalíků musí se připočíst cena špalíkovače (průměr větví 7 – 8 cm), vzniklé špalíky rychleji usychají. Dále by byl vhodným pomocníkem štěpkovač (malé do průměru stromu 10cm, nebo větší do průměru stromu cca 20 cm), které mohou dle stroje buď nakládat na valník nebo rovnou do pytlů a to u automatického štěpkovače. Zde záleží, jestli chceme produkovat štěpku nebo dřevo o průměru cca. 10 cm, v poslední době začíná být větší zájem o dřevo z japonského topolu o minimální tloušťce 3 cm. Cena těchto strojů se pohybuje okolo 50.000,-- až 100.000,-- Kč. U stromů větší dimenze stromů se cena bude pohybovat okolo cca 200.000,-- až 400.000,-- Kč. Pokud nechceme do těchto strojů mnoho investovat, existuje možnost si tyto stroje zapůjčit. Další náklady by popřípadě připadaly na oplocení. Cena za případné oplocení by se pohybovala okolo 10.000,-- Kč až 25.000,-- Kč na jeden hektar. V českých podmínkách se oplocení moc nepoužívá, pouze v případech, kde jsou velmi vysoké stavy zvěře.

Pro tento druh podnikání není nutná, žádná velká odbornost, ani kvalifikace. Co se týče nějakých investic do budoucna, je nutná jen občasné posekání buřeně, a to především v prvních dvou letech po vysazení. V případě, že se toto zanedbá, prodlouží doba sklizně, a tím pádem se nám sníží výnos.

Pro úspěšné zahájení podnikání, je ještě důležité si vyžádat od dodavatele rostlinolékařský pas k sadebnímu materiálu.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že pěstování japonského topolu může sloužit jako hlavní příjem finančních prostředků nebo jako doplňková činnost.

Co se týče příjmů, může se týkat jak prodeje sadebního materiálu, a to hlavně v prvních letech. Sadební materiál můžeme prodávat buď ve velkém pro jiné plantáže, které začínají nebo malý pěstitelé co si koupí pár desítek až pár tisíc kusů pro svojí vlastní potřebu. Ceny se pohybují u řízků a prutů od 1 Kč do 2 Kč (dlouhé prýty až 5 Kč), nebo od 15 Kč do 30 Kč u kořenáčů. Kořenáče se hodí do rodinných domů s malou zahradou, pro rychlý růst, z důvodu vyvinutého kořenového systému. Hlavní příjem, by měl být prodej biomasy, a hlavně štěpky, který se pohybuje v rozmezí 40.000 Kč až 70.000 Kč za jeden hektar. Vzhledem k tomu, že mohu z jednoho hektaru získat tuto částku minimálně čtyřikrát, ale spíše pětkrát, za životnost plantáže, která je 20 až 25 let, činí příjem 3.200.000,-- Kč až 7.000.000,-- Kč za životnost plantáže. Další možností je využití případné dotace, která je dnes pouze na plochu a to cca 5 000 Kč na 1 hektar za rok. K získání případné dotace je zapotřebí splnit tyto podmínky:

1. Pozemek – Pozemek musí být vlastní nebo v dlouhodobém pronájmu. Musíte předložit výpis z katastru nemovitostí nebo nájemní smlouvu.
2. Zápis pozemku – Musíte do 31. 3. daného roku nechat zapsat pozemky do registru půdních bloků (LPIS).
3. Žádost o dotaci – Do 15. 5. musíte zažádat o dotaci na místním regionálním odboru ministerstva zemědělství.
4. Živnost – živnostenský list (Zápis v evidenci samostatně hospodařícího zemědělce) nemusíte mít!

Ve druhém bodu diskuze bych se zaměřil na porovnání produkce japonského topolu na zkoumaných plantážích s dalšími odbornými pracemi. Podle jedné odborné webové stránky jsou ideální podmínky pro pěstování rychle rostoucích dřevin, především kombinace půdních a klimatických podmínek. Hlavním a nejpodstatnějším faktorem je dostupnost vody (půdní i srážkové), dále fyzikální vlastnosti půdy a limitující faktory zejména klimatické. Absolutně nevhodné podmínky pro pěstování rychle rostoucích dřevin jsou jednak písčité a štěrkovité půdy s nepříznivým hydrologickým režimem (vysychavé) anebo půdy rašeliništní a trvale přemokřené. Výběr vhodných klonů a odrůd rychle rostoucích dřevin pro konkrétní výsadbu

případně region musí tedy vycházet v první řadě ze znalosti půdně-klimatických (stanovištních) podmínek zvolené lokalit. Pokud je zvolené stanoviště – zemědělský pozemek – pro topoly a vrby vhodný, je možno vybrat nejvhodnější klony případně odrůdy na základě jejich specifických vlastností a nároků (WEGER, 2009).

Jako optimální přírůst se počítá s 10 až 20 tunami za rok na jeden hektar. Může být i menší a to v závislosti na sponu a přírodních podmínkách. A maximální výškový přírůst až 5,5 m za rok. Jako optimální se počítá s nadmořskou výškou do 650 metrů nad mořem. Vzhledem k tomu, že naměřené údaje na plantážích, Vráž u Písku, Strmilov a Moraveč, se pohybovaly spíše ve spodních hranicích, vycházelo přírůst, zhruba 5 tun dá se říct, že tyto měřené plantáže byly spíše na horších podmínkách. Při porovnání výškového přírůstu vycházel nejlépe dvouletý porost ve Vráži u Písku a to cirká 4 metry ve druhém roce. Co se týče závislosti produkce na stanovištích s různou bonitovanou půdní ekologickou jednotkou. Kterou jsem porovnával s geoportálem (<http://geoportal.gov.cz/>) kdy vycházela produkce v daných oblastech, zhruba 5 až 9 tun sušiny na hektar ročně. Můžu konstatovat, že mé výsledky odpovídají přírůstu na méně vhodných lokalitách.

6. Závěr

V této diplomové práci jsem se zaměřil na japonský topol, jednu z populárních a předních rychle rostoucích dřevin. Během zpracovávání mé práce jsem navštívil několik plantáží, které se přímo na japonský topol specializují. Zaměřil jsem se na porovnání několika plantáží v různých letech a v různých oblastech České republiky.

Z výše uvedených výsledků nám vyplývá, jaký je roční přírůst na zvolených plantážích. U čtyř letých je přírůst 8,8 tun sušiny za rok, u tříleté 7,1 tun sušiny za rok a o dvouletých 4,8 tun na hektar za rok. Je patrné, že produkce s přibývajícím rokem roste. V rešerši se odkazují k jiným autorům co tvrdí, že přírůst je od 5 do 10 tun, což výsledky potvrzují.

V poslední řadě jsem se snažil vyjádřit ekonomické zhodnocení japonského topolu. Použil jsem průměrné hodnoty a ty jsem vyjádřil a určil ekonomickou efektivnost japonského topolu. Použil jsem průměrné ceny všech potřebných veličin. Potřeboval jsem určit ceny nákladů, a to ceny strojů a nákladů spojených se založením plantáže. A tyto náklady jsem porovnal s možnými výnosy dle aktuálních cen možných produktů plantáže japonského topolu.

Co se týče vlivu stanovišť, mohu říct, že faktor co dle výsledků ovlivňuje přírůst je skeletovitost. Když je skeletovitost od 10 do 25 %, byla produkce o 22 až 28 % větší než u skeletovitosti do 10 %. U ostatních faktorů se mi nepodařilo prokázat jejich vliv na produkci japonského topolu.

7. Seznam použité literatury

Knižní zdroje

CELJAK I., BOHÁČ J., KOHOUT P., 2007: Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích topolů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 54 s.

MCDILL D. W., FORD V. L., and MCNEELN J. F., 2004: Early development of a species test established on surface mines thirty years post-reclamation.

FAO, 1979: Poplars and willows in wood production and land use. FAO Forestry Series, No. 10, Rome, Italy, 328 s.

FAO, 1958: Poplars in forestry and land use. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 12, Rome, Italy, 511 s.

HAVLÍČKOVÁ K. a kol., 2008: Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice, VÚKOZ, 83 s.

HEILAMAN E. P., 1999: Planted forests: poplars. *New Forests*, 17:89-93.

JANÁČKOVÁ S. 2012: Rychle rostoucí dřeviny v České Republice. Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Praha 69 s.

KARAČIČ A., 2005: Production and Ecological Aspects of Short Rotation Poplars in Sweden. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science Uppsala, 42 s.

KOHOUT P., CELJAK I., BOHÁČ J., PAVELCOVÁ L., 2010: Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby). Jihočeský univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice 101 s.

KŘÍŽ V. 2013: Zhodnocení objemového přírůstu plantáže japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) ve Vráži u Písku. Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha 41 s.

LOBARD K., AFTA 2005 Conference Proceedings: Hybrid poplar establishment under harsh environmental and edaphic conditions

PASTOREK Z., K8RA J., JEVIČ P., 2004: Biomasa obnovitelný zdroj energie. Praha, FCC PUBLIC, s. 28 - 30

WEGER J., Havlíčková K., 2002: Pěstování rychle rostoucích dřevin. Agro magazín, 2: 41 – 43.

WEGER J., a kol., 2007: Rámcová typologie zemědělských půd pro pěstování vybraných klonů topolů a vrb k energetickému využití v České republice – Lesnická práce č. 04/07, Praha.

WEGER J. a kol., 2006: Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy. Životné prostredie, 3: 137 – 141.

ZSUFFA L. a kol., 1996: Trends in poplar culture: some global and regional perspectives. In: Stettler, R. F., Bradshaw, H. D., Heilman, P. E., Hickley, T. M. Biology of *Populus* and its implications for management and conservation. NRC Research Press, National Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, On, Canada, s. 515 – 539.

Internetové zdroje:

BIOM: *Biom.cz* [online]. 2010-08-30 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/mapa-pelety-brikety-stepka>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 2. *Biom.cz* [online]. 2010-08-30 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-2>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 1.. *Biom.cz* [online]. 2010-08-23 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655.

EAGRI., Metodická instrukce Ministerstva životního prostředí k aplikaci § 5, odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/>>. ISSN: 1801-2655.

GEOPORTAL., Dostupné z WWW: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>>. ISSN: 1801-2655.

HAAS R., KRANZL, KNÁPEK: Současný stav a perspektivy rozvoje užití biomasy v zemích střední Evropy. *Biom.cz* [online]. 2009-12-16 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/soucasny-stav-a-perspektivy-rozvoje-uziti-biomasy-v-zemich-stredni-evropy>>. ISSN: 1801-2655.

HAVEL P.: ČR ani EU nebude mít dost dřeva pro obnovitelné zdroje energie. *Japonske-topoly-prodej.cz* [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.japonske-topolyprodej.cz/?cr-ani-eu-nejde-mit-dost-dreva-pro-obnovitelne-zdroje-energie,39>>. ISSN: 1801-2655.

HOVORKA, Adam: Suché jaro – nepřítel nových plantáží. *Biom.cz* [online]. 2007-07-15 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/suche-jaro-nejde-mit-dost-dreva-pro-obnovitelne-zdroje-energie>>. ISSN: 1801-2655.

KAŠPÁREK J.: Pěstujeme topoly. Pestujemetopoly.cz. [online]. Dostupné z WWW: <<http://pestujtetopoly.cz/index.php/>>. ISSN: 1801-2655.

KUSALA, J. 2005. Hrátky s obnovitelnými zdroji. 1. vyd. Praha : ČEZ, 2005. 36 s. ISBN 80-239-9687-8.

MACÁK Z.: Japonské topoly. Topoly.eu [online]. Dostupné z WWW: <<http://topoly.eu/index.html>>. ISSN: 1801-2655.

MIŠKOVSKÝ, Josef: Projekt pěstování biomasy v podniku Lesy České republiky. *Biom.cz* [online]. 2009-04-06 [cit. 2013-04-26]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/projekt-pestovani-biomasy-v-podniku-esy-ceske-repubiky>>. ISSN: 1801-2655.

MZP., Metodická instrukce Ministerstva životního prostředí k aplikaci § 5, odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/>>. ISSN: 1801-2655.

ŠINKORA M.: Topoly a vrby pro energetiku. *Biom.cz* [online]. 2008-02-25 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-pro-energetiku>>. ISSN: 1801-2655.

VANĚK M., PALUŠ H., VLACH O., MAGNUSKOVÁ J., BARTOŇOVÁ J.: Rychle rostoucí topoly jako zdroj energie v podmínkách ČR. *Tuzvo.sk* [online]. 2012-02-11 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://www.tuzvo.sk/files/DF/fakulta_df/AFX/archive/2012/2012-2/11-2-12-vanek-palus-vlach-magnuskova-bartonova.pdf>. ISSN: 1801-2655.

WEGER J.: Co jsou to „japany“ aneb je Japonský topol až z Aljašky. *mail.vukoz.cz* [online]. 2011. Dostupné z <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/japany.html>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER J., STUPAVSKÝ V.: Legislativa pro cíleně pěstované energetické rostliny a rychle rostoucí dřeviny s ohledem na ochranu přírody, půdy a nakládání se sadbou. *Beckov.* [online]. 2011-12-21 [cit. 2013-04-01]. Dostupné z WWW:

<http://www.beckov.cz/wp-content/uploads/jan-wagner-pestovani-rrd.pdf> ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Výmladkové plantáže topolů a vrb. *Biom.cz* [online]. 2011-01-05 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Pěstování rychle rostoucích dřevin r. r. d. ve velmi krátkém obmýtí na zemědělské půdě pro produkci biomasy na energetické a průmyslové využití. *Beckov.cz* [online]. 2011-01-05 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <http://www.beckov.cz/wp-content/uploads/jan-wagner-pestovani-rrd.pdf> ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmýtí. *Biom.cz* [online]. 2002-01-18 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Topoly a vrby k energetickému užití. *Biom.cz* [online]. 2009-08-10 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vrby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.

Přílohy:

Pomůcky

Digitální posuvné měřítko



Motorová pila



Ruční váha



Nůžky na silné větve



Nůžky na větve



Úvazkové lano



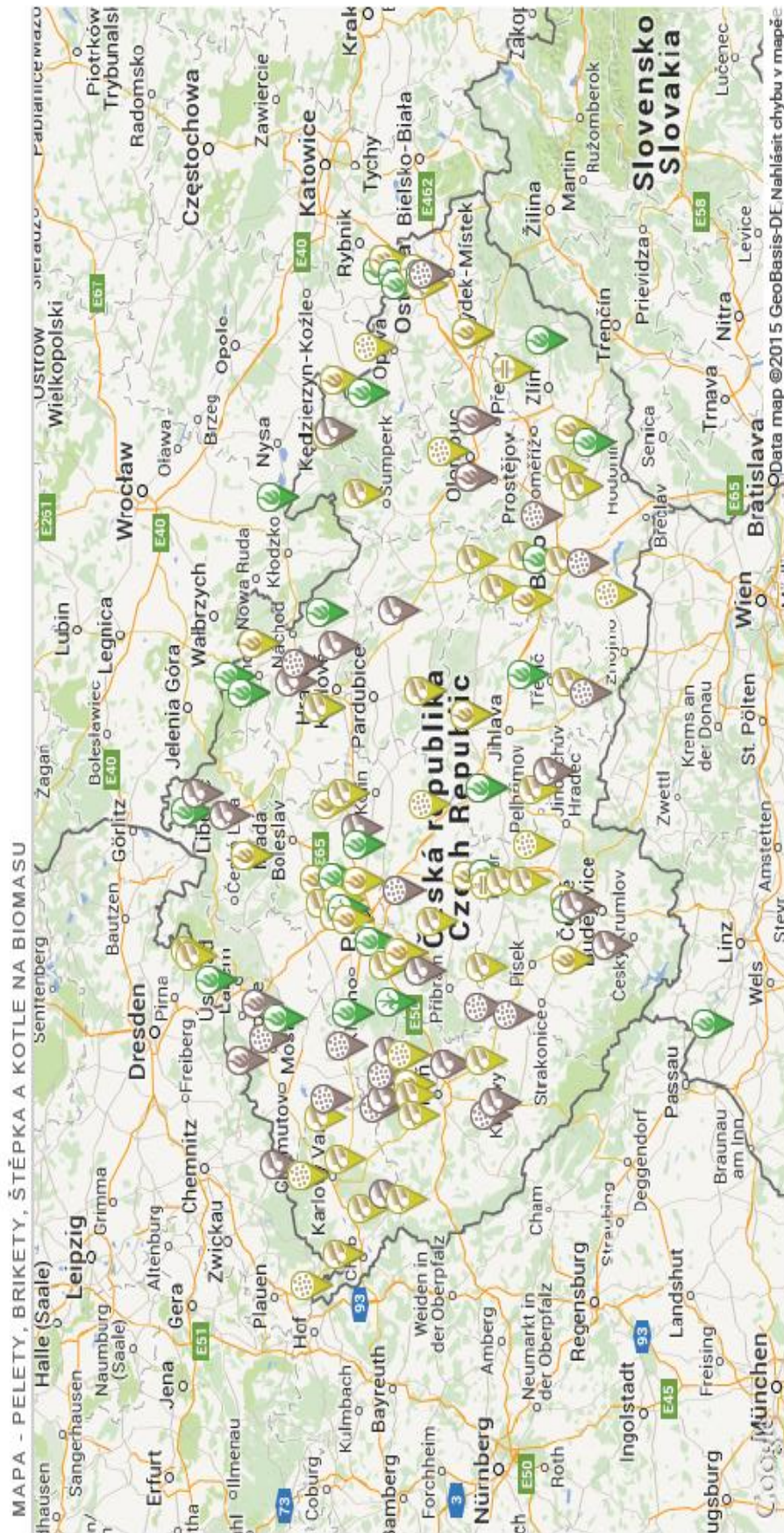
Moraveč



Vráž u Písku



Přehled využívání biomasy dle mapy



(BIOM, 2015)

Strmilov

	CM	Gram	Gram	Gram	/10 mm	
	Délka	Větve	Kmen	Celkem	Průměr 1,3	objem (m3)
1	910	6550	17000	23550	762	0,014543172
2	862	2500	7900	10400	547	0,00896637
3	810	4200	8400	12600	596	0,008797686
4	829	3250	7600	10850	550	0,008051786
5	819	1150	5700	6850	488	0,006455456
6	839	2850	7700	10550	558	0,00846292
7	825	1800	6450	8250	510	0,007021669
8	766	1250	4100	5350	421	0,004631003
9	843	3800	9000	12800	623	0,009612319
10	565	1300	2050	3350	312	0,002011224
11	877	5100	11600	16700	744	0,013105583
12	694	1000	2950	3950	378	0,003229405
13	830	3540	7920	11230	587	0,008388502
14	855	3940	9750	13700	726	0,013307521
15	822	2730	7720	10450	641	0,01019468
16	500	1020	1610	2600	275	0,000416782
17	653	1180	3400	4590	424	0,005312298
18	820	1250	5820	7060	491	0,006119892
19	875	4620	10740	15350	688	0,012374179
20	830	2180	6640	8590	487	0,005550914
21	807	2890	7510	10370	504	0,006366295
22	705	1070	2950	4020	357	0,003324956
23	851	2470	10660	12290	620	0,010708184
24	871	4320	10350	14680	699	0,012550391
25	782	1750	5110	6860	444	0,005384105
26	870	3790	9270	13060	619	0,011611665
27	597	1120	1910	2960	265	0,001565813
28	806	3150	8690	11850	494	0,010827538
29	864	3720	9510	13230	701	0,012382173
30	841	3620	8790	11230	634	0,008576395
31	791	2040	5850	7890	468	0,005248466
32	764	1240	4290	5530	440	0,005258753
33	836	3490	7990	9850	591	0,009534003
34	892	6220	15760	21980	764	0,014312457
35	703	1070	2950	4020	361	0,003358561
36	800	3310	7610	10920	566	0,008917979
37	841	3570	8690	11080	624	0,010748804
38	835	3920	9360	11870	720	0,010948012
39	872	4050	9640	13690	619	0,011351554
40	866	3710	9380	13090	665	0,011528571

41	582	1160	1910	3070	280	0,001659153
42	811	2940	7500	10450	522	0,006810335
43	780	1690	5110	6800	451	0,005571009
44	792	2060	6030	8090	479	0,006124551
45	849	3610	8870	12480	627	0,010491677
46	831	3590	7960	11090	591	0,00888745
47	681	1110	3310	4420	416	0,004646205
48	799	3700	7790	11490	590	0,008025738
49	805	3680	7980	11660	577	0,011298539
50	811	3360	7900	11260	558	0,007708496
51	789	1970	5680	7650	463	0,005476985
52	766	1210	4740	5950	475	0,005823843

Moraveč

	CM	Gram	Gram	Gram	/10 mm	
	Délka	Větve	Kmen	Celkem	Průměr 1,3	objem (m3)
1	597	1370	3650	5020	376	0,004323904
2	605	1510	3930	5440	391	0,004755637
3	620	2450	5310	7760	456	0,006977954
4	629	1310	3980	5290	392	0,005002725
5	619	1500	3900	5400	366	0,004045623
6	628	2440	4860	7300	446	0,005660991
7	620	1170	3770	4940	374	0,005062859
8	602	1020	3050	4070	339	0,004093385
9	532	1200	2160	3360	293	0,001622507
10	594	1160	3240	4400	337	0,00417315
11	588	850	2900	3750	330	0,003796176
12	625	1830	4500	6330	417	0,005510908
13	627	2000	5200	7200	456	0,006515905
14	641	1950	5440	7390	432	0,005657572
15	644	1860	5200	7060	448	0,005552872
16	636	1560	4150	5710	452	0,006021447
17	626	2350	5660	8010	392	0,004752687
18	648	1230	4870	6100	456	0,005740942
19	653	1440	4400	5840	421	0,005817169
20	543	550	2170	2720	283	0,002646082
21	620	1870	4080	5950	397	0,004277785
22	642	1600	4660	6260	416	0,005498806
23	627	1660	4400	6060	416	0,005162854
24	635	2080	4930	7010	431	0,005744589
25	602	1320	3380	4700	357	0,003859704
26	560	570	2000	2570	271	0,002510991
27	636	1440	4600	6040	421	0,005411121

28	616	1580	3540	5120	375	0,003763429
29	623	1420	4080	5500	433	0,005048789
30	646	2520	5400	7920	476	0,006177652
31	603	950	3000	3950	335	0,003656137
32	613	1300	3900	5200	392	0,004890827
33	619	1560	4300	5860	403	0,004853498
34	649	1200	4200	5400	402	0,004981377
35	680	2100	5360	7460	446	0,005258785
36	626	1330	3600	4930	378	0,004052429
37	693	2500	6400	8900	496	0,006589064
38	677	1610	4900	6510	431	0,00518998
39	701	3200	7000	10200	517	0,00763
40	690	2140	5830	7970	451	0,006088028