

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra: Katedra agroekosystémů

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení růstu rychle rostoucích topolů na energetických plantážích
v závislosti na počtu provedených těžeb

Vedoucí bakalářské práce:
prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

Autor bakalářské práce:
Hana Lhotková, DiS.

České Budějovice

2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana LHOTKOVÁ, DiS.**
Osobní číslo: **Z17370**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Hodnocení růstu rychle rostoucích topolů na energetických
plantážích v závislosti na počtu provedených těžeb.**
Zadávací katedra: **Katedra agroekosystémů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce: Vyhodnocení vlivu růstu rychle rostoucích topolů na energetických plantážích s datovanou historií v závislosti na počtu provedených těžeb.

- 1) Literární přehled: Popsat historii pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) v České republice. Zaměřit se na časové hmotnostní přírůsty dřevní hmoty rychle rostoucích topolů a velikosti výnosů po založení plantáže a po dílčích těžbách.
 - 2) Materiál a metody: Vybrat vhodné energetické plantáže rychle rostoucích topolů s dostupnou historií jejich založení a po realizovaných těžbách. Na vybraných plantážích sledovat výšku, průměr a počet výhonů ze stanoveného počtu pařezů po provedených těžbách. Na základě naměřených dat vypočítat celkovou produkci dřevní hmoty v závislosti na době růstu po provedené těžbě.
 - 3) Výsledky a diskuze: Vyhodnotit data získaná vlastním měřením a porovnat zjištěné hodnoty se známými hodnotami po prvních těžbách ve vybrané plantáži a po založení plantáže. Zjištěné údaje porovnat s literárními údaji.
 - 4) Závěr: Stručně vyhodnotit produkční potenciál topolu v závislosti na počtu provedených těžeb.
-

Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)

Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran včetně příloh

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Celjak, I. a kol.: Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích topolů, JČU v Č. Budějovicích, 2007, ISBN 978-807394-011-9;

Havlíčková, K. a kol.: Biomasa jako obnovitelný zdroj energie: ekonomické a energetické aspekty: Průhonice. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice, 2005. ISBN 80-85116-38-3.

Havlíčková, K. a kol.: Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. České Budějovice: 2007. ISBN 978-80-85116-00-7

Jiránek, J. et al., 2012. Komerční pěstování rychlerostoucích dřevin v České republice 2012. [s.l.] : Topolové farmy, ?2012. 32 s.

Kára, J. a kol.: Energetické rostliny technologie pro pěstování a využití. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2005, ISBN 80-86884-06-6.

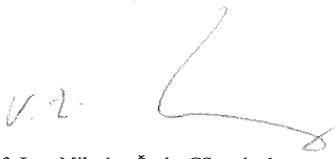
Kolektiv autorů: Energetické plodiny. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-13-4

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.

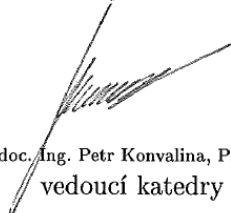
Katedra agroekosystémů

Datum zadání bakalářské práce: 26. října 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2018


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1698, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. října 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Hodnocení růstu rychle rostoucích topolů na energetických plantážích v závislosti na počtu provedených těžeb“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu literatury.

V Prasetíně dne 15. dubna 2018

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Janu Moudrému, CSc., za odborné vedení, rady a připomínky, které mi poskytl při jejím vypracování. Dále děkuji Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za pomoc při měření a poskytování potřebných materiálů k této bakalářské práci.

Abstrakt

Na třech pokusných lokalitách s RRD (*Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii* Henry „Maxvier“ a *Populus maximowiczii* x *Populus berolinensis* „Oxford“) byla hodnocena výška rostlin, průměrný přírůst a počet výhonů ve vztahu ke způsobu založení a obhospodařování a počtu provedených těžeb. Z hlediska vodního režimu v půdě jsou pro tyto dřeviny mnohem lépe využitelné roviny než mírné svahy, kde nedochází ke zbytečnému odtoku a voda je lépe rostlinou využita po celou dobu pěstování. Topoly jsou světlomilné, proto lepší růstové vlastnosti vykazují v nezastíněných, jiným porostem neovlivněných lokalitách. S tím souvisí i náchylnost k silně zapleveleným plochám a to zejména v prvním roce růstu při tvorbě nových výhonů. Při dobrém obhospodařování a ideálních podmínkách pro růst, je topol schopen za rok vyrůst o více než 2 metry.

Klíčová slova

Rychle rostoucí dřeviny, topoly, faktory ovlivňující růst, růstové parametry

Abstract

At three experimental locations with fast growing trees (*Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii* Henry „Maxvier“ a *Populus maximowiczii* x *Populus berolinensis* „Oxford“) was evaluated height of plants, average increase and number of shoots in relation to the method of establishment and the number of realized mining operations. From the point of view of the water mode in the soil for these trees are much more usable plane than mild slopes, where there is no unnecessary runoff and water is better utilized by the plant all the time growing. The poplars are search for light, therefore better growth properties show in unshaded, other unaffected locations. It is related also sensibility to heavily weedy areas and especially in the first year of growth in during creation new shoots. In good cultivation and ideal terms for growth, is poplar able for the year grow by more than 2 meters.

Key words

Fast growing trees, poplars, factors influencing growth, growth parameters

Obsah

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1 Obnovitelné zdroje energie.....	9
2.2 Biomasa jako obnovitelný zdroj energie	9
2.3 Rychle rostoucí dřeviny.....	12
2.3.1 Historie pěstování	12
2.3.3 Topol (<i>Populus</i> sp.) jako RRD.....	15
2.4 Faktory ovlivňující růst RRD	20
2.4.1 Voda.....	20
2.4.2 Vzduch v půdě	20
2.4.3 Živiny.....	21
2.4.4 Kyselost půdy.....	22
2.4.5 Délka vegetační doby, teplota.....	22
2.4.6 Hustota porostu	22
2.4.7 Choroby a škůdci	23
2.5 Růstové parametry topolů a způsob jejich hodnocení	24
3. MATERIÁL A METODY	27
3.1 Charakteristika experimentálních stanovišť	27
Čakov I	27
Čakov II.....	28
Chlumská hora.....	29
3.2 Metodika měření.....	30
4. VÝSLEDKY A DISKUZE	32
4.1 Měření výšky	32
Čakov I.....	32
Čakov II	33

Chlumská hora	34
4.2 Průměr kmene	35
Čakov I.....	35
Čakov II	36
Chlumská hora	37
4.3 Počet výhonů	38
5. ZÁVĚR.....	43
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
7. PŘÍLOHY	49

1. ÚVOD

Se zvyšující spotřebou energie a snižováním zásob fosilních paliv se začínají hledat v současné době i jiné alternativní způsoby získávání. Obnovitelné zdroje energie (voda, vítr, slunce, biomasa) s sebou přináší řadu výhod. Nejen, že mají schopnost částečné nebo úplné obnovy, ale přispívají i k udržení rovnovážného ekosystému Země. Cílené pěstování biomasy se v dnešní době jeví jako velmi perspektivní a proto se dostává čím dál více do popředí. S velkým nárůstem pěstování se začínají vyvíjet i nové technologie pro produkci a následného zpracování. V porovnání s jinými zeměmi je Česká republika v tomto ohledu ještě více méně v počátku. V budoucnu by to ale mohlo mít vliv v konečném důsledku na zaměstnanost a ekonomiku země. Rychle rostoucí dřeviny (topoly, vrby) a plodiny (čirok, konopí a další) v sobě skrývají velký energetický potenciál. RRD se vyznačují velmi vysokou objemovou produkcí dřeva, rychlým nárůstem a snadným zakládáním porostů. Pěstování může probíhat i na zemědělských půdách s nižším produkčním potenciálem pro nepotravinářskou produkci a tím zajistit i mimoprodukční funkci zemědělství. V nynější době RRD slouží k výrobě tepelné nebo elektrické energie a ohřevu vody. Výhodou při spalování například štěpky je, že při tomto ději dochází k uvolnění takového množství CO_2 do atmosféry, jaké bylo z atmosféry odčerpáno rostlinou při fotosyntéze v průběhu jejího růstu.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Obnovitelné zdroje energie

Energie jako taková je pro člověka nezbytnou součástí k uspokojování jeho potřeb. Zásoba fosilních paliv není nekonečná a již nyní podle různých odhadů vystačí jen na několik desítek let. Kromě toho fosilní paliva přispívají ke znečišťování a klimatickým změnám a to především jejich spalováním, které je významným zdrojem tzv. skleníkových plynů. Skleníkové plyny jsou v dnešní době jednou ze závažných hrozeb pro lidstvo a to po celém světě. Proto se začíná hledat alternativa a to především v podobě obnovitelných zdrojů energie (OZE). Mezi OZE řadíme sluneční energii, sluneční záření, energii větru, teplo okolí, energii vody a moří a v neposlední části také biomasu.

Podle zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie jsou OZE definovány následovně: „*Obnovitelnými zdroji obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu z čistíren odpadních vod a energie bioplynu.*“

Vlivem podpory ze strany státu, ale i EU, mají pozitivní vliv např. na posílení hospodářského růstu, regionálním rozvoji a v neposlední řadě i na vzniku nových pracovních míst. Využívání OZE je do určité míry limitováno i několika méně příznivými faktory kterými jsou především nestejnomyšlnost rozložení území, proměnlivost v průběhu dne i roku a vyšší investiční náklady.

Z evropských států podle vypočtených výsledků z roku 2016 využívá nejvíce energie z obnovitelných zdrojů na prvním místě Island (72,6 %), Norsko (69,4 %) a Švédsko (53,8 %). Česká republika se během 10 let dostala ze 7,4 % na téměř 15 %. Stále je to ale v porovnání ostatními státy velmi zanedbatelné množství. Nejvyšší podíl vyrobené elektřiny v České republice v roce 2016 zaujímal energie vodní, solární a tuhá biopaliva.

2.2 Biomasa jako obnovitelný zdroj energie

V nejrozsáhlejší slova smyslu je biomasa hmota všech organismů na Zemi. Patří sem jak tělesné schránky, tak i živé a neživé výstupy činnosti jednotlivých organismů (semena, dřevo, exkrementy, obaly). Lze ji rozdělit na živočišnou a rostlinnou. (Kohout, a další, 2010) Biomasu je možné také popsat několika možnými definicemi.

Během svého růstu rostliny využívají sluneční energii, která se vyskytuje ve formě slunečního záření a vlivem fotosyntézy se přeměňuje na chemickou energii. Rostlinnou biomasu neboli fytomasu představují především lesní dřeviny, okrasné dřeviny, traviny, zemědělské plodiny a energetické rostliny. Vedlejším produktem dřevin je tzv. dendromasa, která zahrnuje nejen rostoucí stromy a keře spolu s jejich částmi, ale i jejich zbytky po těžbě a následném zpracování. (Kohout, a další, 2010) Murtinger spolu s Beranovským popisují biomasu jako části produktů, odpadů a zbytků nejen ze zemědělské produkce, ale i dalších příbuzných průmyslových odvětví včetně lesnictví, které jsou biologicky rozložitelné. (Murtinger, a další, 2006) Jelikož základním stavebním prvkem živé hmoty je uhlík a uhlíková vazba, která obsahuje energii, je teoreticky možné využít všechny formy biomasy k produkci energie.

Podle zákona 180/2005 Sb. je biomasa charakterizována jako – „biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu“

V ekologickém slovníku je biomasa vymezena takto – „*Rostlinná (fytomasa) nebo živočišná (zoomasa) hmota jedinců, populace nebo jiných částí biocenózy na určité ploše (např. m², ha, km²) nebo v prostoru (litr, m³ apod.). Rozlišujeme čerstvou biomasu nebo sušinu, nadzemní nebo podzemní biomasu u rostlin, v hmotnostních nebo energetických jednotkách, obsahu uhlíku apod.*“ (Pelikán, a další, 1999)

V několika zdrojích se rozděluje jednoduše na suchou (dřevo, dřevní odpady, sláma) a mokrou (kejda a jiné odpady). Murtinger spolu s Beranovským uvádějí ještě speciální, kam řadí různé plodiny (olejiny, cukernaté a škrobové plodiny), které se nejčastěji využívají k výrobě lihu nebo bionafty. (Murtinger, a další, 2006)

I přesto, že má biomasa mnoho forem, ne všechny jsou vhodné pro spalování. Příčinou je především vysoký obsah látek nebo prvků. Ty mají pak za následek nekvalitní spalování a s tím související i vznik nebezpečných emisí. Lze je ale využít například k výrobě bioplynu. Podle způsobu jejího vzniku je možné ji rozdělit podle Wegera na čtyři skupiny, které jsou vhodné pro výrobu energie.

Zbytková biomasa ze zemědělství

Tato skupina zahrnuje rostlinné sklizňové zbytky, především obilnou a řepkovou slámu. Dále pak chlévskou mrvu a zbytky z mlékárenského a potravinářského průmyslu. V porovnání se skandinávskými zeměmi, kde se obilná sláma využívá nejen k pokrytí potřeby tepla, ale i k vytápění celých vesnic, je u nás tento způsob využití spíše teprve v začátcích. I přesto, že sláma obsahuje jen nepatrné množství živin (dusík – méně než 1%), tudíž ve výživě půdy nemá až tak velký význam, je možné se velmi často setkat s argumentem proti spalování. Organické zbytky velice významně ovlivňují celou řadu fyzikálních a chemických půdních vlastností. V půdní organické hmotě dochází k přeměnám uhlíkatých látek, které mají za následek rozklad složitějších organických sloučenin na jednodušší. Ty posléze pozitivně přispívají k půdní vlhkosti, provzdušnění, teplotě, půdnímu vodnímu režimu a respiraci. Mimo jiné stabilizují humusové látky a tím zvyšují i celkovou úrodnost půdy. (Šimek, 2003) Oproti obilné slámě má sláma řepková mnohem lepší vlastnosti. Její výhřevnost je v porovnání například s lepším hnědým uhlím téměř na stejné úrovni (17 GJ/t). (Havličková, 2007) Dále stojí za zmínku i případně sláma kukuřičná, seno a odpady z travnatých ploch.

Zbytková biomasa z lesnictví

Ačkoliv odpady po provedených těžbách, případně prořezávkách, nejsou vzhledem k ekonomické náročnosti v příliš velké míře nikterak využívány, mají velmi vysoký potenciál. Tvzení, že by dřevo, větve, kůra a ostatní zbytky měly zůstat v lese z důvodu nenahraditelného zdroje živin, bylo postupně vyvráceno vědeckými studiemi. (Havličková, 2007) Část koloběhu stále probíhá a to díky opadu listů, drobných jehliček a větviček.

Biomasa energetických plodin 1. generace

Weger (2009) uvádí plodiny, jako jsou řepka a palma olejná, ze kterých se vyrábí čistý olej. K výrobě bioetanolu se především v USA využívá pšenice a řepka olejná. A v neposlední řadě žitovec, který slouží k výrobě pelet.

Biomasa energetických plodin 2. generace

Často se označují jako tzv. ligni-celulózní plodiny, ale někdy je možné se setkat také s výrazem „nové energetické plodiny“. Jedná se o záměrně pěstované vytrvalé traviny, byliny,

ale především vybrané klony a odrůdy rychle rostoucích dřevin (RRD). U nás v ČR se nejvíce z RRD pěstují topoly a vrby. V menším zastoupení pak olše, jilmy, platany, pajasany a v teplejších oblastech eukalyptus. Co se týče travin a bylin, tak tady má zastoupení z největší části energetický šťovík. Dále například konopí seté, laskavec, ozdobnice a proso dvojřadá.

Výhody a nevýhody biomasy

V porovnání s fosilními palivy je největší výhodou její obnovitelnost a dostupnost. V určité míře zabraňuje erozi, omezuje zaplevelování a využívá jinak nevyužitých neúrodných ploch. Svoji významnou roli hraje i pro rozvoj venkovských lokalit a to nejen díky vytvoření nových pracovních příležitostí, ale i zlepšuje ekonomiku. Dalším pozitivem je skladovatelnost. Co se týče nevýhod, závisí na určitém druhu biomasy. V první řadě nelze opomenout vyšší investiční náklady na pořízení celého technického zařízení. S tím souvisí i náklady na případné úpravy paliva.

2.3 Rychle rostoucí dřeviny

2.3.1 Historie pěstování

Samotné pěstování má velmi dávnou historii. Některé nedávné důkazy tvrdí, že již před 10 000 lety lidé, kteří žili podél řeky Eufrat ve Středním východě, používali topoly a vrby ke stavbě svých přístřeší a především k topení. V Mezopotámii, přesněji v letech 2000 – 2100 před naším letopočtem, sloužily dále k výrobě košů, lodí a jednoduchých nástrojů. Později se začaly objevovat i v Číně, kde se vysazovaly podél silnic a ulic. V 17. a 18. století se evropští průzkumníci setkali s těmito dřevinami i na domácích zahradách v Severní Americe. Až do počátku 20. století se tyto porosty objevovaly spíše jako přirozeně rostoucí a to hlavně podél toků a velkých řek. Poté se vzhledem k snadnému množení klonů topolů a vrb pěstování rozšířilo i v mnoha ostatních zemích a to po celém světě. V roce 1937 vznikl v Itálii první formální výzkumný ústav topolů. S tím souvisí i následné založení Mezinárodní topolové komise (International Poplar Commission), která vznikla v roce 1947. Ta se zabývá především výzkumem v oblasti pěstování a využití topolů nebo například registrací klonů a odrůd. (Kohout, a další, 2010)

Dle FAO, byly v roce 2005 země s největší plochou topolů Čína (7,6 milionů hektarů), Francie (236 000 ha), Turecko (125 000 ha), Maďarsko (109 000 ha), Španělsko (105 000 ha), Itálie (101 000 ha), Švédsko (49 000 ha) a Rumunsko (48 000 ha). Co se týče vrb, pak je to Čína (438 000 ha), Argentina (56.400 ha), Rumunsko (19.500 ha), Nový Zéland (20 000 ha) a Švédsko (11 000 ha). I v Rusku a Estonsku byly také zaznamenány plochy s rozsáhlou výsadbou.

Co se týče České republiky, začátkem roku 1950 začal s ověřováním růstových vlastností nejdříve topolů a později i vrb Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) v Kunovicích u Uherského Hradiště. (Kravka, 2012) Právě zde je udržována sbírka více než 500 klonů matečnic jak topolů, tak i vrb. Jedná se o druhy původní i dovezené, které slouží i jako zdroj sadebního materiálu. Za zmínku bezpochyby stojí i Výzkumný ústav okrasného zahradnictví Silva Taroucy (VÚKOZ) v Průhoncích, který se zabývá nikoli jen šlechtěním, výzkumem a uchováváním genofondů, ale i mnoha dalšími aktivitami spojenými s RRD. VÚKOZ udržuje matečnici topolů s více než 130 klony. V roce 1994 byla vysazena první výmladková plantáž topolů a to u Unhoště u Prahy. Osázen byl cca 1 ha sadbou původem z Německa. O rok později na ploše cca 7 ha byla vysazena druhá plantáž a to v oblasti Krejčárka u Temelína. Obě tyto plantáže jsou doposud životaschopné a to i po již několika provedených těžbách.

V nynější době se mimo jiné ověřuje použití i například pajasanů a jilmů, ale zatím nejsou doloženy více rozsáhlé studie, jestli by byly potenciálně vhodné pro tvorbu biomasy z hlediska produkčních schopností.

V rámci Programu rozvoje venkova 2014-2020 vznikla možnost dotace na tzv. ozelenění neboli greening. Pokud má zemědělský podnik více než 15 ha, měl by vyčlenit alespoň 5 % z její výměry jako plochu v ekologickém zájmu (EFA). To je podmínkou pro získání samotné platby. Za EFA se považují i plochy RRD na výmladkových plantážích bez použití minerálních hnojiv nebo přípravků na ochranu rostlin. Druhy, které jsou stanoveny v seznamu využitelných RRD musí splňovat podmínku ekologické vhodnosti. To znamená, že musí konkrétně chránit a zlepšovat biologickou rozmanitost.

Nynější situace a rozvoj pěstování RRD v České republice sleduje Veřejný registr půdy (LPIS). Od roku 2004, kdy byla výměra necelých 88 ha, byl zaznamenán postupný vývoj. Pravděpodobně ve spojitosti s greening se výměra dostala v roce 2015 až na 2839 ha.

V září 2017 celkový počet činil 2862 ha. V souvislosti s jednotlivými kraji byla v září 2017 evidována absolutně největší výměra RRD v Plzeňském kraji (812 ha). S velkým poklesem následovala Vysočina (244 ha), Středočeský kraj (228 ha) a Jihočeský kraj (225 ha). Nejmenší plochy se nachází v Karlovarském kraji a Praze. V Jihočeském kraji největší rozlohu RRD zaujímá okres České Budějovice (69,42 ha), poté Strakonice (39,25 ha) a Jindřichův Hradec (37,01 ha).

2.3.2 Technologie pěstování RRD

V prvním kroku je podstatné zjistit si přesnou typologii pozemku z důvodu, aby nedošlo k osázení nevhodných druhů dřevin a tím snížení případného výnosu. S přípravou plochy se začíná obvykle rok před samotným vysázením. Například hlubokou orbou je důležité odstranit plevel a celkově pozemek připravit. Do jednořádku nebo dvojřádku se vysazují prýty či celé řízky, které je nutné zhruba dva dny před výsadbou namočit do vody. V prvních letech je klíčovým prvkem odstranit případné plevely, choroby a škůdce. Vzhledem k opadávání listů a odumírajícím jemným kořenům není nutné nijak zvlášť rostliny hnojit. Nejčastěji u vrb se v prvním roce provádí seřezávání, aby nedocházelo k přílišnému rozvětňování porostu. V závislosti na tloušťce kmene, velikosti pozemku a dalších faktorech se využívají různé možnosti sklizně a následného zpracování. Obvykle je prováděna v zimním období v intervalu zhruba jednou za 3 – 6 let. Při likvidaci plantáže (15-25 let od založení) se dbá na odstranění pařezů s ohledem na další využívání pozemku.

Lignikultury

Čížková a Čížek charakterizují lignikultury jako tzv. plantáže s velmi krátkým obmýtím. Obvykle jsou topoly vysazovány ve sponu 6 x 6 metrů, v teplejších oblastech i 8 x 8 metrů. Zhruba od druhého roku po výsadbě se začíná s vyvětňováním kmene. To se obvykle provádí tak dlouho, dokud je to technicky možné. Výsledkem je zpravidla bezsuký a rovný topolový kmen, který má zpravidla využití v dýhárenském a pilařském výřezu. Zbytek lze použít například na štěpku.

Silvikultury

Oproti lignikulturám se liší především v hustotě výsadby a to v maximálním sponu 4 x 4 metry. S tím souvisí i následné probírky po 5 – 7 letech, kdy si stromy nejen začínají svými korunami vzájemně konkurovat, ale je zde i možný výskyt houbových chorob, které výrazně znehodnocuje kvalitu hmoty. Obvyklé obmýetí se pohybuje okolo 20 – 25 lety.

Výše zmíněné lignikultury a silvikultury se zakládají především na lesní půdě a jsou sklízeny jednorázově.

Výmladkové plantáže

Při pěstování RRD pro energetické účely se využívají tzv. výmladkové plantáže, které jsou vysazovány na půdě zemědělské a tím vlastně i bližší samotnému konvenčnímu zemědělskému hospodaření. Jedná se o způsob pěstování s krátkou dobou obmýetí, tzv. „*short rotation*“, nebo se lze setkat i s termínem „*minirotation*“, která se pohybuje v rozmezí 10 až maximálně 15 let. Sazenice se vysazují do jednořádků se sponem (0,5 – 0,3 m) x (1,5 – 3 m – mezi jednořádky) nebo ve sponu 0,75 – 0,75 m do dvouřádků, kdy mezi dvouřádky je vzdálenost 1,5 – 3 m. Principem těchto plantáží je regenerační schopnost dřeviny, kdy nové výhony vyrůstají přímo z uříznutého kmínku. Sklízeny jsou pak v průměrném intervalu 2 – 7 let, bez nutnosti nové výsadby. V podmínkách ČR převládá nejčastěji 4 letý způsob, v těch méně příznivých pak 5 – 8 letý. Z důvodu nižšího výnosu za dobu existence celé plantáže. (Kohout, a další, 2010) Obdobným způsobem jako výmladkové plantáže se vysazují i matečnicové porosty, které slouží jako rozmnožovací materiál.

2.3.3 Topol (*Populus* sp.) jako RRD

Rod *Populus* patří do čeledi vrbovitéch, zahrnuje celkově zhruba 100 druhů a jeho výskyt je poměrně hojně rozšířen. Topoly obecně se vyznačují svojí variabilitou. Díky svému vzájemnému křížení produkují značné množství nejrůznějších druhů, poddruhů a kultivarů. (Celjak, a další, 2009) Jsou to opadavé, dvoudomé dřeviny s pětihrannou dřevní letorostů. Listy jsou střídavé, jednoduché, celistvé nebo členěné a dlouze řapíkaté. Jednopohlavné, dvoudomé květy jsou uloženy v nících jehnědách. Samčí se od samičích liší tím, že jsou kratší a hustší. Plodem jsou tobolky s drobnými semeny. V závislosti na určitém druhu mají odlišné nároky

na stanoviště, půdu a další podmínky. (Horáček, 2005) V České republice se jako domácí druhy vyskytují pouze čtyři.

Topol černý (*Populus nigra* L.)

Jedná se o velmi vzrostlý strom s klenutou rozkladitou korunou, který dosahuje výšky 30 až 40 metrů a je schopen životnosti i 150 let. Kmen, v mládí s šedo zelenou hladkou borkou postupem věku rozpraskává až do síťovitěho rozbrázdění s načernalou barvou, dosahuje šířky až 2 metry. (Celjak, a další, 2009) Listy převážně srdčitého tvaru s dlouze protáhlou špičkou, dosahují velikosti až 10 cm a šířky 3 – 8 cm. Obvykle ze shora tmavě zelené a lesklé, z druhé strany matné, lysé a ploché. Okraj čepele vroubkovaný. (Mottl, 2003) Květ je tvořen převislými jehnědy a plodem je vejcovitá tobolka. Vyznačuje se svým velmi bohatým a hlubokým kořenovým systémem, tudíž lze tvrdit, že zcela bez problémů odolává i silným větrům. Jedná se o tzv. světlo milnou pionýrskou dřevinu, které vyhovují lokality s dobře zásobenou vodou. Je schopen růst i na méně bohatých štěrkovitých náplavách, ale pouze pod podmínkou dostatečného vlhka. Proto se nevyužívá k zalesňování suchých písčin. Lze jej pěstovat až do 600 m. n. m.

Topol bílý (*Populus alba* L.)

Topol bílý, nazývaný také jako topol linda, je charakteristický svou rozložitě košatou, polokulatou nebo kyticovitou korunou a dosahuje výšky 20 – 40 metrů. Co se týče listů, objevují se zde dva typy. První, které se nachází na dlouhých výhonech a výmladcích, jsou 4–12 cm dlouhé a dlanitoločné. Druhý typ, který se objevuje na krátkých větvíčkách a brachyblastech, se vyznačuje okrouhle vejčitým a hrubě zubatým tvarem, dosahuje velikosti pouze 3 – 8 cm, přičemž koncem léta může plstnatost poněkud olysávat. (Mottl, 2003) Obdobně jako topol černý se v mládí šedo zelenou borkou, která se postupně mění na černavou a rozpukanou. (Horáček, 2005) Svým rozšířením disponuje především v teplejších oblastech, zpravidla do 400 – 500 m. n. m. V sušších oblastech se může objevit jen jako keř. V závislosti na množství vláhy, které topol bílý vyžaduje, lze rozlišit dva odlišné ekotypy. První, lužního ekotypu, vyžaduje ke svému růstu snadno přístupnou vodu v půdě. Stepní a polopouštní topol vydrží růst i v podmínkách extrémního nedostatku vláhy, ale také dokáže snášet i dlouhotrvající záplavy. (Úradníček, a další, 2009)

Topol osika (*Populus tremola* L)

Dalším domácím druhem je topol osika, která je velmi dobře rozlišitelnou dřevinou. Jedná se o strom až 30 metrů vysoký, tvořen řídkou korunou s kmenem zhruba 70 cm v průměru a dobře vyvinutým kořenovým systémem. Borka v mládí hladká, zelenošedá s mnoha lenticelami, ve stáří černošedá až podélně brázditá. Listy se vyznačují svými výrazně tenkými, lysými a svraštělými řapíky. Jsou okrouhle vejčité, tupě zubaté nebo mělce vykrojené s velikostí 3 – 10 cm. Samčí jehnědy jsou většinou velmi četné, šedobílé s purpurově červenými tyčinkami. Samičí jehnědy jsou zhruba 4 cm dlouhé, zelenavé, v době zrání prodloužené až na 12 cm. (Horáček, 2005) Vzhledem k její nenáročnosti na půdu a klima je osika oproti ostatním druhům topolů v České republice rozšířena téměř po celém území (od 300 – 800 m. n. m.). Ideálním prostředím pro růst jsou vlhké půdy s bohatým živinným režimem a s vyšší hladinou podzemní vody. Nevyhovují jí ale delší záplavy nebo jinak déle stagnující podzemní voda, která může mít za následek různé formy hnilob. A v neposlední řadě je zcela odolná vůči mrazu.

Topol šedý (*Populus x canescenes*)

Posledním domácím druhem je topol šedý, který vznikl křížením topolu bílého a topolu osiky. Tento hybrid nese společné znaky obou rodičů. U mladých dřevin se vyskytují listy na rubu tence šedě plstnaté nebo silně běloplstnaté jako u topolu bílého. Postupem času ale olysávají nebo jsou zcela lysé. Dále se listy vyznačují svým vejčitým tvarem, na okraji tupě zubaté nebo mělce laločnaté. Obdobně jako u topolu bílého je borka dlouho hladká s bělošedou nebo zelenošedou barvou, která se ve stáří mění na černavou a rozpraskanou. (Mottl, 2003) Co se týče výskytu, tak převládají lokality podobné rodičovským druhům, avšak přirozeně se v České republice objevuje jen ve velmi omezeném množství v moravských úvalech nebo v lužních lesích na Znojemsku. Svými ekologickými nároky se blíží topolu bílému, s tím rozdílem, že snáší lépe kyselější půdy a je celkově odolnější vůči suchu. (Úradníček, a další, 2009)

V České republice kromě domácích druhů mají velké zastoupení především nepůvodní druhy, a kultivary, které byly cíleně vyšlechtěny svým křížením k energetickému využití a díky svým vlastnostem jsou vhodné pro pěstování na výmladkových plantážích.

V roce 2004 vznikl tzv. seznam doporučených klonů, který byl následně prezentován ve Věstníku Ministerstva zemědělství (č. 1/2004). Původní seznam obsahuje více než 40 klonů topolů a vrb. V následující tabulce jsou uvedeny nejvíce perspektivní klony topolů využívané v ČR. (Kohout, a další, 2010)

Kříženci	Taxonomické zařazení dřeviny	Kód klonu
Kříženci černých a balzámových topolů	<i>Populus nigra L x Populus maximowiczii „Jap-104“</i>	P-Jap 104-049 (J-104 (Max-4))
Kříženci černých a balzámových topolů	<i>Populus nigra L x Populus maximowiczii „Jap-105“</i>	P-Jap 105-050 (J-105 (Max-5))
Kříženci balzámových topolů	<i>P. trichocarpa Torr. et Gray x P. koreana Rehd</i>	P-468
Kříženci černých topolů	<i>P.x euroamericana Dode Guinier „NL-B-132b“ = P. x canadensis Mönch „NL-B-132“</i>	P-264
Kříženci černých a balzámových topolů	<i>P. maximowiczii Henry x P. x berlinensis „NE-144“</i>	P-466
Kříženci černých a balzámových topolů	<i>P. maximowiczii Henry x P. x berlinensis „Oxford“</i>	P-494
Kříženci černých a balzámových topolů	<i>P. nigra L x P. simonii Carr</i>	P-410

Tabulka 1 – Doporučené klony dle věstníku MZe č. 1/2004 (Celjak, a další, 2007)

Japonský topol

Jak uvádí Weger (2011), v nejvyšší míře (více než 70%) se nyní v našich podmínkách pěstuje tzv. japonský topol („japan“), který vznikl křížením již zmiňovaného topolu černého a topolu Maximovičova (*Populus maximowiczii* Henry). Podle dostupných informací vznikl tento kříženec, přesněji skupina kříženců, šlechtěním pro papírenský průmysl v Japonsku (80. léta minulého století). Jedná se o soubor pěti klonů, v Evropě pěstovaných pod různými označeními. Vzhledem k tomu, že nejsou nijak registrovány jako odrůdy ani jinak chráněny žádnými právy, ať už patentovými nebo šlechtitelskými, nemají žádné registrované označení a mnohdy byly šířeny bez jakékoliv odpovídající evidence. „Japonský topol“ není tedy vůbec oficiální název, ani botanické označení pro rostlinný druh. V praxi se nejčastěji objevuje pod označením J-101 až J-105, případně se lze setkat s označením Max-1 až Max-5, které by se mělo používat na oficiálních dokumentech.

Označení při dovozu do ČR	Jiná označení používaná v EU	Označení dle International Poplar Commission FAO (epithet)
Jap-101, J-101	MAX-1, OJPNM-101	'Maxein'
Jap-102, J-102	MAX-2, OJPNM-102	'Maxzwo'
Jap-103, J-103	MAX-3, OJPNM-106	'Maxdrei'
Jap-104, J-104	MAX-5, OJPNM-105	'Maxfünf'
Jap-105, J-105	MAX-4, OJPNM-104	'Maxvier'

Tabulka 2 - Přehled klonů japonského topolu a jeho označení podle Wegera

Po roce 1990 se k nám dostaly z Rakouska již výše zmíněné dva klony J-104 a J-105, kterými byly osázeny vůbec první výmladkové plantáže. Do dnes jsou u nás nejvíce pěstované a jeví se jako nejvíce perspektivní.

„J-105“ se vyznačuje vejčitými širokými listy s krátkou špičkou na vrcholu. Okraje jsou mělce vroubkované se silným zvlněním. Na svrchní straně převládá sytě zelená s výraznější světlejší žilnatinou. Na spodu jsou listy světle zelené až bělavé. Na bočních výhonech se nachází menší listy, okrouhlé a s výraznější spirálovitě stočenou špičkou. Zhruba 10 – 13 mm dlouhé kuželovité pupeny se vyznačují ostrou špičkou, která je z části pokryta nepatrným množstvím světle hnědého balzámu, raší brzy na jaře. Jednoleté výhony mají v hnědozelenou až šedozeleň barvu s nepravidelně uspořádanými světlejšími skvrnami. V prvních letech růstu zůstává kůra velmi dlouho hladká šedozeleň, později se objevují bělavé lenticely a svou barvu mění do žlutošeda. Kmen je rovný a průběžný, s široce oválnou korunou s řídkým ovětvením.

Co se týče listů u klonu „J-104“ jsou charakteristické svým spíše srdčitým tvarem s velmi krátkou špičkou, hustě vroubkovaným a zvlněným okrajem. Jisté rozdíly lze najít i u čepele, kde převládá světlá žilnatina s mírně zahloubenými drobnými žilkami a většinou po dvou slabě vyvinutými žlázkami, které se nachází na začátku čepele. Velmi krátce ochlupený řapík dorůstá zhruba do poloviny délky hlavní žilky. Listy na bočních výhonech jsou menší a s výraznější špičkou. Pupeny, které jsou přilehlé k prýtu, jsou charakteristické pro svou kapku medově zbarveného balzámu na špici. Výhony po jednom roce jsou v horní části zelenohnědé se světlejším mramorováním. U kmenu a kůry se značné rozdíly nevyskytují, jen koruna je jemněji ovětvená.

Pokud tedy dojdeme k závěru, příliš velké odlišnosti se u výše zmíněných klonů nevyskytují a laik je téměř nemá šanci poznat.

2.4 Faktory ovlivňující růst RRD

2.4.1 Voda

Voda má všeobecně velký význam, ať už jejími fyzikálními nebo chemickými vlastnostmi, ale především působí jako rozpouštědlo. Díky svému prostředí zprostředkovává příjem, transport a metabolismus látek, který je důležitý při ovlivňování teploty rostliny, čím chrání například samotnou rostlinu proti přehřátí. Podle pohyblivosti v rostlině ji rozlišujeme na vodu volnou a vázanou. V závislosti na druhu rostliny a vnějších faktorech prostředí se mění i samotná denní spotřeba. Obecně platí, že na vytvoření 1g sušiny rostlina potřebuje i 500 g vody. Hlavním místem vstupu vody z vnějšího prostředí do rostliny je kořen a samotné kořenové vlásky. Rostliny si následně z vodních roztoků, které přijímají a rozvádějí po celém těle, ponechávají jen zhruba 2% a zbytek je transpirací vydán zpět do vnějšího prostředí. Hlavní část transpirace připadá na listy. Pokud je výdej rostliny vyšší, než jeho příjem dochází k tzv. vodnímu deficitu. Ten se nejprve projeví vadnutím listů a následně k odumírání kořenového systému, čímž se nejenom snižuje fotosyntéza, ale i růstové podmínky a urychlení stárnutí celé rostliny. (Procházka, 2003) Weger uvádí, že pro optimální přírůst dřevní biomasy vyžaduje topol minimální roční úhrn srážek 500 mm.

Nicméně vzhledem k původním topolovým stanovištím, které se nacházely převážně v nížinách poblíž vodotečí, lze tvrdit, že topolům nevadí ani dlouhodobější záplavy a obecně mokřejší oblasti s trvalou zásobou vody. (Celjak, a další, 2009) Ideální místa pro výsadbu jsou lokality s dobře dostupnou vodou během vegetace, ať již srážkovou nebo podzemní. Hloubka podzemní vody by se měla pohybovat od 0,6 – 1 m. Na kyprých úrodných půdách v letních měsících maximálně na 2 m. Weger považuje za zcela nevhodné pro pěstování půdy písčité a šterkovité, které jsou vysychavé a tím mají nepříznivý hydrologický režim, ale současně i rašeliništní a trvale přemokřené půdy. Jak uvádí Stupavský, v případě možnosti využívání odpadních vod k zavlažování, mohou být využívány i půdy sušší, vzhledem k tomu, že vyvážení nízké srážkové aktivity se vyrovná dobrým zásobením základními živinami.

2.4.2 Vzduch v půdě

Dalším faktorem, který do jisté míry ovlivňuje celkový růst rostlin, je kyslík a jeho nedostatek v půdě. Obecně zhutněné půdy se ztvrdlou, povrchovou vrstvou, omezují přístup vzduchu a vody ke kořenům rostlin a tím neprospívají k správnému růstu a celkovému vývoji

kořenového systému. Oproti jiným dřevinám jsou topoly obzvlášť náročné na dostatek kyslíku v půdě a to již v prvních měsících vegetace. Pro vytvoření mohutného kořenového systému (až 30 m do šířky) potřebují dostatečný prostor. (Celjak, a další, 2009) I na méně bohatých půdách je pro dobrý růst a následně i dosažení co nejvyššího produkčního zisku důležitým klíčovým prvkem právě ono samé provzdušnění.

2.4.3 Živiny

Kromě příznivého vodního režimu v půdě hrají důležitou roli i živiny. Jedná se o chemické látky, které jsou dřevinou přijímány ve formě jednoduchých anorganických iontů, které čerpají z půdního roztoku svými kořeny či například listy. Důležitými prvky jsou C, H, O, N, P, K, S, Ca, Fe a Mn. (Procházka, 2003) Kromě množství samotných prvků v půdě je i podstatné to, v jaké formě se vyskytují.

Velký význam má v první řadě dusík, který má za následek velmi podstatné přírůstky, které je možné pozorovat na rumišťích, případně na pozemcích ovlivněných výkaly. Ovlivňuje kvalitu, kvantitu a vůbec samotnou tvorbu biomasy. (Procházka, 2003) Do půdy se dostává nejen z atmosféry (srážky), ale i posklizňovými zbytky. Tato varianta se u nás začíná dostávat do popředí především v souvislosti s pěstováním vikvovitých plodin. Nedostatek dusíku v půdě se projevuje blednutím, případně chřadnutím celé rostliny. (Procházka, 2003) Avšak samotné přihnojování topolů organickými, případně průmyslovými hnojivy není v našich podmínkách až tak obvyklé. Částečně je potřebné množství dusíku pokryto i opadaným listím – až 80 kg na hektar.

Dalším nezbytným prvkem pro růst je fosfor, který je mimo jiné základním prvkem pro přenos a uchování energie a tím se účastní fotosyntézy a dýchání. Vzhledem k tomu, že fosfor v atmosféře je obsažen jen ve velmi malém množství, jsou hlavním zdrojem mikroorganismy v půdě, případně samotné hnojení. Při jeho nedostatku se může projevit, že rostlina nekvete či neplodí.

Draslík aktivuje kolem 60 enzymů, které hrají významnou roli při tvorbě cukru, syntéze bílkovin, fotosyntéze a dalších fyziologických procesech. Rostliny ho potřebují pro správnou činnost otevírání a zavírání průduchů. (Kolařík, 2005) Typickým příznakem nedostatku draslíku jsou suché hnědé skvrny a svinutí listů, které jsou následně náchylnější k různým houbovým chorobám.

2.4.4 Kyselost půdy

S živinným režimem úzce souvisí i kyselost půdy, na kterou je topol obzvlášť citlivý. Nevyhovují mu kyselé stanoviště s pH pod 5. Nejlepší růstové podmínky pro něj představují neutrální až slabě kyselé půdy. Ke zlepšení půdní struktury a tím i provzdušnění hlubšího profilu se doporučuje přítomnost vápníku. Při jeho nedostatku se může projevit nadmíru rychlé zastavení růstu či černání vegetačních vrcholů. (Procházka, 2003) Obsah vápníku lze doplnit například uhličitanem vápenatým, případně uhličitanem hořečnatým. (Celjak, a další, 2009)

2.4.5 Délka vegetační doby, teplota

Tyto dva faktory hrají při pěstování topolů také velmi důležitou roli. Nejdůležitější pro růst jsou teploty v období červen, červenec a srpen, kdy by průměrná teplota měla dosáhnout alespoň 15°C. Tudiž průměrná roční teplota není až tak rozhodující. Se zvýšením teploty stoupne výpar a tím i transpirace. Čím tmavší zbarvení listy mají, tím rychleji se mohou oteplovat a tím i rychleji probíhá transpirace. (Kolařík, 2005) Podstatným by měl být i termín samotné výsadby, kdy by teplota měla přesáhnout +5°C. Právě tehdy dochází k tvorbě kořenového systému. (Havlíčková, 2007) Co se týče délky vegetační doby, obecně pro dřeviny platí rozmezí od počátku dubna do konce září, po té dřeviny přechází do tzv. vegetačního klidu. V závislosti na druhu klonu by se délka vegetační doby měla pohybovat alespoň v rozmezí okolo 130 – 150 dní.

2.4.6 Hustota porostu

Topol je světlomilná dřevina, proto bude vykazovat lepší růstové vlastnosti na stanovištích, kde nebude příliš zastiňována a bude mít dostatek slunečního záření. V současné době se topoly vysazují dvojím způsobem – do jednořádků a dvojřádků.

- do jednořádků ve sponech [(0,3-0,6m) x (1,5 - 2 m)]
- do dvouřádků ve sponech [(0,6-0,8m) x (0,6-0,8m) a 1,5 – 3 m mezi dvojřádky]

Z hlediska výnosu je významná i orientace a tvar plantáže či řádků. Efektivnější je směr řádků ze severu na jih, kdy dochází zejména v prvních letech k optimálnímu využití sluneční energie. (Havličková, 2007)

S hustotou porostu souvisí i následné odstraňování plevelů a samotná dostupnost do porostu. To hraje významnou roli především v prvních letech od založení plantáže a to z důvodu čerpání živin a vody. Jakým způsobem bude likvidace provedena, závisí i na velikosti vysázené plantáže. Odplevelování může probíhat ručně nebo pomocí mulčovače, kultivátoru, případně jiné dostupné mechanizace. V prvním roce se obvykle odpleveluje 4 – 6x, ve druhém 3 – 5x a 2x ve třetím roce. Kromě vytrvalých plevelů jako je pýr plazivý, smetanka lékařská, šťovík kyselý a další, se mohou objevovat i některé ostatní nebezpečné plevele, které tvoří souvislý pokryv a tím může dojít k úhynu celé dřeviny. Pokud bylo odplevelení poctivé a efektivní, nemusí se již v dalších letech dále provádět. (Kohout, a další, 2010) Jednou z metod eliminace plevelů, především v oblastech vyššího výskytu, může být i pokládání pásů netkané textilie. Tato možnost je ale finančně náročnější a doporučuje se pouze v místech, kde by přístupnost a cena odplevelování přesáhla výrazně cenu textilie a její následné instalace. (Kohout, a další, 2010) Chemická ochrana pomocí herbicidů se doporučuje až jako poslední možnost z hlediska ochrany půdy. Podle Wegera a Havličkové působí omezování plevelů i jako ochrana půdy před možnou erozí.

2.4.7 Choroby a škůdci

Na plantážích topolů se často vyskytují mšice či mandelinka topolová, ale jejich výskyt není tak příliš vysoký, aby negativně ovlivňoval následný výnos biomasy. (Kohout, a další, 2010) Mnohem závažnější hrozbu představují různé typy viróz, houbových chorob a bakteriózy. Ty mohou mít za následek různé poškození kmenů, větví, ale i listů. U mladých porostů ale představuje určitou hrozbu i okus zvěří. Například srnčí zvěř poškozuje kůru stromků tzv. vytloukáním. Stromky v závislosti na rozsahu poškození kůry mohou zasychat, případně dochází k deformaci kmínku a tím se opoždí celkový růst. V místech s větším výskytem zvěře se doporučuje plantáž oplotit i přes to, že je to velmi finančně náročné.

2.5 Růstové parametry topolů a způsob jejich hodnocení

Při hodnocení růstových vlastností u topolů je nutno brát na zřetel několik aspektů, které přírůstky ovlivňují. Jedná se zejména o proměnlivost stanoviště, vliv podnebí a srážek či v jakých podmínkách dřevina roste, případně jaké podmínky jsou dřevině pro samotný růst umožněny. S tím úzce souvisí i volba délky obmytí či způsob, kterým je proveden následný sklizňový řez. Dalším faktorem je i výběr vhodného klonu pro danou oblast pěstování, což může také výrazně ovlivnit celkový výnos. Vzhledem k tomu, že dřeviny rostou jak do šířky, tak i do výšky, je nutné si při samotném hodnocení růstových parametrů uvědomit rozdíl mezi přírůstem a růstem. Přírůstem se rozumí změna hodnoty za určité období, kdežto růst se přisuzuje k určitému věku dřeviny a mění se tím hodnota výšky nebo šířky. (Vyskot, 1971)

Jak již bylo zmíněno, topoly se vyznačují svou rychlostí růstu během krátkého období a tím se výrazně odlišují od ostatních dřevin. Od počátku 90. let, kdy byly v České republice vysázeny i první plantáže, se začaly sledovat i první výnosové parametry. Do dnes bylo osázeno několik hektarů pokusných plantáží, které slouží posouzení nejenom těchto vlastností. Při posuzování růstových parametrů se hodnotí výška jedince, tloušťka kmene a jejich počet. Důležité je uvážit také samotné procento živých jedinců.

Měření výšky

Výškou stromu se rozumí svislá vzdálenost od paty kmene až k vrcholku nejvyššího terminálního výhonu. Při měření je důležité zvolit si vhodné místo v porostu, odkud je dobře viditelný vrchol a zároveň pata stromu. Proto se nedoporučuje měřit například proti svahu z důvodu zkreslení naměřených hodnot a případným odchýlkám. Změřená hodnota se udává většinou v metrech s přesností na jednu desetinu. (Vyskot, 1971) K měření výšky se používají výškoměry, dálkoměry, dendrometry, případně jiné geodetické přístroje.

Měření tloušťky

Měření tloušťky neboli průměru kmene se udává v milimetrech. Je to vzdálenost rovnoběžných tečen k obvodu kmene v průřezu kolmém na osu kmene. Obvykle se měří v úrovni 1 – 1,3 metru od paty kmene. I přesto, že u topolů je vytváření letokruhů málo zřetelné, rozeznává se během roku přírůst dvojího typu – jarní a pozdní. Jarní dřevo se vytváří obvykle na začátku vegetačního období a vyznačuje se světlejší barvou. Pozdní, někdy označováno jako letní, se vytváří na konci vegetačního období a jeho barva je spíše tmavší.

Kromě modernějších přístrojů se k měření průměru používají tzv. průměrky nebo obvodová pásma.

Na vůbec první založené plantáži klonu J-105 v Peklově (Weger, 2009) byly vyhodnoceno, že vůbec nejvyšší přírůst výšky, tloušťky a počet kmenů byl dosažen při 1 letém obmýti čili v prvním roce po sklizni, kdy je na starých pařezech efekt „výmladnosti“ nejvyšší. S narůstajícím věkem dochází i k redukci vedlejších kmenů – růstových vrcholů – vzájemnou konkurencí s kmeny hlavními. Ty následně využívají uvolněný prostor ke zvýšení svého přírůstu. V závislosti na použití technologie při sklizni se výška pařezu pohybuje obvykle mezi 0,1 – 0,3 m nad zemí. Na této plantáži byly provedeny 3 sklizně – v 1., 3. a 6. roce. Bylo prokázáno, že průměrné roční přírůstky s délkou obmýti klesaly. Při 6ti letém obmýti měli pařezy v průměru tloušťku 15 cm. (Weger, 2009)

Pro představu, další takový pokus byl založen na lokalitě Michovka v Průhonicích, kde jsou roční srážky menší než 500 mm a jedná se o těžší hnědou půdu čili méně úrodnou pro pěstování. Hodnoceny byly klony topolů – zejména J-105 a klony balzámových topolů – po 6ti letech pěstování na zemědělské půdě po tříletém obmýti. Co se týče výšky jedince, tak nejvyšší výšky 5 metrů dosáhly klony balzámových topolů a jejich kříženců a to po 3 letech růstu. Po skončení 6. vegetačního období se výška dostala až 7,7 m. Nejvyšší průměrné tloušťky kmene – v průměru 3 – 3,2 cm – dosáhl po 3 letech růstu již zmiňované klony topolu balzámového a jeho kříženců. V porovnání s J-105 byla průměrná tloušťka 89%. Vzhledem k tomu, že byla plantáž poškozena mrazem, bylo i po prvním obmýti dosaženo poměrně velkých ztrát živých jedinců. Při vyhodnocení výsledků se došlo k závěru, že výnos testovaných klonů byl vůbec nejnižší oproti výsledkům v oblastech, které jsou srážkově bohatší a tím i hydrologicky příznivější. (Weger, a další, 2012)

Obecně tedy lze říci, že všechny zkoušené klony topolů dosáhly po prvním roce průměrné výšky 0,7 – 1 m, ve vhodných lokalitách i více než 2 m (J-105). Výrazného výškového přírůstu dosahují v následujících letech a to především po první sklizni. Ve druhém obmýti se výška pohybuje okolo 1,4 m. Podle dostupných informací se ale po 6 roce přírůst některých klonů oproti předcházejícím letem začíná značně zpomalovat. (Kohout, a další, 2010)

Podle Wegera (Weger, 2003) se výška topolů v roce sklizně pohybuje obvykle okolo 3 – 7 m. V závislosti na celkové vitalitě dřeviny dochází ve 3 – 4 roku k zapojení celého porostu. To znamená, že se větve sousedních jedinců navzájem dotýkají. Po prvním seříznutí topoly

vytvářejí o více než 60 % více prýtů, než měly před sklizní. Vlivem seříznutí se v delším intervalu začnou objevovat dominantní – hlavní a vedlejší – potlačené kmeny.

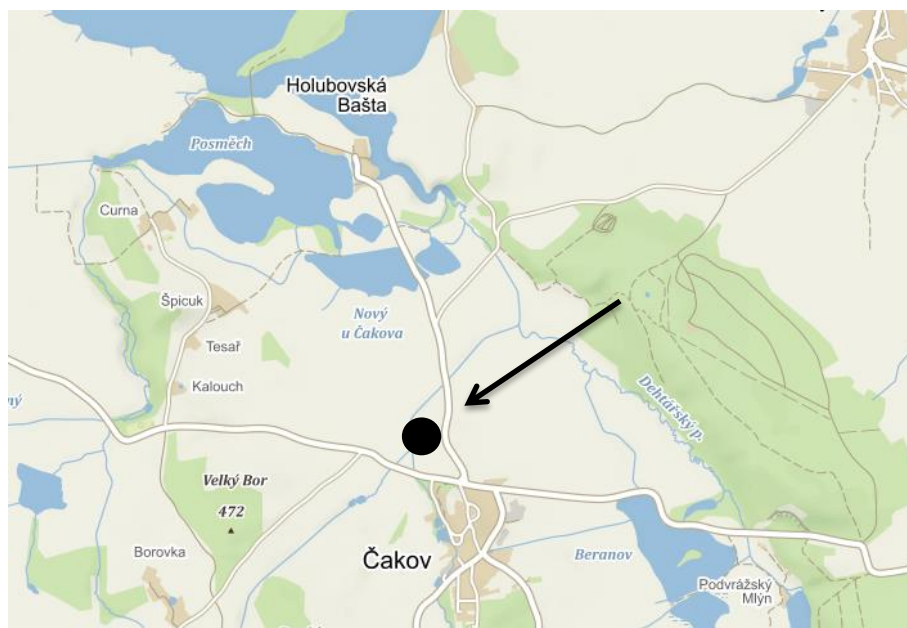
3. MATERIÁL A METODY

Cílem této bakalářské práce je vybrat vhodné energetické plantáže rychle rostoucích topolů s dostupnou historií jejich založení a po realizovaných těžbách. Na vybraných výmladkových plantážích sledovat výšku, průměr a počet výhonů. Následně provést vyhodnocení naměřených dat, vypočítat celkovou produkci dřevní hmoty v závislosti na době růstu po provedené těžbě a vyhodnotit vlivy působící na obrůstání a přírůstek fytohmoty.

3.1 Charakteristika experimentálních stanovišť

Čakov I

Jako první posuzovanou plantáží je Čakov I, ležící přibližně 0,5 km severně od města České Budějovice. Lokalita se nachází v nadmořské výšce 412 m nad mořem. Před samotnou výsadbou rychle rostoucí plantáže tato plocha sloužila jako pole. Je orientována mezi ornou půdou a trvalým travním porostem, který slouží jako pastva pro dobytek.



Obrázek č. 1 – Poloha plantáže Čakov I

BPEJ – 52901:

- jedná se o mírně teplý, mírně vlhký region

- suma teplot nad 10 °C

2200 – 2500

- průměrná roční teplota °C

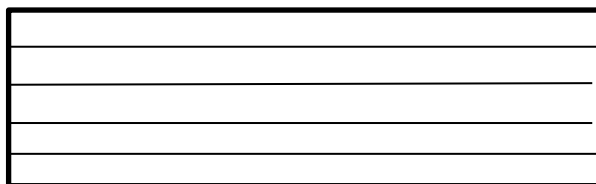
7 – 8

- průměrný úhrn srážek (mm) 550 – 650
- pravděpodobnost suchých vegetačních období v % 15 – 30
- půdní typ – kambizem
- náchylnost k zamokření, vysychání – ne
- ohroženost utužením – ne
- sklonitost – rovina, úplná rovina
- skeletovitost – slabě skeletovitá
- hloubka půdy – půda hluboká, půda středně hluboká
- GPS – 48°59'5.636"N, 14°18'11.468"E
- nadmořská výška – 450 m. n. m.

Plantáž byla osázena 18. 3. 2002 klonem Jap104*049 (*Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii* Henry „Maxvier“), původem z matečnice – Krejčárka. Způsob založení probíhal ručně, za pomoci speciálního rýče a to šikmo k ose. Vysázeno bylo 500 kusů ve 32 řadách. Spon byl zvolen 1,5 x 0,5 x 1,5 metru a následná údržba po výsadbě nebyla prováděna. Vůbec první těžba na této plantáži byla provedena v říjnu 2016, ale bohužel neexistují dostupné informace o případných výnosech v tomto roce.

Severní strana plantáže 62 m.

18,75 m



Čakov II

Čakov II se nachází v těsné blízkosti plantáže Čakov I, 500 metrů severně od obce Čakov u Českých Budějovic v nadmořské výšce 412 metrů nad mořem. Plantáž je orientována ze západní strany pastvou pro dobytek a z východní strany polem. Kód BPEJ je 52901, tudíž pro ni platí stejné stanovištní podmínky jako u Čakova I. Jak již bylo zmíněno, navazuje na porost

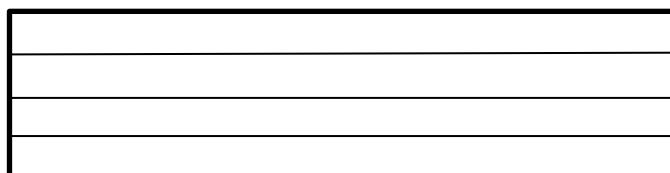
vysázený v roce 2002 s mezerou 6 metrů. Tato plantáž byla osázena 16.4. 2005 a to ručně ve sponu 1,5 x 1,2 x 1,5 metru. Použit byl také klon Jap104*049 (*Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii* Henry „Maxvier“) v počtu 800 kusů v 8 řadách. Sadební materiál pocházel z matečnice – Krejcárka. Na této plantáži nebyla dosud provedena žádná těžba.



Obrázek č. 2 – Poloha plantáže Čakov II

Severní strana plantáže 125 m

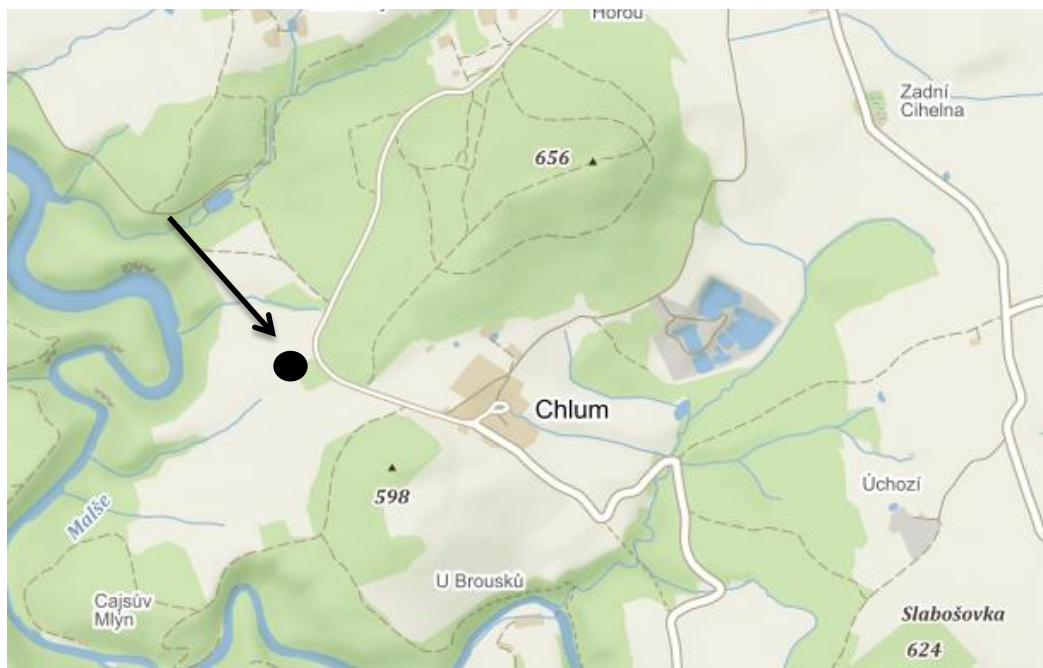
20 m



Chlumská hora

Plantáž se nachází pod samým kopcem Chlumské hory nedaleko vesnice Chlum (GPS - 48°48'7.963"N, 14°30'19.061"E). Jedná se o stanoviště, které dříve sloužilo jako pole. Nadmořská výška činí 580 metrů nad mořem. Podle BPEJ se jedná o lokalitu se slabě humózní,

mělkou, suchou a písčitohlinitou půdou. Hnědozem se vyznačuje středním sklonem k západu. Vedle plantáže se nachází z východní a jižní strany smíšený les s převahou borovice, ze severní a západní strany pole. Obecně lze říct, že se jedná o místo na teplém svahu na okraji lesa s průměrnými srážkami před i po výsadbě.



Obrázek č. 3 – Poloha plantáže Chlumská hora

Před samotným založením bylo pole na podzim zorané středně hlubokou orbou a následně na jaře zpracováno radličkovým kypříčem do hloubky 10 cm. Dne 15.4.1999 proběhlo založení plantáže s použitým klonem Oxford-494 (*Populus maximowiczii* x *Populus berolinensis* „Oxford“). Sadební materiál pocházel ze ZOD Všeměřčice. Vysázeno bylo celkem 3680 kusů v 32 řadách a ve sponu 2 x 0,5 x 0,5 x 2 metry. Následně nebyla provedena žádná údržba plochy. Na této plantáži byly provedeny tři těžby a to v roce 2003, 2008 a 2013.

3.2 Metodika měření

Termíny měření:

- 1. termín 6.6.2017
- 2. termín 4.11.2017

Způsob měření

Měření bylo prováděno vždy uprostřed porostu a na krajích plantáže (JV – jihovýchod, SZ – severozápad) v závislosti na orientaci stanoviště. Posuzované stromy byly vybírány náhodně, ale vždy tak, aby se jednalo o průměrný porost.

Použité pomůcky při měření:

- pásmo
- kapalinový přístroj na měření výšky – SUUNTO PM-5/1520
- průměrka
- zápisník a psací potřeby

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 Měření výšky

Cílem bylo provést měření výšky od paty kmene až k nejvyššímu terminálnímu výhonu u vybraných stromů a to v okrajových částech plantáže a uvnitř porostu. Veškeré měření bylo prováděno pomocí výškoměru a udáno v metrech a přesností na dvě desetinná místa. Je nutné brát v potaz, že měření byla prováděna s půlročním odstupem a navíc s náhodným výběrem posuzovaných stromů.

Čakov I

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	2,74	1,76	2,75
2.	1,93	2,14	2,31
3.	1,81	1,93	1,70
4.11.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	3,03	2,18	2,81
2.	2,20	1,95	1,90
3.	2,46	1,82	2,63

Tabulka č. 3 – Měření výšky u Čakov I

Od roku 2016, kdy byla provedena první těžba, některé stromy sahají do výšky i přes 3 metry. Během mého měření, které bylo prováděno v období vegetace, lze uvést nárůst v průměru o více než metr. S ohledem na proměnlivost a orientaci porostu mají v měsíci červnu podle mých výpočtů stromy průměrnou výšku zhruba 2,11 metru. To znamená, že během půl roku byl jejich nárůst takřka o 20 cm.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2003	2004	2005	2006	2007
Výška stromu (m)	1,18	1,72	2,31	3,90	5,78

Tabulka č. 4 – výškové rozdíly v letech 2003 – 2007 u Čakov I

Vůbec první těžba na této plantáži byla provedena v říjnu 2016, ale bohužel neexistují dostupné informace o případných výnosech v tomto roce.

Čakov II

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	16,80	14,95	17,18
2.	15,20	15,33	15,62
3.	16,41	13,11	14,87
4.11.2017			
1.	17,03	15,51	16,23
2.	16,50	14,14	15,20
3.	17,59	15,63	14,92

Tabulka č. 5 – Měření výšky u Čakov II

Čakov II po zhruba 12 letech růstu přesahuje výšku i 17 metrů, což představuje nárůst v průměru 1,4 metru za rok. Porost je velmi dobře zapojen a výškové rozdíly uvnitř a po krajích plantáže nejsou až příliš zřetelné. V měsíci listopadu mají stromy průměrnou výšku 15,86 metru, což představuje oproti měsíci červen nárůst bezmála o 37 cm.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2006	2007	2008	2009
Výška stromu (m)	1,18	1,83	3,81	5,23

Tabulka č. 6 – Výškové rozdíly v letech 2006 – 2009

V roce 2009 bylo provedeno měření výšky stromu v závislosti na poloze stromů z hlediska slunečního svitu. V nezastíněné části porost dosahoval do výšky až 7,23 metru. V zastíněné části uvnitř porostu bylo naměřeno 3,21 metru, což představuje značný rozdíl. Stín je tvořen vlastním porostem. V některých případech může být výnos v trvale zastíněných lokalitách o 30 až 40% nižší.

Chlumská hora

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	3,92	4,95	6,60
2.	7,60	4,70	5,20
3.	3,32	3,93	7,10
4.11.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	5,32	5,08	7,25
2.	6,18	6,00	6,94
3.	7,11	4,64	5,83

Tabulka č. 7 – Měření výšky u Chlumská hora

Plantáž Chlumská hora po poslední těžbě má nárůst zhruba o 4 – 8 metrů. To znamená, že od roku 2013 to je v průměru 1,9 metru za rok. V porovnání s předchozími lokalitami představuje tato plantáž nejvyšší půlroční nárůsty a to v průměru o 78 cm.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2004 (první rok po těžbě)	2005	2006	2007	2008 (rok 2. těžby)
Výška stromu (m)	1,15	1,72	3,61	5,20	8,16

Tabulka č. 8 – Výškové rozdíly v letech 2004 – 2008

Obdobně jako u Čakov II, byly v roce 2007 naměřeny hodnoty v závislosti na poloze stromů z hlediska slunečního svitu. V nezastíněné části porost činil 6,35 metru a v zastíněné 4,05 metru.

U plantáže Čakov I byl zvolen hustší spon výsadby, který může mít za následek pomalejší růst uvnitř porostu z důvodu nedostatečného příjmu slunečního svitu. Vzhledem k výšce porostu si stromy navzájem stíní a jeví se jako celkově přehoustlý. I přesto ale vykazuje velmi dobré růstové vlastnosti. Pro klon Jap104*049 je charakteristickým znakem právě velký terminální růst v prvních letech po provedené těžbě, což je na této plantáži patrné.

U plantáže Čakov II byl zvolen řidší spon výsadby, který má patrně dobrý vliv na celkové množství přijatého světla. Příznivým elementem je i sklonitost pozemku, která souvisí

s množstvím přijaté vláhy. Jelikož se jedná o téměř naprostou rovinu, je zde větší pravděpodobnost, že se voda vsákne a neodteče pryč. Právě tyto parametry nejvíce ovlivňují celkový růst stromů po celou dobu pěstování.

Podle průměrných hodnot, které byly vypočteny, má ale nejvyšší nárůst v porovnání s ostatními plantážemi Chlumská hora. Během mého měření se zde v důsledku velkého množství spadaneho listí nevyskytoval téměř žádný plevel, který by znemožňoval samotný růst stromů. Pozitivním vlivem může být i teplejší lokalita, případně vyšší nadmořská výška. Při posouzení porostu uvnitř a na krajích plantáže nebyly patrné až tak rozdílné výškové rozdíly.

4.2 Průměr kmene

Měření bylo provedeno pomocí průměrky v přibližné výšce 10 cm od paty kmene a to u nejsilnějších výhonů. Výpočty jsou udávány v centimetrech s přesností na dvě desetinná místa.

Čakov I

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	1,92	1,47	2,01
2.	1,86	2,21	1,76
3.	1,41	1,20	0,90
4.11.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	1,88	1,12	0,95
2.	1,59	1,76	1,42
3.	1,34	1,68	2,07

Tabulka č. 9 – Průměr kmene u Čakov I

Z naměřených výsledků je zřejmé, že stromy v prvním roce po provedené těžbě nevytváří až tak velký přírůst jako samotný růst do výšky. Během půl roku se jedná o hodnotu přírůstu v průměru 0,10 cm a to bez ohledu na orientaci plantáže.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2003	2004	2005	2006	2007
Průměr kmenu (mm)	6,41	12,03	16,21	21,03	67,95

Tabulka č. 10 – Průměr kmene v období 2003 – 2007

Čakov II

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	10,41	7,10	5,62
2.	9,25	6,27	6,91
3.	11,87	6,56	8,89
4.11.2017			
1.	9,52	8,11	9,25
2.	10,89	9,03	8,78
3.	9,26	7,69	8,99

Tabulka č. 11 – Průměr kmene u Čakov II

Průměrný půlroční přírůst se pohybuje okolo 0,96 cm. Jelikož na této plantáži nebyla doposud provedena žádná těžba, je nereálné hodnotit, jaký roční přírůst v závislosti na tomto úkon stromy mají.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2006	2007	2008	2009
Průměr kmenu (cm)	1,04	1,33	4,28	7,00

Tabulka č. 12 – Průměr kmenu v letech 2006 – 2009

S ohledem na polohu stromů činila hodnota průměru kmene v nezastíněné části 8,87 cm a zastíněné 5,12 cm. Měření probíhalo v roce 2009.

Chlumská hora

6.6.2017	JV	Uvnitř porostu	SZ
1.	3,39	2,41	2,14
2.	2,73	3,57	5,68
3.	2,02	2,54	3,37
4.11.2017			
1.	4,01	2,36	4,16
2.	2,97	3,85	2,26
3.	3,51	2,91	3,94

Tabulka č. 13 – Průměr kmene u Chlumská hora

Plantáž Chlumská hora se zhruba po 4 letech po provedené těžbě dostává v roce 2017 na hodnotu v průměru 3,09 – 3,33 cm. To by znamenalo průměrný roční přírůst v rozmezí 0,77 – 0,83 cm bez ohledu na orientaci pozemku. Po provedeném měření lze tvrdit, že lepší přírůstkové vlastnosti vykazují stromy po krajích než uvnitř porostu.

Analýza produkčního potenciálu podle dostupných informací v minulých letech:

Parametr	2004 (první rok po těžbě)	2005	2006	2007	2008 (rok 2. těžby)
Průměr kmene (cm)	0,60	1,20	2,00	6,47	8,61

Tabulka č. 14 – Průměr pařezu v letech 2004 – 2008

Právě u této plantáže jsou nejvíce patrné rozdíly přírůstku v závislosti na poloze stromů. Při měření v roce 2007 průměr kmene v nezastíněné části představoval hodnotu 6,33 cm. Velký rozdíl vykazuje část porostu, který je zastíněný. Tady jeho průměr činil 2,82 cm. Je zřejmé, že stromy sice rostou do výšky, ale celkový přírůst je podstatně nižší, než v místě s dostatkem slunečních paprsků. Výsledkem jsou slabé, vytáhlé výhony.

V důsledku těžby, která byla provedena minulý rok, převládá u Čakova I velké množství nově narostlých slabších výhonů. Vzhledem k naměřeným hodnotám, ale i celkovému optickému posouzení, se porost jeví jako velmi nestálý a proměnlivý. Pravděpodobně v nejvyšší míře za

to může velké množství plevele, které se nachází po celé ploše plantáže. Čakov I leží téměř na rovném stanovišti, tudíž vodní režim by na hodnoty přírůstků neměl mít až takový vliv.

Co se týče plantáže Čakov II lze tvrdit, že porost vykazuje v závislosti na orientaci pozemku, lepší přírůstkové vlastnosti z jihovýchodní strany. Možnou příčinou může být větší příjem živin z polního hnojiště, které bylo v období mého měření uskladněno v těsné blízkosti na pozemku vedle plantáže. S ohlédnutím na jednotlivé přírůstky v minulých letech lze zaznamenat velký rozdíl mezi rokem 2007 a 2008. Je možné, že v roce 2007, kdy přírůstek nebyl o mnoho vyšší než v roce předešlém, nepůsobily na plantáž příliš příznivě klimatické podmínky.

Jak již bylo uvedeno výše, Chlumská hora vykazuje v období mého měření viditelné rozdíly uvnitř a po krajích plantáže. Porost je do určité míry ovlivněn mírným svahem, který nemusí pozitivně působit na vodní režim. Vzhledem k celkovému množství vysázených sazenic na tom má možný podíl i nevhodně zvolený spon výsadby (0,5 x 0,5 x 2 m). Při optickém posouzení je utužení půdy, které by do určité míry mohlo také ovlivnit samotné přírůstky, vyloučené. Značné rozdíly lze shledat i v letech 2006 a 2007. Možnou příčinou mohly být velké klimatické výkyvy, případně teplé a suché období vegetace.

4.3 Počet výhonů

Porost vytváří nejvíce nových výhonů právě po provedené těžbě a to zhruba v rozmezí 1 roku. Vzhledem k tomu, že moje měření probíhalo na náhodně vybraných stromech v celém porostu, nemělo by opětovné počítání případně odumřelých výhonů patrně velký význam. V průběhu června až listopadu 2017 nebyla ani na jedné plantáži provedena žádná těžba či redukce výhonů. Počet je uváděn v kusech na jednotlivý strom.

Lokalita	JV	Uvnitř porostu	SZ
Čakov I	24	18	22
Čakov II	8	10	9
Chlumská hora	31	28	25

Tabulka č. 15 – Počet výhonů na daných plantážích

Průměrný počet výhonů u Čakova I se pohybuje okolo 22 kusů na jeden pařez. Což vykazuje velmi značné množství v prvním roce po provedené těžbě.

Čakov II je 12 let rostoucí plantáž, která si během let vytvořila jednokmenný habitus s menším počtem vytáhlých větví. Bez ohledu na orientaci pozemku se průměrný počet hlavních výhonů u Čakova II rovná 9 kusům.

Obdobně jako u Čakova I, je na plantáži Chlumská hora patrná velká obrazivost nových výhonů po provedené těžbě. Průměrný počet výhonů na jeden pařez je 28 kusů.

V důsledku nedostatečného množství informací týkajících se počtu výhonů na jednotlivých plantážích v čase, není možné porovnat výsledky počítání s jinými hodnotami.

Na plantáži Čakov I se nacházelo při prvním měření v červnu velké množství jiného vzrostlého porostu. Zejména se jednalo o již zmíněné plevele, které znemožňovaly nejen přístup k topolům, ale i samotné počítání výhonů. Je zřejmé, že takto neudržovaná plantáž může značně zpomalit celkový růst. Porost se na první pohled jeví jako uzavřený. Vzhledem k nárůstu nových výhonů po provedené těžbě nejsou patrné ani řádky. U několika málo jednotlivých stromů bylo v listopadu 2017 patrné i částečné odumření vzrostlejších výhonů. Pravděpodobně ve spojitosti s nedostatečným pronikáním slunečního svitu k obrůstajícím pařezům, případně utužením půdy. Při měření výšky v červnu 2017 byl na několika málo místech zpozorován i výskyt mandelinky topolové (*Chrysomela populi*). Ta ale podstatně, respektive vůbec, neovlivní případný výnos dřevní hmoty. Lze ji charakterizovat jako drobného škůdce, který se živí listím.

Ačkoliv plantáž Čakov II má oproti Čakov I lepší přístup do celého porostu, nebylo počítání o mnoho jednodušší. Příčinnou jsou vysoké stromy, které se navzájem dotýkají a znemožňují tak přesné určení počtu ve vyšších polohách. Celkově se ale porost jeví jako velmi dobře zapojený. Při posuzování jednotlivých kmenů nebylo zřetelné žádné velké poškození kmenu. Více méně nikde po celé plantáži nebylo možné se shledat s chybějícím stromem, který by po výsadbě nevzešel. Jedná se o pevné, vysoké kmeny s několika vedlejšími větvemi. Při měření v červnu 2017 se sice v porostu již nacházela vzrostlá tráva, ale nikterak plantáž svým výskytem neovlivňovala.

Při posuzování počtu výhonů u Chlumské hory bylo možné se shledat s možnými rozdíly v porostu. Některé pařezy obrůstaly jen velmi malým počtem slabých výhonů, některé naopak až nadprůměrným a to bez ohledu na místo výskytu růstu v plantáži. Je možné, že takové

odlišnosti nastaly v důsledku mrazu nebo sucha, případně živinného režimu půdy. Ve většině případů se jednalo o porost se zhruba 5 silnějšími hlavními výhony a několika dalšími slabými vedlejšími. Díky velkému množství spadaneho listí byla celá plantáž téměř bez plevele a v dobrém stavu.

Výsledky mé bakalářské práce se ztotožňují s tvrzením Wegera (2009), který uvádí, že dostupnost vody je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující budoucí výnos plantáží. Topolům obecně nevyhovují půdy se špatně dostupným vodním režimem v půdě. Chlumská hora se oproti Čakov I a Čakov II nachází v mírném svahu, kde je větší náchylnost k odplavování vody.

S tím úzce souvisí i živinný režim, který byl udržován na všech sledovaných plantážích jen opadem listí, bez jakéhokoliv jiného případného hnojení. Výjimku tvoří porost Čakov II, kde bylo v období mého měření v těsné blízkosti jedné strany plantáže uskladněno hnojiště. V důsledku uvolňování dusíku do okolního prostředí to mělo pozitivní vliv na růst v okrajové části plantáže, což je i patrné z naměřených výsledků. Celjak (2010) ale uvádí, že dusíkatá hnojiva mají příznivý vliv pouze na chudších stanovištích. Na dobře živinami zásobených lokalitách má sice dusík pozitivní vliv na rychlejší nástup maximální produkce, ale celkový výnos za celé období plantáže se výrazně neovlivní.

Čížek a Čížková (2009) uvádějí, že klon „Oxford“ se hodí do podmínek až 600 m. n. m. Chlumská hora (580 m. n. m.) byla právě tímto klonem osázena a je zřejmé, že tuto podmínku zcela splňuje. Podle CZ Biom (2011) se horní hranice produkčních plantáží topolů odhaduje na 600 m. n. m., kterou Čakov I i Čakov II splňují.

Co se týče sponu výsadby, Havlíčková a Weger (2002) doporučuje pro výmladkové plantáže jednořádky [(0,3-0,6m) x (1,5 - 2 m)] nebo dvojřádky [(0,6-0,8m) x (0,6-0,8m) a 1,5 – 3 m mezi dvojřádky]. Pokud s touto zásadou porovnáím moje zjištění, objevují se zde značné rozdíly. U plantáže Čakov I byl použit spon 1,5 x 0,5 x 1,5 metru, u Čakova II bylo osázení provedeno způsobem 1,5 x 1,2 x 1,5 metru a největší rozdíl se vyskytl u Chlumské hory, kde bylo použito řádkování 2 x 0,5 x 0,5 x 2 metru.

Havlíčková (2007) dále uvádí, že jednou z nejdůležitějších otázek je také tvar či orientace plantáže, případně řádků. Optimálním směrem řádků by mělo být osázení ze severu na jih. Tento parametr splňují všechny moje zkoumané plantáže.

Weger a kol. (2012) zmiňují jako velmi klíčový prvek i samotný termín výsadby. Více častý a ověřený termín je na jaře od zhruba poloviny března do konce dubna, když teplota půdy přesáhne hodnotu + 5°C. Právě tehdy se nejvíce rozvíjí kořenový systém. Čakov I i Čakov II tuto podmínku splňovaly. Při optickém posouzení lze tvrdit, že obě tyto plantáže mají dobrou ujímavost.

ÚHUL Brandýs nad Labem (2012) i Havlíčková a kol. (2007) kladou důraz na odstraňování plevelů po výsadbě a následně i v období 2. – 3. let po založení plantáže. Zejména v období rašení řízků (2 – 4 týdny po výsadbě) je nutné provést toto opatření z důvodu možného uzavření porostu a následně i možného zahnívání sazenic. Podle dostupných informací nebylo ani na jedné ze zkoumaných plantáží odplevelování prováděno. U plantáže Čakov I, v závislosti na provedené těžbě v minulém roce, byl zaznamenán značný výskyt plevelů již při mém prvním měření v období červen.

Mandelinka topolová, s kterou bylo možné se shledat na plantáži Čakov I, nezpůsobuje topolům prakticky žádnou škodu z hlediska výnosu dřevní hmoty, jelikož se jedná o tzv. listožravý hmyz. S tímto tvrzením se shoduje i Celjak (2010), který klade mnohem vyšší důraz na poškození kmene, zejména „vytloukáním“ srnčí zvěří. Stromy následně zasychají a celkově se tím snižuje celý výnosový potenciál. Tento značný problém nebyl upozorován ani na jedné ze zkoumaných plantáží po celou dobu měření.

Kohout a kol. (2010) uvádí průměrný roční přírůst na ideálních lokalitách v rozmezí 1,3 – 2,1 metru. Dle Wegera (2011) je v podmínkách České republiky růst v prvním roce po výsadbě nad 0,5 m/rok. V dalších letech přes 1m/rok. Saglena (2012) prezentuje ve svém článku, že při správné péči dosahují stromy topolů na konci prvního roku výšky cca 2 - 3 m a průměru 3 - 4 cm. S přihlédnutím na tyto výsledky a výsledky mého měření lze shledat shodu. U plantáže Čakov I se průměrný roční nárůst po provedené těžbě pohyboval okolo 2,1 metru, Čakov II vykazoval průměrnou výšku 1,4 metru a u Chlumské hory se tato hodnota blížila také bezmála 2 metrům.

Po zhruba 2,5 letech růstu dojde k zapojení korun a tím i vlivem listů k uzavření porostu. To znamená, že v závislosti na menším přísunu slunečního svitu do porostu se sníží i celkový výskyt plevelů jak uvádí Celjak (2007) a jak bylo patrné i u plantáže Chlumská hora. U Chlumské hory bylo nejvíce zřejmé, jak se právě v tuto dobu začínají objevovat hlavní a vedlejší výhony. Právě do 2,5 let, než se vlivem listů uzavře porost v meziřadí, je i vhodné dosázet nové řízků, které z jakéhokoliv důvodu v porostu chybí.

Weger a Havlíčková (2002), se shodují společně s ÚHUL Brandýs nad Labem (2012) na optimální době obmýti v našich podmínkách v rozmezí 3 – 6 let. Z toho vyplývá, že při takovém způsobu hospodaření bude plantáž sklizena zhruba 4 – 5x za celou dobu existence plantáže. Tomuto tvrzení se nejvíce blíží pokusná plantáž Chlumská hora, kde byla těžba opakována pravidelně po 5 letech. Čakov I byl podle dostupných informací sklizen až po 14 letech od výsadby. To znamená, že plantáž musela vykazovat podobné růstové parametry jako v nynější době Čakov II.

5. ZÁVĚR

Rychle rostoucí dřeviny mají v dnešní době svůj neopomenutelný význam a to především v důsledku hledání nových obnovitelných zdrojů energií. Nárůst ploch RRD se za posledních 20 let postupně zvyšuje a celkově stoupá i zájem veřejnosti po informacích ohledně samotného pěstování a následného využití. Na několika hektarech pokusných plantáží v České republice probíhá výzkum a testování vybraných klonů vhodných pro pěstování energetických dřevin. Výnosový potenciál se sice nedá odhadnout dopředu, ale do určité míry ho lze ovlivnit několika aspekty.

Mezní nadmořská výška pro zakládání výmladkových plantáží se pohybuje okolo 600 m. n. m. Od tohoto tvrzení se odvíjí i správný výběr pěstovaného klonu, z důvodu případného osázení nevhodných druhů pro danou lokalitu. Před samotným založením plantáže je nutné začít co nejdříve s přípravou pozemku. V lokalitě Chlumská hora přistoupili již na podzim k středně hluboké orbě a následně na jaře k zpracování radličkovým kypřičem do hloubky 10 cm. Tím došlo k celkovému urovnání pozemku. Ověřeným termínem pro výsadbu obvykle bývá přelom března až dubna, kdy teplota půdy přesáhne hodnotu +5°C. Důvodem proto je fakt, že právě v tuto dobu se nejvíce rozvíjí kořenový systém a celková ujímavost sazenic. Tímto termínem se řídili i při výsadbě v Čakov I a Čakov II. Významnou roli hraje i tvar a orientace plantáže. Ideálním směrem řádků, který byl zvolen ve všech pozorovaných plantážích, je osázení ze severu na jih. V závislosti na rozloze plantáže je důležité také uvážit, jakým způsobem bude sadba realizována. Sazení na plantáži Čakov I a Čakov II se provedlo ručně. Z výsledků práce je zřejmé, že jedním z nejvíce limitujících faktorů pro růst je volba hustoty sponu výsadby, která bývá zohledněna individuálně podle použití mechanizace při ošetření porostu či následné sklizni. Pro lepší růstové vlastnosti a jednodušší přístup je vhodnější řidší spon. S nevhodně zvoleným sponem (1,5 x 0,5 x 1,5 metru) bylo možné se shledat u plantáže Čakov I. V závislosti na těžbu provedenou minulý rok se porost celkově jevil jako nestálý a proměnlivý. Ve spojení s velkým množstvím plevelů, nebyly patrné ani samotné řádky a celkově se jednalo o tzv. uzavřený porost. Pokud jsou již stromy vzrostlejší, například jako u Čakova II a Chlumské hory, nepředstavují plevele již takový problém, jelikož k omezení růstu plevelů z části napomáhá i opad listů. Rozšíření plevelů přináší i riziko nedostatečného příjmu vody a světla, což může výrazně ovlivnit celkový růst a tím i následné posunutí sklizně. Proto je důležité odstranění plevelů co nejdříve po výsadbě, avšak s tímto úkonem jsem se nesetkala ani u jedné z posuzovaných plantáží. Vodní režim úzce souvisí i se svažitostí pozemku. Pokud se lokalita nachází v rovině, je pravděpodobné, že

přijatou vodu dokáží lépe využít a nedochází ke zbytečnému odtoku, který může vést až k případné vodní erozi. Chlumská hora se nachází v mírném svahu, kde byly patrné viditelné rozdíly. Některé pařezy obrůstaly jen velmi malým počtem slabých výhonů, některé naopak až nadprůměrným. Vzhledem k tomu, že plantáž je také v přiléhavé blízkosti s lesním porostem, může být z části ovlivněna kořeny sousedních stromů. Proto je důležité, při volbě stanoviště dbát i na umístění. Jelikož topoly jsou světlo milné dřeviny, na zastíněných místech nevykazují takové přírůstky. Pokud je plantáž udržována v dobrém stavu a ideálních podmínkách, činí průměrný roční přírůst až 2 metry. Těmto hodnotám se nejvíce blížily pouze Čakov I (2,1 m) a Chlumská hora (2 m). Vzhledem k tomu, že u Čakova II nebyla provedena dosud žádná těžba a životnost plantáže je již 12 let, může se roční nárůst o něco postupně snižovat. Chlumská hora je sklízena v pravidelném 5ti letém intervalu a stále po 3 provedených těžbách vykazuje udržitelné přírůstky. Při intenzivním způsobu hospodaření se sklizeň obvykle provádí po 3 – 6 letech, ale lze ji libovolně posunovat podle individuálního přístupu.

6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

CELJAK, Ivo: Pěstování topolů pro energetické účely – 2. Biom.cz [online]. 2010-08-30 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-topolu-pro-energeticke-ucely-2>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo, BOHÁČ, Jaroslav a KOHOUT, Pavel. 2007. Rádce pro začínající pěstitele plantáží rychle rostoucích topolů. České Budějovice : autor neznámý, 2007. 978-80-7394-011-9.

CELJAK, Ivo, BOHÁČ, Jaroslav a KOHOUČ, Pavel. 2009. Význam cíleně pěstovaných rychle rostoucích topolových porostů v krajině. České Budějovice : autor neznámý, 2009. 978-80-7394-140-6.

CZ BIOM, : Rychle rostoucí dřeviny. Biom.cz [online]. 2011-07-31 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny>>. ISSN: 1801-2655.

ČÍŽEK, Vladimír a Luďka ČÍŽKOVÁ. Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice: recenzovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2009. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-022-5.

Dotace na tzv. ozelenění neboli greening, na opatření Ekologického zemědělství a Dobré životní podmínky zvířat [online]. 2014 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/aktuality/dotace-na-tzv-ozeleneni-neboli-greening.html>

HAVLÍČKOVÁ, Kamila a kolektiv. 2007. Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin. místo neznámé : Vědecká monografie, 2007. 9788085116007.

HORÁČEK, Petr. 2005. Listnaté stromy v zahradě. 2005. 9788025102503.

Intenzivní kultury topolů a vrb [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-83-2004/lesnicka-prace-c-4-04/intenzivni-kultury-topolu-a-vrb>

ISEBRANDS, J. G. a J. RICHARDSON. Poplars and willows: trees for society and the environment. Rome: FAO, 2013. ISBN 9789251071854.

KOHOUT, Pavel, a další. 2010. Rychle rostoucí dřeviny v energetice (topoly a vrby). České Budějovice : Odborná monografie, 2010. 9788073942472.

KOLAŘÍK, Jaroslav a kolektiv. 2005. Péče o dřeviny rostoucí mimo les - II. Vlašim : autor neznámý, 2005. 8086327442.

KRAVKA, Miroslav a kolektiv. 2012. Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půl. 2012. 9788024739250.

MOTTTL, Jiří. 2003. Topoly a jejich listy. 2003. 80-85116-30-8.

MURTINGER, Karel a BERANOVSKÝ, Jiří. 2006. Energie z biomasy. 2006. 9788073660710.

PELIKÁN, Jaroslav a JARKLOVÁ, Jana. 1999. Ekologický slovník. 1999. 978-80-7168-644-6.

Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely: Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví [online]. 2017 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/metodiky/Met_BIOMASA_17.pdf

Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému využití na zemědělské půdě [online]. Průhonice, 2012 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/pestovani>

Pěstování výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy k energetickému využití na zemědělské půdě [online]. Průhonice, 2012 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/pestovani> [online]. Průhonice, 2011 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.vukoz.cz/index.php/rychle-rostouci-dreviny/zajimavosti>

PROCHÁZKA, Stanislav a kolektiv. 2003. Botanika: Morfologie a fyziologie rostlin. 2003. 8071573132.

SAGLENA, Jan: Komerční pěstování rychlerostoucích dřevin v ČR. Biom.cz [online]. 2012-07-16 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/komercni-pestovani-rychlerostoucich-drevin-v-cr>>. ISSN: 1801-2655.

ŠIMEK, Miloslav. 2003. Základy nauky o půdě. České Budějovice : autor neznámý, 2003. 80-7040-630-5.

TOMÁŠKOVÁ, Ivana a Jiří KUBÁSEK. Fyziologie lesních dřevin I.: fyziologie, produkce a stresy rostlin. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin, 2016. ISBN 978-80-213-2608-8.

ÚRADNÍČEK, Luboš, a další. 2009. Dřeviny České republiky. 2009. 9788087154625.

VYSKOT, Miroslav. 1971. Základy růstu a produkce lesů. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1971.

Výměra RRD dle LPIS - historie, kraje, okresy [online]. 2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/statistiky/vymera-rrd-dle-lpis-historie-kraje.html>

Výsledky SHARES 2016: Energie z obnovitelných zdrojů energie [online]. 2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/shares>

WEGER, Jan. 2003. [Online] 2003. https://www.researchgate.net/profile/Miloslav_Sir/publication/273118901_Vymladkove_plan_taze_rychle_rostoucich_drevin_a_moznosti_jejich_vodohospodarskeho_vyuziti_v_krajine_Short_rotation_coppices_and_water_management_of_landscape/links/54f71b310cf2ccffe9da.

WEGER, Jan a Bubeník, Jaroslav. 2012. Acta Pruhoniana 100. [Online] 2012. https://www.researchgate.net/profile/Jaroslav_Bubenik/publication/272073468_BIOMASS_PRODUCTION_OF_NEW_WILLOW_AND_POPLAR_CLONES_GROWN_ON_AGRICULTURAL_SOIL_IN_A_THREE_YEAR_ROTATION_AFTER_SIX_YEARS/links/54d9dbc00cf24647581f9f5c.pdf.

WEGER, Jan. 2009. Acta Pruhoniana 92. [Online] 2009. http://www.vukoz.cz/acta/dokumenty/acta_92/Acta-92_komplet-cz.pdf#page=5.

WEGER, Jan: Biomasa jako zdroj energie. Biom.cz [online]. 2009-02-02 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan, VLASÁK, Petr, HAVLÍČKOVÁ, Kamila: Shrnutí a vývoj situace výmladkových plantáží rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy v ČR a ve Švédsku. Biom.cz [online]. 2004-05-03 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://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, Jan: Topoly a vrby k energetickému užití. Biom.cz [online]. 2009-08-10 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. 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. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zasady-a-pravidla-pestovani-rychle-rostoucich-drevin-r-r-d-ve-velmi-kratkem-obmyti>>. ISSN: 1801-2655.

WEGER, Jan: Výmladkové plantáže topolů a vrb. Biom.cz [online]. 2011-01-05 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vymladkove-plantaze-topolu-a-vrb>>. ISSN: 1801-2655.

Zákon č. 117/1992 Sb. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/5B17DD457274213EC12572F3002827DE/%24file/Z%2017_1992.pdf

Zákon č. 165/2012 Sb. [Online] [Citace:] <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie/legislativa-oze/legislativa-cr/101138305.html>.

Zákon č. 180/2005 Sb. [Online] [Citace:] <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100076270.html>.

7. PŘÍLOHY

Plantáž Čakov I



Plantáž Čakov II



Chlumská hora

