

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesnických technologií a staveb



**Porovnání výnosu výmladkové plantáže topolu J-105
(*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*) v různé délce
obmýetí**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Filip Tvrský

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

2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Tvorský

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Porovnání výnosu výmladkové plantáže topolu J-105 (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) v různé délce obmýti

Název anglicky

Comparison of J-105 poplar (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) coppice plantations with different rotation period

Cíle práce

Shromáždit a vyhodnotit hmotnostní a objemový přírůst topolu J-105 na vybrané výmladkové plantáži v různé délce obmýti.

Metodika

Stanovení počtu zkušných ploch a počtu stromů na jedné zkušné ploše na výmladkové plantáži topolu J-105. Rozmístění jednotlivých ploch v porostu. Měření průměrů, vytvoření grafu zastoupení tloušťkových stupňů, sestavení hmotnostního grafu. Dopočítání celkové biomasy na plantáži a následné porovnání s plantáži s jinými délkami obmýti.

Doporučený rozsah práce
30-40 stran

Klíčové slova

topol J-105, rychle rostoucí dřeviny, hektarový výnos, výmladkové plantáže

Doporučené zdroje informací

Sdružení pro biomasu [online]. c2015, [cit. 2015-01-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online]. c2015, [cit. 2015-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhu.lcz>>.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví [online]. c2015, [cit. 2015-02-15].

Dostupné z WWW: <<http://www.vukoz.cz>>.

Web of knowledge [online]. c2015, [cit. 2015-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://apps.isiknowledge.com>>.

Předběžný termín obhajoby
2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Václav Šticha, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Konzultant

Ing. Jan Weger, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 28. 1. 2016

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 2. 2016

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Porovnání výnosu výmladkové plantáže topolu J-105 (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*) v různé délce obmýtí vypracoval samostatně pod vedením Ing. Václava Štíchy, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze 20. dubna 2016

.....
Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Václavu Štíchovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce a panu Ing. Janu Wegerovi, Ph.D. který mi umožnil se tímto porovnáním podrobně zabývat i za veškeré konzultace a rady, které souviseli s vytvořením práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za jejich podporu při studiu a psaní této práce.

Praha 20. dubna 2016

Abstrakt

Tématem bakalářské práce jsou rychle rostoucí dřeviny, konkrétně Japonský topol J-105 (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*). Práce je rozdělena do teoretické a praktické části, kdy je v teoretické části uveden popis Japonského topolu, popis vybrané lokality, popis problému biomasy v obecné rovině a dále je zde uvedena legislativa daného tématu z dostupných literárních zdrojů.

Výstupem bakalářské práce jsou výsledky hodnocení výnosu a růstu Japonského topolu J-105 při pěstování výmladkovým způsobem v tříletém, čtyřletém a sedmiletém sklizňovém cyklu.

Klíčová slova

biomasa, topol, rychle rostoucí dřeviny, výnos, obmýtí

Abstract

The topic of the thesis are fast growing trees, specifically the Japanese J-105 poplar (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*). The work is divided into theoretical and practical part, which is the theoretical part of the description of the Japanese poplar, a description of the selected locations, problem description biomass in general, and is introducing legislation that topic to the available sources.

The outcome of the thesis are the results of the evaluation of revenue and growth in the Japanese J-105 poplar cultivation short rotation way in the three-year, four-year and seven-year rotation period.

Key words

biomass, poplar, short rotation coppice, yield, rotation

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. CÍL PRÁCE	11
3. TEORETICKÝ ROZBOR PROBLEMATIKY	11
3.1 Biomasa	11
3.1.1 Využití biomasy v ČR.....	12
3.1.2 Biomasa obnovitelný zdroj	13
3.1.3 Rychle rostoucí rostliny.....	14
4. TOPOL	15
4.1 Topol japonský (<i>Populus nigra x Populus maximowiczii</i>).....	16
4.1.1 Historie.....	17
4.1.2 Původ.....	17
4.2 Sklizeň topolu japonského.....	17
4.2.1 Pořezání a štěpkování	18
4.2.2 Pořezání a snopkování	18
4.2.3 Pořezání, štěpkování a peletování.....	18
4.2.4 Metoda kmenových výřezů	19
5. LEGISLATIVA	19
5.1 Legislativa ČR	19
5.2 Legislativa EU	20
5.3 Dotace	21
6. METODIKA	21
6.1 Charakteristika vybraného území	21
6.2 Metodika sběru dat	24
6.3 Metodika zpracování dat	25
7. VÝSLEDKY	26
8. DISKUZE	29
9. ZÁVĚR	31
10. LITERATURA	32
11. PŘÍLOHY	35

1. ÚVOD

S narůstající lidskou populací roste i závislost na energetických zdrojích. Energetický potenciál biomasy v ČR je poměrně hodně vysoký, jelikož zájem o pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) velmi rychle roste a to zejména díky ekonomickému zhodnocení plantáží a nízké časové náročnosti na údržbu a pěstování. V České republice je problematika rychle rostoucích dřevin v současné době dobře známa. Jednak z důvodu snižování zásob fosilních paliv a rychle rostoucí dřeviny jsou dostupnou alternativou, na které je možné získat dostupnou dotační politikou České republiky, respektive EU potřebné finanční prostředky. V podmínkách České republiky se těší největšímu zájmu tzv. japonský topol, tedy kříženec topolu Maximovičova (*Populus maximowiczii*) a topolu černého (*Populus nigra*).

Předností rychle rostoucích dřevin je, že mají schopnost růstu na znečištěných a chudých půdách, na kterých je obvykle pěstování zemědělských plodin skoro nemožné. Rychle rostoucí dřeviny také napomáhají ke zlepšení biodiverzity a i různorodosti krajiny. Pozitivem rychle rostoucích dřevin je to, že nevyčerpávají živiny z půdy, neboť jejich listí, které opadá, obsahuje mnoho živin, které znova pronikají do přirozeného koloběhu. Rychle rostoucí dřeviny je zapotřebí pěstovat, jelikož jsou tím náležitým krokem k řešení obtíží neobnovitelných zdrojů energie, proto by bylo potřeba se touto problematikou zabývat a více s tímto seznámit veřejnost.

Od devadesátých let proběhlo hodně výzkumů, s cílem pomoci pěstitelům zhodnotit produkci biomasy. V přírodních podmínkách České republiky se ukázal jako nejproduktivnější klon kříženců topolu Maximovičova (*Populus maximowiczii*) a topolu černého (*Populus nigra*). Tento topol se nejčastěji vysazuje na zemědělské plochy. Topoly ovšem neplní jen funkci produkční, ale mají i jiné pozitivní dopady z hlediska zlepšení okolního prostředí.

„Na druhou stranu registrujeme i případná negativa související s výrobou biomasy, a to například kvůli vzniku emisí isoprenu. Hovoříme – li o isoprenech, máme na mysli látky, které můžeme zařadit pod skupinu nazývajících se biogenní sloučeniny. Tyto látky mají obrovský vliv na vývoj v atmosféře. Dále taktéž patří mezi aktivní činitele při reakci okyselování životního prostředí“ (Chemické listy, 2016).

„Isopren (C₅H₈) je běžnou organickou sloučeninou produkovanou do atmosféry stromy, mezi něž patří topoly, vrby, eucalyptus či duby. Emise jsou neškodné lidskému zdraví i zemědělským plodinám. Nebezpečný a škodlivý je přízemní ozón (O₃) vznikající reakcí emitovaného isoprenu se vzdušnými polutanty oxidu dusíku (NO_x) za přístupu slunečního

záření. Oxidy dusíku se do vzduchu dostávají v důsledku dopravního ruchu, průmyslových provozů či velkoplošným vytápěním domácností nekvalitními zdroji tepla“ (Biom, 2016).

Topoly jsou sázeny na plochách, které by povětšinou ležely ladem, a proto dokáží lépe zadržovat vodu při deštích, v porovnání s neosázenými plochami. Zvyšují biodiverzitu a v neposlední řadě tvoří izolační vrstvu, což je také výhodou. Využití dřevní biomasy je považováno za ekonomickou a ekologickou možnost jak získávat elektrickou energii z regionálních zdrojů.

2. CÍL PRÁCE

Shromáždit a vyhodnotit hmotnostní a objemový přírůst topolu J-105 na vybrané výmladkové plantáži v různé délce obmýtí.

3. TEORETICKÝ ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1 Biomasa

Biomasa se většinou definuje tak, že je hmotou organického původu. V podstatě jde o všechnu živou přírodu. Biomasa je všude okolo nás a v našich podmínkách tvoří obnovitelný zdroj energie, který do budoucna může částečně nahradit postupně zmenšující se zásoby uhlí a fosilních paliv (Kohout a kol., 2010).

Biomasa je buď získávána zcela záměrně jako výsledek určité výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů z potravinářského sektoru, zemědělské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, či z údržby krajiny a péče o ni. Biomasa se také přirovnává k substanci biologického původu, která za příznivých podmínek podléhá biodegradabilnímu rozkladu (Pastorek a kol., 2004).

Biomasu Weger a Havlíčková (2003) definují jako hmotu všech organismů na Zemi, která zahrnuje jejich tělesné schránky, tak živé nebo neživé produkty jejich činnosti. Jsou to obaly, exkrementy, semena, dřevo. V souvislosti s užíváním termínu biomasa se taktéž můžeme v odborných publikacích dočíst i o tzv. nekromase, a tedy o mrtvé biomase (Příroda, 2016).

Dále Kohout a kol. (2010) dělí biomasu na dvě skupiny, a to na rostlinnou a živočišnou, kdy rostlinná se novodobě nazývá fytomasou, jelikož organické látky tohoto původu vnikají v průběhu fotosyntézy. Fytomasu také tvoří lesní a okrasné dřeviny, dále zemědělské plodiny, květiny a traviny.

Cejlak (2007) uvádí, že dřeviny a další jejich doprovodné produkty se nazývají dendromasou. Do dendromasy patří stromy a jejich části, keře a jejich části a veškeré zbytky po těžbě dřeva a zpracování.

Dřevo a dřevní hmota, což znamená lesní odpad, větve, pařezy, kůra, ale i odpad z dřevařských provozů (odřezky, piliny, hobliny) představuje materiál vhodný pro spalování v domácnostech, ale i v průmyslové výrobě, jako příklad se může uvést spalování štěpků v elektrárnách (Kohout a kol., 2010).

Nikl a kol. (2009) uvedl, že se do lesní biomasy řadí palivové dřevo z lesnické výroby či odpad z dřevařského průmyslu a také zbytky z hospodaření v lesích. Uvádí, že zbytková

biomasa je většinou případů vedlejší produkt potravinářského a živočišného, papírenského průmyslu, ale také průmyslu na zpracování dřeva, biologicky rozložitelného odpadu, lihovarnických výpalků a dalšího průmyslu.

Petříková (2005) definuje biomasu „jako organickou hmotu převážně rostlinného původu vznikající neustále na Zemi v důsledku fotosyntézy z oxidu uhličitého, vody a minerálních látek a vázáním části slunečního záření“.

3.1.1 Využití biomasy v ČR

Produkce biomasy za rok je kolem $0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ sušiny, což je zhruba 5 tun sušiny z jednoho hektaru. Vyšší produkce se může více dosáhnout a to odpovídá 20-30 MWh získané energie (Pokorný, 2008).

Česká republika se řadí mezi země s relativně vysokou kapacitou biomasy, která je kolem 9- 12,5 mil. tun sušiny za rok (Sladký V. 1996; Scholes H. a kol., 1997).

Podle Ministerstva pro životní prostředí je v současné době používáno kolem 1,9 mil. tun, a to je odhadem 1/3 potenciálu zbytkové biomasy a 1/5 realizovatelné kapacity biomasy. Tyto studie jsou vhodné pro využití ve státní správě, ale i samosprávě pro účel rozhodování ve věci regionální podpory zdrojů využívajících biomasu (Weger, Jiránek, 2003).

K energetickým účelům lze v České republice využít okolo 8 mil. tun biomasy. Existuje mnoho způsobů využití biomasy k energetickým účelům, avšak v praxi převládá hlavně spalování biomasy a následuje výroba bioplynu anaerobní fermentací. Způsob využití biomasy k energetickým účelům je determinován fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy. Jeden z hlavních parametrů je vlhkost, vlastně obsah sušiny v biomase. Hodnota 50% sušiny je hranice mezi mokrymi procesy, to znamená, že obsah sušiny je menší než 50% a suchými procesy, kdy obsah sušiny větší než 50% (Pastorek a kol., 2004).

Dále Pastorek a kol. (2004), rozlišují několik způsobů získání energie z biomasy:

a) termochemická přeměna biomasy (suché procesy)

- spalování
- zplyňování
- pyrolýza

b) biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy)

- alkoholové kvašení
- metanové kvašení

c) chemická a fyzikální přeměna biomasy

- chemická (esterifikace surových bioolejů)

- mechanická (drcení, štípaní, peletování, briketování, mletí, lisování, apod.)

d) získávání odpadního tepla při zpracování biomasy, např:

- kompostování
- aerobním čištění odpadních vod
- anaerobní fermentaci pevných organických odpadů

3.1.2 *Biomasa obnovitelný zdroj*

Uvádí se, že biomasa se využívá hlavně k energetickým účelům jako obnovitelný zdroj energie, a to zejména spalováním, zplynováním, nebo výrobou biopaliv. Ke spalování je vhodná hlavně fytomasa z různých druhů dřevin, nebo dřevnatějších a slamnatých plodin. Jako palivo je využito dřevo z lesních porostů a odpad z dřevozpracujícího průmyslu, které jsou ve formě štěpky, či pilin. Zbytková dřevní biomasa se v České republice objevuje ve velkém množství a to kvůli vysoké zalesněnosti území, což je přibližně 1/3. Pro podniky, které se zabývají dřevozpracujícím odvětvím, se z dříve nepoužitelného materiálu stala velmi cenná surovina, která se využívá pro výrobu briket anebo pelet. Také vzrostlo využití lesních zbytků z prořezávek a probírek. Dále je potřeba se zmínit o bioplynu, který vzniká přirozeným rozkladem organických látek. K výrobě biopaliv se využívá za studena lisovaný řepkový olej, který je možné použít jak k provozu dieslových motorů, tak k provozu kotlů na LTO (Havlíčková a kol., 2003).

Havlíčková a kol. (2008) se dále zmiňují, že využití biomasy k energetickým účelům nabízí hodně výhod na rozdíl od běžně používaných fosilních paliv. Jedná se o menší negativní dopad na životní prostředí. Biomasa též snižuje potřebu importu energetických zdrojů, protože je domácím zdrojem. Pokud se produkce biomasy systematicky řídí, napomáhá se tak udržitelné péči o krajinu.

Poslední dobou produkce elektrické energie a tepla z biomasy zaznamenala vysoký vzestup a to kvůli implementované směrnici 2001/77SE, o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů. Když se porovná celková spotřeba biomasy, je podíl z komunálního odpadu na výrobě elektrické energie vysoký v celé EU a tvoří skoro 32% z celkového množství vyrobené elektřiny z biomasy a odpadů. Dřevní biomasa a odpady se podílí kolem 45% a bioplyn kolem 23%. (Hass a kol., 2009).

Příhoda (2007) uvedl výhody a nevýhody využívání biomasy v energetice:

Výhody:

- zdroj energie má obnovitelný charakter
- menší negativní dopady na životní prostředí (nulová bilance CO₂)
- účelné využívání zbytkových spalitelných odpadů
- využívání tuzemského zdroje energie
- zdroje biomasy nejsou omezeny lokálně
- snižování spotřeby dovážených energetických zdrojů
- přispění k péči o krajinu řízenou produkcí biomasy

Nevýhody:

- nedostatečně vyvinuté technologie
- vysoké náklady na dopravu a zpracování
- prostorová rozptýlenost
- při nevhodných podmínkách spalování vznik toxických látek
- v některých případech nižší výhřevnost oproti fosilním palivům

3.1.3 Rychle rostoucí rostliny

Rychle rostoucí dřeviny jsou jednou z možností, jak rychle získat energii a zužitkovat kapacitu zemědělských půd, které leží ladem. Rychle rostoucí dřeviny mají výhodu jak ekonomickou tak i ekologickou. Pozitivně se podílí díky svému kořenovému systému na zlepšení půdy a také dokážou půdu očistit od jedovatých látek a napomáhají proti erozím. Opad jejich vegetačních orgánů obstarává návrat živin do půdy, tím se nemusí hnojit pro zlepšení jejich růstu. Celkově zlepšují biodiverzitu prostředí. Jejich rychlý růst a schopnostem opětovné výmladnosti se investorovi velmi rychle vrátí investice, jelikož výnos z těžby není vůbec nepatrný.

Rychle rostoucí dřeviny jsou určovány jako dřeviny s krátkou obmýtní dobou s nadprůměrným ročním hmotovým přírůstkem, hlavně v prvních letech po založení porostu (Vlášek, 2013).

Weger (2009) se v souvislosti s rychle rostoucími dřevinami vyjadřuje, že „ jejich výškový a objemový přírůst vrcholí v první až druhé dekádě růstu a je výrazně vyšší než u většiny hlavních lesních dřevin mírného pásma“. Rychle rostoucí dřeviny jsou cíleně

pěstovány na výmladkových plantážích, kdy je využívána zemědělská půda. Cílem je získání co největšího množství biomasy z velmi malé plochy.

Záměrně pěstovaná biomasa formou výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin, by se mohla podílet na energetické bilanci České republiky až 12% v horizontu i desítek let (Weger, Havlíčková, 2003).

Z toho vyplývá, že využitím biomasy je možné z poměrné části pokrýt snižující se zásobu neobnovitelných zdrojů energie (Pastorek a kol., 2004).

Pěstování rychle rostoucích dřevin je výhodné v oblastech s mírným podnebím a na půdách s dobrou zásobou živin a vody. V horších oblastech nemusí být dostačující výnos a často v těchto oblastech dochází k poškození rychle rostoucích dřevin mrazem (Pastorek a kol., 2004).

Kohout a kol. (2010), rozdělil rychle rostoucí dřeviny, které jsou vhodné pro energetické plantáže v podmínkách České republiky do 3 skupin:

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

V klimatických podmínkách České republiky jsou k tomuto účelu používány především klony topolů. Topoly jsou považovány za rychle rostoucí dřeviny, kde je možná velká variabilita. (Cejlak a kol., 2007).

Nejznámější je topol černý a další topoly a jejich hybridy. Je nutné podotknout, že výběr nejvhodnější rostliny závisí na charakteru konkrétního stanoviště (Pastorek a kol., 2004).

4. TOPOL

Domovem topolů je mírný pás severní polokoule, na jihu zasahují až k Himálajskému pohoří. V těchto uvedených oblastech roste průměrně 35 – 40 druhů (Kohout a kol., 2010).

Růst topolů ovlivňuje velmi mnoho podmínek. Jednou z nejvíce důležitých podmínek je vodní režim v půdě. Trvalé zásobení vodou je pro topol zcela zásadní. Proto i zvládá několikatýdenní záplavy, které prospívají i tím, že při záplavách jsou topoly zanesené nezbytnými živinami na jejich lokalitu růstu. Topoly jsou choulostivé na kyselost půdy. Nejlépe prosperují při růstu na neutrálních, nebo půdách s jemnou kyselostí. Kořenový systém topolů je náročný na provzdušnění půdy. Trvalé provzdušnění kořenů je nezbytné, aby docházelo k prostorovému rozšíření kořenů. Dřevní hmota topolů je měkká, světlá, lehká, ohebná a velmi dobře se s ní pracuje. Využíval se především v nábytkářství, kde se používal k

výrobě překližek, dýh, beden a sudů. V současné době je používán zejména jako palivo, popřípadě se využívá v řezbářství (Cejlak a kol., 2007).

4.1 Topol japonský (*Populus nigra x Populus maximowiczii*)

Topol japonský je křížencem topolu černého (*Populus nigra*) a topolu maximovičova (*Populus maximowiczii*). Na obr. č. 1 je fotografie topolu japonského rostoucí na výmladkové plantáži. Nejčastěji v České republice se pěstuje klon J-105. Tento klon byl vyšlechtěn pro vysoký výnos dřevní hmoty. Řízky japonského topolu se velice rychle ujímají a rychle zakoření. Dále je velice odolný vůči škůdcům a nemocem. Nejlépe se mu daří v nadmořské výšce do 600 m. Preferuje dobře zásobená stanoviště vodou a snáší i krátkodobé zaplavení (Komora pěstitelů biomasy).

Japonský topol v našich zeměpisných šířkách, je soubor pěti klonů, které vznikly křížením topolu černého a topolu Maximovičova, tím dostal podle Mezinárodní topolářské komise označení – název složený ze slov „Max“ a jeho číselného označení v německém jazyce protože do Německa byly tyto klony dovezeny, a proto i pojmenovány. Ačkoliv názvy klonů byly určeny Komisí, celosvětově se neujaly a častěji se setkáme s kódovým označením klonů J-101 až J-105 nebo zažitým „japonským topolem“. Na našem území se nejvíce pěstují poslední dva klony a to J-104 a J-105, ale největší počet matečnic tvoří hlavně klon J-105. Zajímavostí je, že klon, byl křížen pro účely papírenského průmyslu a ne v souvislosti s využitím na spalování, a byl křížen právě v Japonsku (Weger, 2011).

Obr. č. 1 Topol japonský ve výmladkové plantáži Peklov



Zdroj: vlastní

4.1.1 Historie

Stromy topolu se přirozeně objevovaly v blízkosti velkých toků. Topolové lesy, ale byly postupně vykáceny a obnovovány až prostřednictvím plantáží pro lesnický průmysl. Jednou dobou byl oblíbený i ve Spojených státech, a to v blízkosti Velkých jezer (Zasada a kol., 2001).

V Evropě se na topoly spíše nahlíželo jako na plevelné stromy, které se dají využít v protipožární ochraně lesů. Časem vyšlo najevo větší využití topolu a tím se náhled na topoly začal měnit, jelikož se začaly vysazovat na méně bonitních, zamokřených půdách, jako větrolamy a jako zdroj paliva. V průmyslu se začal používat na výrobu papíru, překližek (Hazell, 1999).

Na realizaci křížení a tedy i samotného vzniku japonského topolu měla důležitý vliv papírenská firma Oji Paper Co., Ltd., v Japonsku a začaly se objevovat úvahy o vývoji nového klonu rychle rostoucích dřevin, a tím by byl zajištěn stálý přísun suroviny pro výrobu (Funding Universe, 2015).

4.1.2 Původ

Topol černý (*Populus nigra*)

Topol černý roste převážně v nivách nížinných řek. Jde o euroasijskou dřevinu, která se nachází většinou v mírném pásu. Je přizpůsobivá, a proto je rozšířena od Pyrenejského poloostrova až po Sibiř, kde jsou hodně odlišné klimatické podmínky. Topol černý se u nás vyskytuje, v lužních lesích povodí větších řek. V posledních desetiletích je na ústupu, protože byl vytlačen člověkem, především vysazováním hybridních topolů (Mottl, 1989).

Topol Maximovičův (*Populus Maximowiczii*)

Druh tohoto topolu pochází z Východní Asie, Japonska, Kamčatského poloostrova a Korejského poloostrova. Dosahuje výšky od 20 - 40 m. V mládí je světle šedý s hladkou kůrou, ve stáří má kůru svraštělou s tmavším zabarvením do šeda. Pěstuje se pro celulózu, také na výrobu trámů, pro stavbu lodí nebo šlechtění (Horáček, Mencl, 2006).

4.2 Sklizeň topolu japonského

Rozvojem využití dendromasy pro energetické účely se rozvinul i rozvoj několika technologií pro její zpracování. Technologie musí splňovat hodně nároků zpracovatelů biomasy. Technologiemi se rozumí štěpkovače, drtiče, svazkovače. K požadavkům patří i

ekonomická perspektivnost výroby v daném terénu, technologická náročnost na kvalitu materiálu při výstupu a hlediskem je i ekologická šetrnost (Příhoda, 2008).

4.2.1 Pořezání a štěpkování

Nejlepším způsobem sklizně štěpky je nejrychlejší a nejekonomičtější použít sklizňové stroje, jako jsou např. řezačky na kukuřici s kombinací se specifickou řezací hlavou, které se hodí pro sklizeň kmenů do 15 cm. Tyto řezačky jsou schopné bezprostřední výroby dřevní štěpky přímo na plantáži (Cejlak a kol., 2007).

Pokud se správně nasadí mechanizace, je velmi pravděpodobné, že produkce rychle rostoucích dřevin bude rentabilní. Efektivní při sklizni může být i to, že se několik pěstitelů v rámci kooperace založí sdružení pro účel využití sklízecí mechanizace (Vlášek, 2013).

4.2.2 Pořezání a snopkování

Na traktor nebo specializovaný sklízecí stroj se přidá jednoduché zařízení, které podřezává v určité výšce výhony, neboli kmínky rychle rostoucích dřevin a dále je spojí do snopků, které buď zůstanou na plantáži, nebo se přepraví k místu závěrečného zpracování, kde po vyschnutí jsou štěpkovány. Štěpka je dostatečně suchá (20-30%), energeticky velmi bohatá a hodí se i pro spalování v topeništích s nižším až středním výkonem (Cejlak, 2007).

Weger (2003) uvedl, že tato technologie může být provedena manuálně, nebo mechanizovaně. U manuálního způsobu je ruční pořezání provedeno za pomoci křovinořezů, nebo za pomoci motorové pily, kdy poté následuje přemístění stromů na okraj výmladkové plantáže. Takto mohou být s efektivností sklizeny jen malé plochy plantáže do rozlohy okolo 2 – 3 hektarů. Pro sklizeň větší plochy je potřebné využít mechanizaci, pokud možno speciální sklízecí stroje, které v určité výšce podřezávají kmen a následně spojují do snopů. Takto svázané snopy se ponechávají na kraji pozemku, nebo jsou přepraveny na místo závěrečného zpracování.

4.2.3 Pořezání, štěpkování a peletování

Tento způsob byl popsán Vegerem a kol. (2003), kdy se využívají velmi těžké samojízdné sklízecí stroje, které jsou schopné ihned vyrobit pelety, a to přímo na plantáži. Vyrobené pelety jsou poté snáze manipulovatelné a přepravitelné. Pelety se pak využívají jako topivo určené pro domácnosti.

4.2.4 Metoda kmenových výřezů

Metoda kmenových výřezů, kterou uvedl ve své práci Scholz (2009) požaduje nejméně desetiletou obmýtní dobu, která je využitelná hlavně v lignikulturách a ne na výmladkových plantážích. U této metody je vždy použita obvyklá lesní technika, jako jsou motorové pily a harvestory. Lesnická těžební technika dokáže kácet, odvětvovat a vyrábět výřezy v požadovaných délkách. Zbytky z těžby se odváží, nebo se štěpkují přímo na místě určitými stroji, které jsou k tomu uzpůsobené.

5. LEGISLATIVA

V souladu s právní a technickou legislativou, je řešena i otázka pěstování energetických plodin a využití biomasy, na základě kterých je nutné dodržovat rozhodnutí a opatření komunálních orgánů. Důležitým dokumentem, je usnesení vlády č. 480/1998 Sb., ze dne 8. 7. 1998, ve kterém je uveden vysoký zájem státu o rozvoj obnovitelných zdrojů energie a tím pádem i o rozvoj biomasy. Dále je zde uveden i Státní program podpory úspor a obnovitelných zdrojů energie. Další ze základních dokumentů a předpisů, kde je řešen postup posuzování pěstování energetických plodin a rychle rostoucích dřevin je zákon o ochraně přírody č. 114/1992 Sb. V tomto zákoně je uvedeno, že místní orgány na ochranu přírody mají možnost regulace pěstování v oblastech a lokalitách v místech významného krajinného prvku. Ve zvláště chráněných územích je zakázáno pěstování nepůvodních druhů, ale výjimku může udělit správa tohoto území. Pokud by došlo k pěstování v evropsky významné lokalitě, vydá orgán na ochranu přírody stanovisko, a to na základě posouzení rizik jako je poškození či zničení této lokality (Weger a kol., 2006).

Vládou České republiky byl v září 2012 schválen takzvaný Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 – 2020. V Akčním plánu jsou vymezena opatření, která vedou k plnění daných závazků České republiky pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů. Na základě Akčního plánu byl schválený zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, kde je prvně uvedena zmínka o podpoře na výrobu tepla.

5.1 Legislativa ČR

Česká republika se řídí zákony, kde je ustanoveními upraveno pěstování RRD. Jedním z nich je: zákon č. 219/2003 Sb., o oběhu osiva a sadby, ve znění pozdějších předpisů, do kterého jsou implementovány direktivy Evropského společenství.

Dalšími zákony jsou:

- Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 334/1992 Sb., ochrana zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 289/1995 Sb., lesní zákon, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Dle ustanovení § 5 odst. 4 zákona č. 114/1992 Sb., je plánovité rozšíření nepůvodního druhu rostliny do krajiny možné pouze s povolením orgánů ochrany přírody. Dále povolení podléhá plánované rozšiřování křížených druhů rostlin nebo živočichů do krajiny, a to dle ustanovení § 5 odst. 5 citovaného zákona.

Na území národních parků, chráněných krajinných oblastí, národních přírodních rezervací a přírodních rezervací je zakázáno povolovat nebo uskutečňovat záměrné rozšiřování geograficky nepůvodního druhu rostlin a živočichů.

Ustanovení § 12 odst. 3 zákona č. 114/1992 Sb., může povolit zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin v přírodním parku se souhlasem orgánů ochrany přírody.

5.2 Legislativa EU

V roce 2001 byla Evropskou unií, v rámci politiky energetické soběstačnosti, vydána Směrnice č. 2001/77/EC o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, kterou Česká republika implementovala do svého zákona o pět let později. V roce 2009 byla Evropskou unií vydána nová směrnice 2009/28/EC o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Zde jsou formulovány závazné cíle ve spotřebě energie, podle klimatických podmínek jednotlivých států Unie z OZE1 (Bechník, 2010).

Česká republika se zavázala, že bude do roku 2010 podíl energie vyrobené z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě energie ve výši 8 %. Svým závazkům také dostála, o čemž je možné se přesvědčit v dokumentu publikovaném Ministerstvem průmyslu a obchodu s názvem Obnovitelné zdroje energie v roce 2010 (Mpo, 2011). Dále si dala za cíl zvýšení tohoto podílu o dalších 5 %, hovoříme tedy přibližně o 13,5 % do roku 2020.

Jedním z dalších významných dokumentů, které souvisejí s využíváním biomasy, jako obnovitelného zdroje je Akční plán pro biomasu, který byl schválen Radou Evropské unie v roce 2006, a to radou ministrů zemědělství. Cílem Akčního plánu byl vznik otevřeného trhu s biomasou a zvýšení jejího využití (Miškovský, 2009).

Akční plán byl několikrát novelizován. Tento Strategický dokument má nadále za cíl snížení emisí skleníkových plynů (CO₂) a zvýšení spotřeby energie z biomasy (Odyssee Mure Project, 2014).

Legislativa Evropské Unie nyní neřeší podmínky pěstování rychle rostoucích dřevin mezi členskými státy Evropské Unie. Dále legislativa Evropské Unie určuje povinné požadavky na hospodaření a spravování zemědělských půd. Článek 2 písm. n) nařízení Komise (ES) č. 1120/2009, dává členským státům povinnost zveřejnit soupis druhů rychle rostoucích dřevin a jejich kříženců, které je možné pěstovat na území těchto států i s uvedením jejich maximální možné délky sklizňového cyklu.

5.3 Dotace

Hlavní zemědělskou dotací v dotačním programu EU je paušální platba na plochu orné půdy, která je známá jako SAPS a Top-up. Pro rychle rostoucí dřeviny je tato dotace poskytována každý rok a výše dotace závisí na nadmořské výšce půdy. Výše dotace je každý rok regulována. (Miškovský, 2009).

Poskytování dotací se dále řídí Nařízením vlády č. 308/2004 Sb., o stanovení podmínek pro poskytování dotací na zalesňování zemědělské půdy a na založení porostů rychle rostoucích dřevin na zemědělské půdě určených pro energetické využití (MZe, 2004).

6. METODIKA

Po volbě tématu bakalářské práce bylo nutné se seznámit s dostupnou literaturou, odbornými články, které jsem prostudoval, abych získal přehled o dané problematice. Dále jsem použil odborné internetové stránky, které se předmětnou problematikou zabývají.

6.1 Charakteristika vybraného území

K hodnocení byla vybrána výmladková plantáž Peklov v katastrálním území Hřebeč u Kladna. Porost byl vysázen v roce 1994 a od počátku svého založení využíván komerčně pro produkci dřevní štěpky. Výmladková plantáž byla založena v roce 2003, kdy byl pozemek propůjčen jeho majitelem na výzkumné účely. Plantáž se nachází v nadmořské výšce 375 m, kdy pozemek má rovinný terén. Před výsadbou porostu pozemek ležel ladem. Půda je zde kvalitní s příznivou zásobou živin, mírně kyselá s dobrými vláhovými poměry (Weger, 2009).

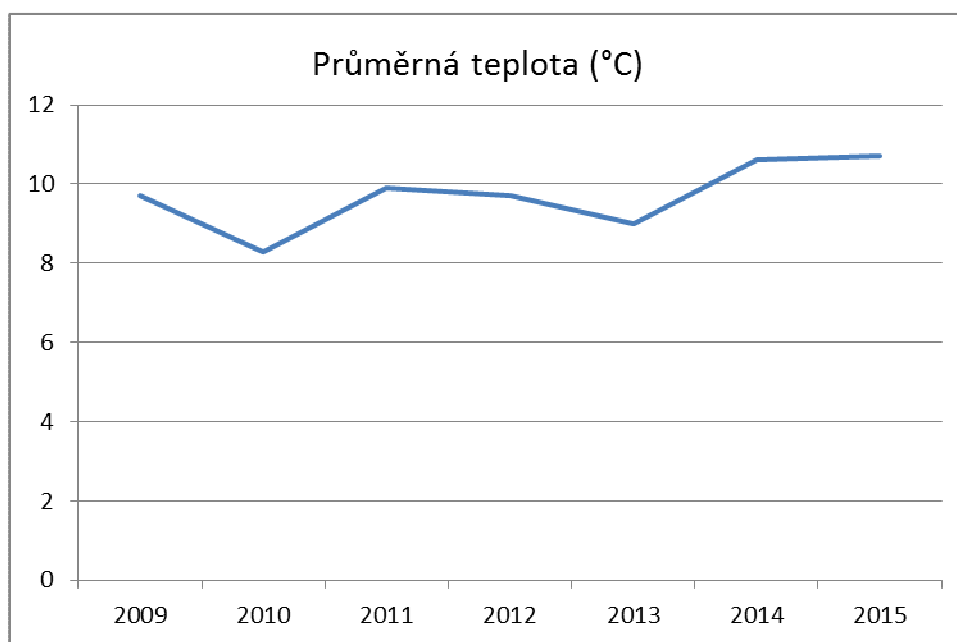
Využívaný pozemek patří do mírně teplého a suchého klimatu. Zemědělský pozemek je hodnocen jako vyhovující pro pěstování topolů výmladkovým způsobem (Weger, Halíčková, 2007). Graf č. 1 ukazuje vývoj průměrných teplot v lokalitě Peklov, a to od roku 2009 do roku 2015 a na grafu č. 2 je znázorněn vývoj srážek v této lokalitě od roku 2009 do roku 2015 (VÚRV Praha – Ruzyně, 2016).

Obr. č. 2 Satelitní snímek výmladkové plantáže Peklov a jejího okolí



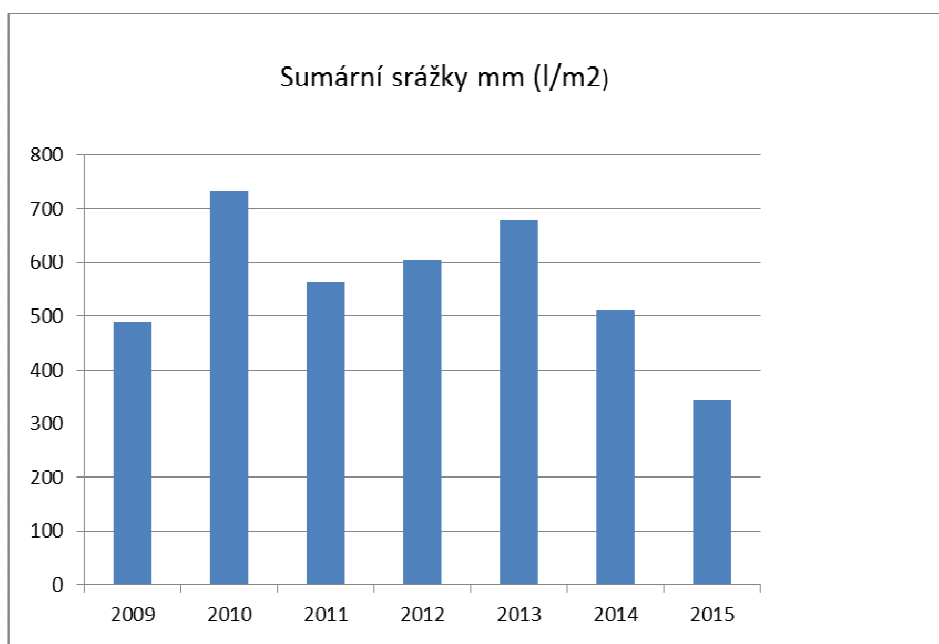
Zdroj: mapy.cz

Graf č. 1 Průměrná teplota v lokalitě Peklov 2009 - 2015



Zdroj: VÚRV Praha Ruzyně, 2016

Graf č. 2 Vývoj srážek v lokalitě Peklov v letech 2009 - 2015



Zdroj: VÚRV Praha Ruzyně, 2016

Lokalita Peklov je průměrně možná až trošku podprůměrně (fosfor) zásobená živinami podle doporučení UKZUZ (Weger, 2016, in verb.).

Dále bylo nutné se seznámit a osobně několikrát navštívit zkoumanou lokalitu, která se nachází v Peklově. Zde byl prováděn experiment s vyhodnocením vlivu délky obmýtí na růstové a výnosové parametry topolového klonu J-105 pěstovaného výmladkovým způsobem byl proveden v produkčním porostu v lokalitě Peklov. Část porostu o rozloze 0,51 ha, která byla měřením růstových parametrů posouzena jako relativně souvislá, se v březnu 2003 sklídila a upravila a následně byla rozčleněna na 3 stejně velké části označené jako Peklov A, B a C. V roce 2015 byly sklizně biomasy prováděny: v bloku A po třech letech, v bloku B po čtyřech letech a v bloku C po sedmi letech jak je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Sklizeň biomasy v roce 2015

Porost - blok	Rozloha (ha)	Délka obmýtí (roky)	Počet sklizní za sledované období	Počet hodnocených parcelek
Peklov - A	0,17	3	1	3
Peklov - B	0,17	4	1	5
Peklov - C	0,17	7	1	4
Celkem	0,51		3	12

6.2 Metodika sběru dat

V experimentu byly ve všech blocích vyznačeny pokusné parcelky, na kterých bylo prováděno měření růstových parametrů (tloušťka a počet kmenů, výška jedince, procento živých jedinců). Tloušťka kmenů byla měřena digitální průměrkou (Mantax Digitech, Haglöf) s přesností na 1 mm a výška jedince digitálním měřicím přístrojem Vertex.

Sklizeň topolu byla prováděna motorovou pilou. Kmeny byly podřezávány ve výšce 0,1–0,3 m nad zemí podle daných přírodních podmínek a stavu pařezu. Sklizené kmeny váženy na místě dvěma digitálními váhami (max. nosnost 30 kg; přesnost ± 20 g). Po zvážení biomasy byly z každého bloku odebrány vzorky, aby se zjistil obsah vody ve dřevě. Dále bylo prováděno sušení v sušičce, kdy je maximální teplota 105 °C až do dosažení konstantní hmotnosti daného vzorku.

Část historických dat byla poskytnuta od pana Ing. Jana Wegera, Ph.D. z VÚKOZ v Průhonicích.

Obr. č. 3 Měření tlouštěk kmene



Zdroj: vlastní

6.3 Metodika zpracování dat

K výpočtu výnosu sušiny byl použit následující vzorec:

$$Y_d = (W_w * D / A_p) / N_{yr} / C$$

Y_d - výnos na hektar za rok v sušině [t(suš.)/ha/rok]

W_w - surová hmotnost živých jedinců v pokusné parcelce [kg (sur.)]

D - podíl sušiny v surové hmotnosti vzorku [%]

A_p - skutečná rozloha pokusné parcelky [m²]

N_{yr} - počet roků v obmýtí [v pokusu = 1, 3, 6]

C - koeficient přepočtu jednotek [= 10]

Hektarový výnos v blocích experimentu byl spočítán jako průměr výnosů z jednotlivých parcelek bloku. Výpočet slouží zejména k porovnání zkoumaných variant (délek obmýtí) mezi sebou.

Ke statistickému porovnání průměrných ročních přírůstků výšky a tloušťky byl použit statistický program Statistica 7.1 (ANOVA, parametrický test Tukey).

7. VÝSLEDKY

Ve sledovaném sedmiletém období (16.–22. rok existence výmladkové plantáže Peklov) bylo provedeno celkem 5 sklizní a zvážení surové hmotnosti biomasy v parcelkách pro výpočet výnosu sušiny podle uvedené metodiky. V bloku A (jednoleté a tříleté obmýtí) to bylo 5 sklizní, v bloku B (tříleté a čtyřleté obmýtí) 2 sklizně a v bloku C (sedmileté obmýtí) sklizeň jedna.

Průměrný roční hektarový výnos za sledované období byl 7,18 t(suš.)/ha/rok (průměr všech parcelek a roků). V bloku A při jednoletém obmýtí byl výnos 5,19 t(suš.)/ha/rok, při tříletém obmýtí byl výnos 8,52t(suš.)/ha/rok. V bloku B při tříletém obmýtí byl výnos 9,73 t(suš.)/ha/rok, při čtyřletém obmýtí byl výnos 7,54 t(suš.)/ha/rok. V bloku C při sedmiletém obmýtí byl výnos 8,48 t(suš.)/ha/rok.

Tab. 2 Výnos a procento živých jedinců

Rok měření	Obmýtí (roky)	2010			2012			2016			Průměr		
		No.	Prům.	s	No.	Prům.	s	No.	Prům.	s	No.	Prům.	s
Výnos sušiny (t suš/ha/rok)	1	3	4,3	1,1	3	7,3	2,9				12	5,2	2,2
	3				5	9,7	2,9	3	8,5	1,2	8	9,3	2,4
	4							5	7,5	2,3	5	7,5	2,3
	7							4	8,5	2,9	4	8,5	2,9
Procento živých jedinců (%)	1	3	37	18	3	36	22				12	37	19
	3				5	45	6	3	36	25	8	41	16
	4							5	42	8	5	42	8
	7							4	26	13	4	26	13

Z tabulky č. 3 vyplývá, že v tříletém obmýtí je průměrný roční výškový přírůstek o málo vyšší než u čtyřletého obmýtí. Zatím co v porovnání se sedmiletým obmýtím je průměrný roční přírůstek daleko vyšší cca 0,5 m.

Tab. č. 3 Statistické porovnání ročních přírůstků výšek (ANOVA, Tukey test)

	Vmax/3	Vmax/4	Vmax/7
Platná pozorování	52,0000	99,0000	54,0000
Průměr	2,0872	2,0470	1,4947
Medián	2,2000	2,1250	1,5286
Rozptyl	0,2706	0,2185	0,1694
Směrodatná odchylka	0,5202	0,4675	0,4116
Směrodatná chyba	0,0721	0,0470	0,0560
Variační koeficient	0,2492	0,2284	0,2754
Minimum	1,0000	0,6000	0,6429
Maximum	3,1333	2,8000	2,2857
Rozpětí	2,1333	2,2000	1,6429

Srovnání	Rozdíl	Směrodatná chyba	q Stat	Tabulka q	Významn.	Dolní 95%	Horní 95%	Výsledek
Vmax/3 - Vmax/7	0,5925	0,0909	9,2195	3,3391	0,0000	0,3779	0,8071	**
Vmax/4 - Vmax/7	0,5523	0,0791	9,8698	3,3391	0,0000	0,3654	0,7391	**
Vmax/3 - Vmax/4	0,0402	0,0801	0,7098	3,3391	0,8705	-0,1489	0,2294	

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ byl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi tříletým obmýtím a sedmiletým obmýtím a mezi čtyřletým obmýtím a sedmiletým obmýtím.

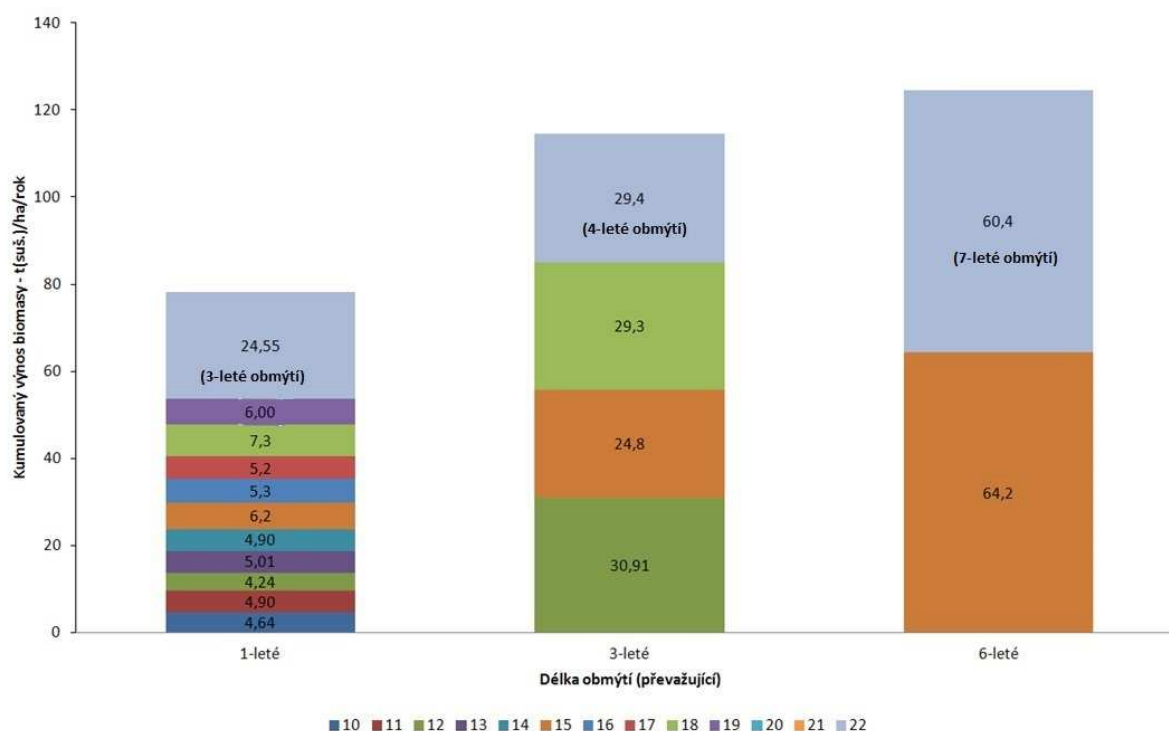
V tabulce č. 4 je uvedeno porovnání průměrných ročních přírůstků tlouštěk všech výhonů z každého jedince, které jsem měřil v prsní výšce (cca 1,3 m). Nejvyšší průměrný roční přírůstek byl u sedmiletého obmýtí. U tříletého a čtyřletého obmýtí je průměrný roční přírůstek skoro stejný.

Tab. č. 4 Statistické porovnání ročních přírůstků tlouštěk kmene (ANOVA, Tukey test)

	DIA/3	DIA/4	DIA/7
Platná pozorování	619,0000	617,0000	164,0000
Průměr	5,9591	5,5130	6,5723
Medián	4,3333	3,7500	4,5714
Rozptyl	22,7779	18,7113	23,8376
Směrodatná odchylka	4,7726	4,3257	4,8824
Směrodatná chyba	0,1918	0,1741	0,3812
Variační koeficient	0,8009	0,7846	0,7429
Minimum	0,0000	0,0000	0,0000
Maximum	29,0000	19,7500	19,0000
Rozpětí	29,0000	19,7500	19,0000

Srovnání	Rozdíl	Směrodatná chyba	q Stat	Tabulka q	Významn.	Dolní 95%	Horní 95%	Výsledek
DIA7 - DIA4	1,0593	0,4036	3,7116	3,3180	0,0238	0,1123	2,0063	**
DIA3 - DIA4	0,4461	0,2614	2,4138	3,3180	0,2029	-0,1671	1,0593	
DIA7 - DIA3	0,6132	0,4035	2,1493	3,3180	0,2819	-0,3335	1,5599	

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ byl statisticky významný rozdíl zjištěn mezi čtyřletým obmýtím a sedmiletým obmýtím.



Graf č. 3 Kumulovaný výnos biomasy od vzniku pokusu na lokalitě Peklov

Výsledný kumulovaný výnos sedmiletého obmýti (blok C) je o 2,8% vyšší, nežli součet posledních dvou sklizní z bloku B (tříleté a čtyřleté obmýti). Součet posledních dvou sklizní v bloku A (jednoleté a tříleté obmýti) je v porovnání s čtyřletým obmýtím (blok B) vyšší o 3,9%.

8. DISKUZE

Z dosažených výsledků výnosu v roce 2016 (22. rok existence výmladkové plantáže Peklov) se zdá, že delší obmýtí (sedmileté a čtyřleté) nemusí dosahovat ve starších porostech výrazně vyššího kumulovaného výnosu, než tomu bylo v předcházejícím období (15. rok). Zdá se, že porost nemůže být závislý pouze na srážkách, ale i na dostatečně vysoké hladině spodní vody. Velmi pravděpodobně je v Peklově velmi vysoká hladina spodní vody, která umožňuje růst porostu i v suchých letech. Jinak by za takto suchý rok (2015) nemohl mít, takový výnos. Optimum srážek pro dobrý růst topolu by neměl klesat pod 450mm za rok (Weger, 2016 in verb.).

Toto je doloženo fotografiemi (obrázky), které jsou uvedeny v příloze této bakalářské práce, kde je patrné, že v blízkosti plantáže se tvoří jezírka, z nichž topoly zřejmě čerpají spodní vodu.

Zajímavé je, že v dalším sledovaném obmýtí je výnos srovnatelný přestože počet živých jedinců klesá, z 50% na cca 1/3 (Weger, 2016 in verb.). Můžeme se pouze domnívat, že čím je jedinec starší, tím má kořenový systém více rozvinutý, tedy kořeny delší a zasahující do větší hloubky a to jedincům umožňuje získávat z půdy větší množství vody a živin, což příznivě ovlivňuje konečné výnosy. Rovněž se můžeme domnívat, že úbytek jedinců poskytuje zbylým jedincům větší prostor pro růst jak v nadzemní tak i podzemní části. V nadzemní části mají jedinci větší přísun světla a slunce a v podzemní již zmíněné větší množství živin.

Z uvedených výsledků z předchozích tabulek vyplývá, že v prvních letech rostou jedinci rychleji do výšky a čím jsou starší, tím je jejich průměrný roční výškový přírůstek nižší. Oproti tomu v parametru tloušťky kmene je to zcela naopak. Tloušťka kmene se zvětšuje nejvíce u starších jedinců, čím je jedinec starší, tím je průměrný roční přírůstek kmene větší.

Potvrzením starého rčení, že čím více se stromy stříhají, tím více rostou, jsou výsledky uvedené v grafu č. 3, z něhož vyplývá, že juvenilizace je příznivá pro výnos. Měli jsme to štěstí, že právě v letošním roce jsme prováděli sklizeň jedinců po 3, 4 a 7 letech. A největší kumulovaný výnos byl u jedinců, které byly v předcházejících letech sklizeny každoročně oproti jedincům, které byly v předchozích letech sklizeny po 3 nebo 6 letech.

Výborné růstové vlastnosti topolu J-105 jsou zřejmě hlavní příčinou jeho popularity mezi praktickými pěstiteli. Předpokládá se, že přes 90% výmladkových plantáží v ČR, je tvořeno právě tímto klonem, což je z hlediska biologických rizik nevhodné a bylo by vhodné sortiment RRD rozšiřovat o nové klony a odrůdy. Podle výsledků testování VÚKOZ dosahují

srovnatelných výnosů s topolem J-105 odrůdy vrby 'Rokyta' a 'Stvola' vybrané z domácích druhů vrby Smithovi a vrby Červenavé (Weger, 2016 in verb.).

Podle nejnovějších výsledků testování prováděných VÚKOZ dosahují lepších výnosů než topol J-105 vybrané zahraniční odrůdy hybridních topolů (např. *Populus x generosa*, *Populus x canadensis*) v podmínkách Průhonic. Jejich nevýhodou je však skutečnost, že se na jejich pěstování vztahují omezení vyplývající z podmínek zákona o ochraně přírody a krajiny (č. 114/1992 Sb.). Dle předpokladu lze vycházet, že pěstováním nových odrůd lze zvýšit výnos i o 10-15 %. Bylo by však zapotřebí tyto odrůdy otestovat na více stanovištích (Weger, 2016 in verb.).

Weih (2004) uvádí, že roční hmotnostní přírůst topolů vrcholí v boreálních oblastech kolem desátého roku. V Bavorsku doporučované obmýtí pro výmladkové plantáže tohoto klonu je 5 let, při čemž je dosaženo největšího výnosu.

Willebrand et al. (1993) doporučuje za nejvýhodnější délku vrbových plantáží ve Švédsku 4–5 let s hustotou porostu 10–20 tis. ks/ha, v běžné praxi se nejčastěji používá 3–4 roky s hustotou porostu 12 tis. ks/ha.

9. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá obecnou problematikou biomasy, pěstováním rychle rostoucích dřevin, legislativou a zhodnocením růstových, výškových a objemových parametrů na plantáži v Peklově se zaměřením na tzv. japonský topol, tedy na klon, který vznikl zkřížením topolu černého a topolu Maximovičova (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*).

Pěstováním rychle rostoucích dřevin se v současnosti zabývá celý svět, a to z důvodu rostoucího zájmu o alternativní zdroje energie. Biomasa, která vznikne z rychle rostoucích dřevin, se bude využívat v budoucnosti stále více a více, protože se jedná o alternativní možnost neobnovitelných fosilních paliv. Zásoby fosilních paliv celosvětově rychle mizí a z důvodu nedostatku těchto paliv by mohlo dojít k mezinárodním konfliktům a k velkým ekonomickým propadům. V současnosti je důležité se tímto problémem a jeho řešením zabývat a je velmi důležité s tímto problémem seznámit širokou veřejnost.

V současnosti je poptávka po dřevní štěpce nebo palivovým dříví nedostatečná a proto se může očekávat růst jejich cen do budoucna. To jistě bude důležitá motivace pro nové pěstitele rychle rostoucích dřevin k jejich produkci, s vidinou návratnosti investice.

Výhodou pěstování rychle rostoucích dřevin může být významná energetická nezávislost, která může pro dnešního spotřebitele, vzhledem k politické nestabilitě v mnoha klíčových státech, znít stále atraktivněji.

Japonský topol, tedy klon J – 105 si oprávněně zaslouží velký zájem pěstitelů, jelikož se jedná o klon, který je velice variabilní a má skvělé produkční vlastnosti. Koncový materiál se hlavně uplatní v elektrárnách, nebo teplárnách. Hodně pěstitelů vyrábí z vytěžené biomasy kusové palivo, které je dodáváno pro soukromé odběratele, nebo jí využijí pro vlastní spotřebu.

Vlastní výzkum probíhal na výmladkové plantáži japonských topolů J-105 v Peklově, byl zde hodnocen výnos, průměrný roční přírůstek výšky a průměrná roční tloušťka u tříletého, čtyřletého a sedmiletého obmýtí. Zhodnocením je kulminovaný výnos biomasy na testovaném stanovišti a to srovnáním tříletého, čtyřletého a sedmiletého obmýtí mezi sebou.

10. LITERATURA

- CELJAK, I.: *Pěstování topolů pro energetické účely – I.* Biom.cz [online]. 2010-08-23 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-1>>. ISSN: 1801-2655.
- CELJAK, I.: *Biomasa je nezbytná součást lidského života.* Biom.cz [online]. 2008-12-22 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota>>. ISSN: 1801-2655.
- CELJAK, I., BOHÁČ, J., KOHOUT, P.: *Význam cíleně pěstovaných rychle rostoucích topolových porostů v krajině.* 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008. 46 s. ISBN 978-80-7394-140-6.
- CELJAK, I., BOHÁČ, J., KOHOUT, P.: *Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích dřevin.* 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 54 s. ISBN 978-80-7394-011-9.
- ČESENKA, R.: *Japany- výsledky plošného měření.* Japonske-topoly.eu [online]. 2012 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z <<http://www.japonske-topoly.eu/news/japany-vysledky-plosneho-mereni/>>
- ČÍŽEK, V., ČÍŽKOVÁ, L.: *Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice.* Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady: 2009. 45 s. ISSN 978-80-7417-022-5.
- ČÍŽEK, V.: *Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychlerostoucích dřevin v podmínkách ČR:* Regionální energetické centrum, o.p.s., Vsetínská 78, 75701 Valašské Meziříčí. 2007
- HEILMAN, E. P.: *Planted forests: poplars.* New Forests, 1999. 17:89-93.
- JIRÁNEK, J., MORKES, K., KAŠPÁREK, J., CELJAK, I.: *Komerční pěstování rychlerostoucích dřevin v České republice.* Topolové farmy s.r.o., 2012. 31 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.: *Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby).* České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010. 101 s. ISBN 978-80-7394-247-2.
- KOMORA PĚSTITELŮ BIOMASY, o. s. *Japonský topol v praxi.* Vyd. 1. Praha: Imprima, rok neuveden.
- KRAVKA, M.: *Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd: metody vhodné pro malé a střední provozy.* 1. vyd. Praha: Grada, 2012. 102 s. ISBN 978-80-247-3925-0.

KLÍMA, K.: *Zkušenosti s pěstováním rychle rostoucích dřevin pro vlastní potřebu*. Biom.cz [online]. 2011-04-20 [cit. 2014-01-29]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zkusenosti-s-pestovanim-rychle-rostoucich-drevin-pro-vlastni-potrebu>>. ISSN: 1801-2655.

KOLONIČNÝ, J., HASE, V.: *Využití rostlinné biomasy v energetice*. Ostrava. Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava, 2011. 151 s. ISBN 978-248-2541-0.

KUČERA, Z., STUPAVSKÝ, V., *Biomasa3 : energetická, ekologická, ekonomická*. Praha: CEMC – České ekologické manažerské centrum, 2010. ISBN 978-80-85990-17-1.

LABRECQUE, M., TEODORECU, T. I. *Biomass and Bioenergy: Field performance and biomass production of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada)*. 2005

MORHART, J., SHEPPARD a SPIECKER H.: *Above Ground Leafless Woody Biomass and Nutrient Content within Different Compartments of a P. maximowicii × P. trichocarpa Poplar Clone*. *Forests*, 2013. ISSN: 1999-4907.

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

MURTINGER, K.: *Možnosti využití biomasy*. Biom.cz [online]. 2007-05-02 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.

NIKL, M. *Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2009.

PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. *Biomasa: Obnovitelný Zdroj Energie* Praha: FCC Public, 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.

PETŘÍKOVÁ V., 2005: *Pěstování rostlin pro energetické účely*, ISBN : 80 – 239 – 5497 – 0 [cit. 2016-04-16].

SCHOLZ, V.: *Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně*. Biom.cz [online]. 2009-07-01 [cit. 2014-01-29]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.

SLADKÝ, V.: *Pevná biopaliva- doplňkový energetický zdroj*. stary.biom.cz [online]. 1998 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://stary.biom.cz/sborniky/99kara/05.html>>

TUÑÓN, T. Brage. *Methods on Poplar Propagation and Establishment on Forest and Agricultural Land in Sweden*. Uppsala, Sweden, 2009. ISBN 1654-9392. Master thesis. Vedoucí práce Almir Kasracic.

VLÁŠEK, J. *Produkční potenciál rychle rostoucích dřevin a jejich těžba*. Praha, 2013. Bakalářská. Česká Zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Ing. Václav Štícha, Ph.D.

WEGER, J.: *Výmladkové plantáže topolů a vrb*. Biom.cz [online]. 2011-01-05 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K.: *Zásady a pravidla pěstování rychle rostoucích dřevin (r.r.d.) ve velmi krátkém obmytí*. Biom.cz [online]. 2002-01-18 [cit. 2016-04-04]. 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, J., VLASÁK, P., HAVLÍČKOVÁ, K.: *Shrnutí a vývoj situace výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy v ČR a ve Švédsku*. Biom.cz [online]. 2004-05-03 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/shrnuti-a-vyvoj-situace-vymladkovych-plantazi-rychle-rostoucich-drevin-pro-produkci-biomasy-v-cr-a-ve-svedsku>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, J.: *Rychlerostoucí dřeviny a potenciál jejich využití v podmínkách ČR*. Praha, 2007. Disertační. Česká zemědělská univerzita v Praze.

WEGER, J.: Co jsou to „japany“. Mail.vukoz.cz [online]. 2011 [cit. 2016-04-04]. Dostupné z WWW: <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/japany.html>>

WEIH, M. (2004): Intensive short rotation forestry in boreal climates: present and future perspectives. Canadian Journal of Forest Research,

WILLEBRAND, E., LEDIN, S., VERWIJST, T. (1993): Willow coppice systems in short rotation forestry: Effects of plant spacing, rotation length and clonal composition on biomass production. Biomass and Bioenergy,

Internetové zdroje

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/podrobnejsi-pohled-na-nedavnou-medialni-kauzu-okolo-topolu> [cit. 2016-04-19]

<http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/archiv/2001/03-PDF/157-162.pdf> [cit. 2016-04-19]

<http://www.priroda.cz/slovník.php?detail=502>[cit. 2016-04-19]

<http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/legislativa-a-rrd>[cit. 2016-04-19]

Ministerstvo průmyslu a obchodu. www.mpo.cz. [online]. 26.10.2011 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument91279.html>

11. PŘÍLOHY

Obr. č. 1 Vysoká hladina spodní vody



zdroj: Weger, 2012

Obr. č. 2 Vysoká hladina spodní vody výmladková plantáž Peklov



Zdroj: Weger, 2012

Obr. č. 3 Satelitní snímek lokality Peklov včetně jezírek



Zdroj: mapy.cz

Obr. č. 4 Sklizení pokusného řádku v bloku B



Zdroj: vlastní

Obr. č. 5 Částečně sklizený řádek, blok A



Zdroj: vlastní

Obr č. 6 kmen čerstvě po seříznutí



Zdroj: vlastní