

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



**ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ TĚŽBY A  
ZPRACOVÁNÍ JAPONSKÉHO  
TOPOLU ( *Populus nigra x Populus  
maximowiczii* ) NA VYBRANÝCH  
PLANTÁŽÍCH V ČESKÉ REPUBLICCE**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Zpracoval: Bc. Jaroslav Vlášek

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

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaroslav Vlášek

Lesní inženýrství

Název práce

Zhodnocení možností těžby a zpracování dřeva japonského topolu (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) na vybraných plantážích v České republice

Název anglicky

Assessing the possibility of harvesting and processing of Japanese poplar (*Populus nigra* X *Populus maximowiczii*) wood in selected plantations in the Czech Republic

---

Cíle práce

Zhodnotit objemový a hmotnostní přírůst japonského topolu na vybraných plantážích.  
Shromáždit informace o způsobech těžby, zpracování a využití dřeva japonského topolu.

Metodika

Terénní práce – sběr dat: měření taxačních veličin u reprezentativních jedinců na vybraných lokalitách

Podrobný popis metodiky

Vyhodnocení dat, zpracování výsledků

Diskuse

Závěr

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

biomasa, Japonský topol, rychle rostoucí dřeviny, produkce

---

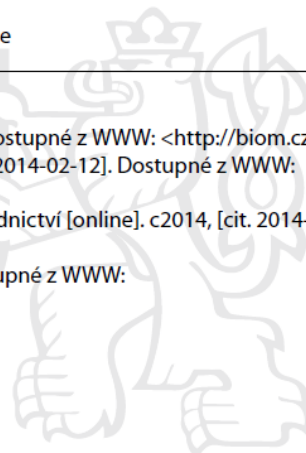
**Doporučené zdroje informací**

Sdružení pro biomasu [online]. c2014, [cit. 2014-01-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [online]. c2014, [cit. 2014-02-12]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.uhul.cz>>.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví [online]. c2014, [cit. 2014-02-15].  
Dostupné z WWW: <<http://www.vukoz.cz>>.

Web of knowledge [online]. c2014, [cit. 2014-02-20]. Dostupné z WWW:  
<<http://apps.isiknowledge.com>>.



---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

Ing. Václav Štícha, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2015

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2015

## PROHLÁŠENÍ

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Zhodnocení možností těžby a zpracování japonského topolu ( *Populus nigra* x *Populus maximowiczii* ) na vybraných plantážích v České republice vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Štíchy Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 20. 4. 2015

.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří zejména vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Václavu Štíchovi Ph.D. za pomoc při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval panu Bc. Petru Špatenkovi za ochotu a poskytnutí své plantáže k naměření hodnot, použitých v mé práci a v neposlední řadě všem, kteří strávili čas vyplněním mého dotazníku a mým blízkým za ochotu a trpělivost.

## **ABSTRAKT**

Tématem mojí diplomové práce jsou rychle rostoucí dřeviny, konkrétně je tato práce zaměřena na japonský topol (*Populus nigra x Populus maximowiczii*). Práce se také zabývá popisem využívaných druhů a klonů topolů, zhodnocením jejich produkčních schopností, perspektivy k pěstování, těžby, možností zpracování a využitelnosti v energetice. Dále je předmětem práce analýza plantáží rychle rostoucích dřevin v České republice a ve světě. Práce se obecně zabývá i problémem biomasy. Jedním z výstupů diplomové práce jsou výsledky výzkumu na lokalitě v Holicích u Pardubic a rozbor a porovnání naměřených dat s údaji dostupnými v odborné literatuře. Dalším z výstupů je i dotazníkové šetření, provedené mezi pěstiteli japonského topolu v České republice a následné vyhodnocení získaných údajů.

**Klíčová slova: biomasa, Japonský topol, rychle rostoucí dřeviny, produkce**

## **ABSTRACT**

The topic of my dissertation is fast-growing woody plants; particularly this thesis concentrates on Japanese poplar (*Populus nigra x Populus maximowiczii*). The thesis also deals with the description of utilized poplar species and clone of poplars, analysis of its capability of production, perspective of cultivation, logging, possibilities of its processing and usability in power engineering. Then the subject of the thesis is the analysis of fast-growing woody plants plantations in the Czech Republic and in the world. The thesis deals also with the problems of biomass. One of the outcomes of this dissertation is also research via questionnaire, made among the Japanese poplar planters in the Czech Republic and analysis of data acquired.

**Keywords: biomass, Japanese poplar, fast-growing woody plants, production**

1. ÚVOD	9
1.1.Cíl práce	9
2. BIOMASA	10
2.1.Obecná problematika biomasy	10
2.2. Rozdělení biomasy	11
2.3. Možnosti využití biomasy	14
2.4. Výhody a nevýhody využívání biomasy	15
3. RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY	16
3.1. Topoly	18
3.1.1. Základní rozdělení topolů	19
3.1.2. Významné druhy topolů	21
3.1.2.1. Topol černý	21
3.1.2.2. Topol Maximowičův	21
3.1.2.3. Topol chlupatoplodý	22
3.1.2.4. Topol korejský	22
3.1.2.5. Topol bavlníkový	23
3.1.2.6. Topol balzámový	23
3.1.2.7. Topol Simonův	23
3.1.2.8. Topol bílý	24
3.2. Druhy využívané jako RRD v ČR	24
3.2.1. Klony topolů	26
3.2.1.1. P-468, P-473	27
3.2.1.2. P-494	27
3.2.1.3. P-466	28
3.2.1.4. P-410, P-412	28
3.2.1.5. J-104(Max-5), J-105(Max-4)	29
4. PLANTÁŽE RRD	30
5. PRODUKČNÍ SCHOPNOST RRD	33
6. TĚŽBA RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN	37
6.1. Technologie sklizně	38
6.2. Těžební mechanizace	39
6.2.1. Křovinořezy	40
6.2.2. Motorové řetězové pily	40
6.2.3. Speciální stroje pro sklizeň plantáže	40
6.2.3.1. Sklízecí řezačka Krone Big X	41
6.2.3.2. Sklízecí řezačky Ny Vraa	41
6.2.3.3. Sklízecí mlátička Claas Jaguar 890	41
6.2.3.4. Sklízňový stroj Frobesta	42
6.2.3.5. Samojízdná sklízecí řezačka New Holland FR 1900	42
6.2.3.6. Ostatní stroje	42
7. ZPRACOVÁNÍ VYTĚŽENÉ DENDROMASY	42
7.1. Stroje pro zpracování vytěžené hmoty	43
7.1.1. Štěpkovače	43
7.1.1.1. Mobilní diskové štěpkovače	44
7.1.1.2. Mobilní bubnové štěpkovače	44
7.1.1.3. Konkrétní stroje	45
7.1.1.3.1. Štěpkovač JENZ HEM 561	45
7.1.1.3.2. Štěpkovač BOBR 7 Eschlbock	45
7.1.1.3.3. Štěpkovač ALTEC DC 1217	46
7.1.1.3.4. Štěpkovač Pezzolato PZ 140	46

7.1.2. Drtiče	46
7.1.2.1. Využívané stroje	47
8. METODIKA	48
8.1. Popis měřené lokality	48
8.2. Vlastní měření	48
8.3. Další fáze výzkumu	49
9. VÝSLEDKY	50
9.1. Výsledky měření	50
9.2. Výsledky dotazníkového šetření	60
10. DISKUZE	69
11. ZÁVĚR	72
12. POUŽITÁ LITERATURA	74
13. PŘÍLOHY	77



# 1. ÚVOD

Pěstování rychle rostoucích dřevin (RRD) se v dnešní době těší značné oblibě. Jedná se o činnost rozšířenou především v západní a severní Evropě, avšak i v České republice je problematika rychle rostoucích dřevin již poměrně dobře známa, přičemž tento trend nadále vykazuje vzrůstající tendence. Je tomu jednak z důvodu snižování zásob fosilních paliv, jichž jsou rychle rostoucí dřevinou dostupnou alternativou, jednak progresivní popularizací tohoto odvětví a v neposlední řadě dostupnou dotační politikou České republiky, respektive EU. Mezi nejčastěji pěstované dřeviny, spadající do sorty RRD, jsou topolové a vrbové klony. V podmínkách České republiky se těší největšímu zájmu tzv. japonský topol, tedy kříženec topolu Maximovičova (*Populus maximowiczii*) a topolu černého (*Populus nigra*). Tento fakt je dán zejména jeho značnou mediální popularizací, nicméně je nutné konstatovat, že na většině stanovišť se jedná o progresivní a dynamicky rostoucí klon, jehož popularita je tedy oprávněná. Celá problematika pěstování rychle rostoucích dřevin je rozvíjející se disciplínou, která řeší například problém ladem ležící půdy, nevyužitých zemědělských ploch či luk při produkci značného množství dobře využitelné i zpeněžitelné biomasy. Ta bývá nejčastěji zpracovávána ve formě štěrky a využívána k výrobě energie či k vytápění. Rychle rostoucí dřeviny jsou obnovitelným zdrojem energie a nezatěžují životní prostředí.

## 1.1. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je popis a analýza pěstovaných druhů rychle rostoucích dřevin v České republice se zaměřením především na tzv. japonský topol, zhodnocení jejich produkčních vlastností, perspektivy k pěstování, těžby, zpracování a využitelnosti v energetice. Dalším z cílů práce je popis problematiky plantáží RRD v České republice i ve světě. Práce se okrajově zabývá i problémem biomasy. Dalším z cílů je zhodnocení objemového a hmotnostního přírůstu na vybraných plantážích v České republice. Tento cíl je realizován analýzou naměřených hodnot z plantáže rychle rostoucích japonských topolů v Holicích u Pardubic, zhodnocením naměřených hodnot a produkčních schopností této plantáže a porovnání naměřených výstupů s již existujícími hodnotami několika dalších plantáží RRD uvedených v literatuře. Dalším

výstupem této práce je analýza dat z dotazníkového šetření, provedeného mezi pěstiteli japonského topolu v České republice.

## **2. BIOMASA**

### **2.1. Obecná problematika biomasy**

PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ (2004) definují biomasu jako substanci biologického původu, například jako pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkci organického původu, či organické odpady. 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. Podle výše zmíněných autorů se roční světová produkce biomasy pohybuje na úrovni 100 miliard tun, což je téměř pětkrát více než roční světová produkce fosilních paliv.

WEGER; HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2003) popisují biomasu jako hmotu všech organismů na Zemi. „Zahrnuje tedy jak jejich tělesné schránky, tak i živé či neživé produkty jejich činnosti (obaly, exkrementy, semena, dřevo). Existuje řada termínů pro různé formy biomasy podle jejího původu nebo způsobu vzniku.“

CELJAK (2007) definuje biomasu jako hmotu organického původu, jedná se tedy v principu o veškerou živou přírodu. Biomasu lze determinovat do dvou skupin, a to rostlinnou a živočišnou. Během svého růstu rostliny spotřebovávají sluneční energii ve formě světla, načež ji fotosyntézou přeměňují na chemickou energii. Rostlinnou biomasu můžeme nazývat fyto-masa. Pod tento název lze zařadit veškeré organické látky rostlinného původu, které vznikají působením fotosyntézy. Jedná se o lesní dřeviny, okrasné dřeviny a květiny, zemědělské plodiny, traviny a v neposlední řadě také energetické rostliny. Dřeviny jsou označovány pojmem dendromasa. Dendromasu tvoří jen rostoucí dřeviny, ale také zbytky po jejich těžbě, či jiném zpracování.

WEGER; HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2003) považují za základního producenta biomasy rostliny, které jsou schopné využitím světelné energie zachycené v zeleném barvivu – chlorofylu, produkovat sacharidy a následně bílkoviny. Ty jsou základním „stavebním kamenem“ všech živých organismů, a tedy biomasy.

CELJAK (2008) považuje za důležitý zdroj biomasy také rychle rostoucí dřeviny, konkrétně topoly a vrby. Ty mohou být pěstovány soliterně, jako stromořadí, ochranné pásy kolem cest nebo energetické lesy. Hlavním smyslem pěstování rychle rostoucích dřevin je především energetická produkce.

POKORNÝ (2008) uvádí biomasu jako tradiční celosvětový zdroj energie. Její využití je však limitováno nízkou přeměnou slunečního záření při fotosyntéze a navazujících pochodech.

## 2.2. Rozdělení biomasy

Biomasu lze podle KOHOUTA A KOL. (2010) rozdělit dle pěstování a využití na lesní, zemědělskou a zbytkovou.

### a) zemědělská biomasa

Zemědělská biomasa je stanovena vyhláškou č. 482/2005 Sb. ve skupině 1 a 2. Lze ji rozdělit na:

- cíleně pěstovanou biomasu
- biomasu obilovin, olejnin a prádlných rostlin
- trvalé travní porosty
- rychle rostoucí dřeviny pěstované na orné půdě
- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny

K výhodám zemědělské biomasy patří hlavně hospodaření šetrné k životnímu prostředí, efektivní využití zemědělských přebytků a odpadů ze zemědělství, zadržování vody v krajině a v neposlední řadě údržba krajiny. V oblastech s vysokou nezaměstnaností může vytvářením nových pracovních míst přispět k jejímu snížení.

### b) lesní biomasa

Lesní biomasu, stanovenou vyhláškou č. 482/2005 Sb. ve skupině 3, lze rozdělit na:

- palivové dřevo
- zbytky hospodaření v lesích

Zbytkovou dendromasu z lesnictví a dřevařského průmyslu lze využívat jako palivo. Jedná se především o zbytkovou dřevní hmotu z prořezávek, probírek, obecně z těžby dřeva a pilařských odřezků.

c) zbytková biomasa

Zbytková biomasa je stanovena vyhláškou 482/2005 Sb. ve skupině 4 a 5 a je tvořena vedlejšími produkty a zbytky z:

- papírenského průmyslu
- potravinářského průmyslu
- průmyslu zpracování dřeva
- živočišného průmyslu
- ostatního průmyslu
- biologicky rozložitelného odpadu
- lihovarnických výpalků

Naproti tomu WEGER (2009) rozděluje biomasu takto:

a) zbytková biomasa ze zemědělství

- zbytky zemědělské výroby po sklizni, zejména sláma
- organické zbytky zemědělské výroby, například chlévská mrva
- organické či rostlinné zbytky z průmyslu zpracovatelského, zejména potravinářského a mlékárenského

b) zbytková biomasa z lesnického sektoru

- spalitelný odpad z dřevozpracujícího, papírenského průmyslu a pilařské výroby
- těžební odpad z lesnického hospodaření, zejména z prořezávek, probírek a nehroubí (průměr < 7 cm) z mýtních těžeb

c) biomasa energetických plodin 1. generace

- pšenice a kukuřice na bioethanol

- řepka a palma olejná na FAME a PPO (čistý řepkový olej)
- žitovec (triticale) na pelety

d) biomasa energetických plodin 2. generace (tzv. ligno-celulózní plodiny)

- dřeviny: např. topoly, vrby, v teplejších klimatických oblastech eukalyptus
- nedřevnaté rostliny: ozdobnice, proso dvojřadé, energetický šťovík

PASTOREK; KÁRA; JEVIČ (2004) rozdělují biomasu následujícím způsobem:

a) biomasa záměrně pěstovaná k tomu účelu

- cukrová řepa
- obilí
- brambory
- cukrová třtina (pro výrobu ethylalkoholu)
- olejniny (především řepka olejná pro výrobu surových olejů a methylesterů)
- energetické dřeviny (topoly, vrby, akáty, olše a další dřeviny)

b) biomasa odpadní

- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny: řepková sláma, kukuřičná sláma, obilná sláma, zbytky po likvidaci náletových dřevin a keřů, zbytky z luk a pastvin, odpady z vinic a sadů.
- odpady z živočišné výroby: exkrementy z chovu hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady mléčnic, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit.
- komunální organické odpady z venkovských sídel: kaly z odpadních vod, odpadní organické zbytky z údržby travnatých ploch a zeleně, organický podíl tuhých komunálních odpadů.
- lesní odpady (dendromasa): kůra, větve, pařezy, dřevní hmota z lesních probírek, kořeny po těžbě dřeva, manipulační odřezky, klest, palivové dřevo.
- organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob: odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z lihovarů a konzerváren, odpady z mlékáren, odpady z jatek, odpady z vinařských provozoven, odpady z dřevařských provozoven, jako jsou hobliny, odřezky a piliny.

### 2.3. Možnosti využití biomasy

Způsob využívání biomasy k energetickým účelům je do značné míry determinován chemickými a fyzikálními vlastnostmi biomasy. Jedním z nejdůležitějších parametrů je zcela jistě vlhkost, respektive obsah sušiny v biomase. Hodnota 50% sušiny je přibližná hranice mezi mokrymi procesy (obsah sušiny je menší než 50%) a suchými procesy (obsah sušiny větší než 50%). Principiálně lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy pro energetické využití:

- a) termochemická přeměna biomasy (suché procesy pro energetické využití biomasy)
  - spalování
  - zplyňování
  - pyrolýza
  
- b) biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy pro energetické využívání biomasy)
  - alkoholové kvašení
  - metanové kvašení
  
- c) fyzikální a chemická přeměna biomasy
  - mechanicky (štípání, drcení, briketování, peletování, lisování, mletí apod.)
  - chemicky (esterifikace surových bioolejů)
  
- d) získávání odpadního tepla při zpracování biomasy
  - například při kompostování, aerobním čištění odpadních vod, anaerobní fermentaci pevných organických odpadů apod. (PASTOREK; KÁRA; JEVIČ, 2004)

WEGER; HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2003) uvádějí, že biomasa je využívána v první řadě k energetickým účelům jako obnovitelný zdroj energie, a to především spalováním, zplyňováním, či výrobou biopaliv. Ke spalování se nejvíce hodí fytomasa různých druhů dřevin, nebo dřevnatějších a slamnatých plodin. Jako palivo bývá využíváno

dřevo z lesních porostů a odpad z dřevozpracujícího průmyslu, buď ve formě štěpky, nebo pilin. Zbytková dřevní biomasa se v ČR vyskytuje ve značném množství díky vysoké zalesněnosti území (přibližně 1/3). Využití této komodity má v posledních letech vzestupnou tendenci. U podniků z dřevozpracujícího odvětví se z dřívě odpadového materiálu stala cenná surovina, využívaná k výrobě briket, nebo pelet. Znatelný je také nárůst využití lesních těžebních zbytků z prořezávek, či probírek. Přihlédneme - li k poměrně velké rozloze trvalých travních porostů u nás, je nutno zmínit i bioplyn. Ten vzniká přirozeným rozkladem organických látek (zelené rostliny, kal z čistíren odpadních vod, hnůj). Hlavní energeticky využitelnou složkou bioplynu je metan. Zbytky z vyhnívacích procesů se dají taktéž využít k hnojení. K výrobě biopaliv se nejčastěji využívá za studena lisovaný řepkový olej, který je možné následně používat k provozu dieslových motorů či kotlů na LTO. Nejvýznamnějším komponentem biopaliv je metylester řepkového oleje, který nachází využití jako příměs bionafty.

PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ (2004) se zmiňují o tom, že ačkoli existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, převládá v praxi spalování biomasy a výroba bioplynu anaerobní fermentací. K energetickým účelům lze v České republice využít kolem 8 milionů tun biomasy.

Tabulka č. 1 – Zdroje energeticky využívané biomasy v ČR (PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ; 2004)

<b>BIOPALIVO</b>	<b>Mil. Tun</b>
odpadní a palivové dřevo	1,7
obilná a řepková sláma	2,7
rychlerostoucí dřeviny a energetické plodiny	1
komunální odpad	1,5
spalitelný odpad z průmyslové výroby	1
<b>Celkem</b>	<b>7,9</b>

## 2.4. Výhody a nevýhody využívání biomasy

PŘÍHODA (2007) uvádí následující výhodné a nevýhodné stránky využívání biomasy v energetice:

Výhody:

- zdroj energie má obnovitelný charakter
- menší negativní dopady na životní prostředí (nulová bilance CO<sub>2</sub>)
- 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

HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2008) se zmiňuje o tom, že využívání biomasy k energetickým účelům nabízí mnoho nesporných výhod oproti konvenčně používaným fosilním palivům. Především se jedná o znatelně menší negativní dopad na životní prostředí. Biomasa také snižuje potřebu dovozu energetických zdrojů, je totiž domácím energetickým zdrojem. Řízená produkce biomasy napomáhá udržitelné péči o krajinu. Za zmínku stojí i energetické využití zbytků, které by nenalezly jiné uplatnění.

### **3. RYCHLE ROSTOUCÍ DŘEVINY**

Jako rychle rostoucí dřeviny bývají označovány dřeviny s krátkou obmýtní dobou a nadprůměrným ročním hmotovým přírůstem, především pak v prvních letech od 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 se cíleně pěstují na výmladkových plantážích. K tomuto účelu bývá využívána zemědělská půda.



Cílem jejich pěstování na produkčních plantážích je získání co nejvyššího množství biomasy z co nejmenší plochy.

PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ (2004) uvádějí, že v českých zemích lze nalézt určitou analogii rychle rostoucích dřevin v lesním hospodářství. Projevem extenzivního využívání lesů bez cílené péče byly tzv. pařeziny, které jsou známy již ze středověku. Pařeziny vznikaly především v hustě osídlených oblastech s vysokou spotřebou jak palivového, tak stavebního dřeva. Při tomto způsobu hospodaření se využívalo pařezové výmladnosti některých druhů listnatých dřevin, především pak dubů, vrb, či akátů. V současné době jsou tyto zkušenosti zužitkovávány při využívání zemědělských půd k produkci biomasy pro energetické účely prostřednictvím pěstování rychle rostoucích dřevin. Pěstování rychle rostoucích dřevin se uplatňuje zejména v oblastech s mírným podnebím a na půdách s dobrou zásobou živin a vody. V horších oblastech není zaručen dostatečný výnos a často dochází k poškození mrazem. Nabízí se i využití půdy v oblastech zatížených imisemi, které nejsou vhodné k pěstování plodin pro potravinářské účely.

KOHOUT A KOL. (2010) rozděluje rychle rostoucí dřeviny 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).

PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ (2004) uvádějí, že v zájmu efektivnosti pěstování rychle rostoucích dřevin na orné půdě je nezbytné zajištění zejména následujících požadavků:

- extrémně vysoký vzrůst rostlin v mládí,
- výborné obrůstací schopnosti pařezů po obmýtí,
- snášenlivost konkurence bez regulovatelných zásahů,
- odolnost vůči chorobám a škůdcům,
- pozemek uzpůsobený k mechanickému zpracování,
- mocnost ornice v minimální výši 30 cm, optimálně 70 cm,
- hodnota pH minimálně 5,5,
- vysoká hladina spodní vody (60 až 120 cm, nesmí klesat pod 2 m).

V podmínkách České republiky jsou k pěstebním účelům používány zejména klony topolů a vrb. Topoly (*Populus*) a vrby (*Salix*) řadíme do čeledi vrbovitých (*Salicaceae*). Topoly i vrby se obecně považují za rychle rostoucí dřeviny. Jejich společným znakem je velká variabilita. Vzájemným křížením vytvářejí mnoho rozličných poddruhů, odrůd a kultivarů (CELJAK; BOHÁČ; KOHOUT, 2007).

Z dřevin, které se používají k pěstebním účelům jako rychle rostoucí, jsou nejznámější topol černý a topol balzámový, popřípadě další topoly a jejich hybridy. Rovněž vrby a jejich klony vykazují dobré výsledky. Z ostatních druhů, které jsou přizpůsobivé, ale nedosahují tak dobrých pěstebních a produkčních výsledků, je možno jmenovat akát, olši, břízu, či osiku. Obecně lze říci, že výběr nejvhodnější rostliny závisí na individuálním charakteru konkrétního stanoviště (PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ, 2004)

FIALA (2010) považuje kromě topolů a vrb za potenciálně využitelné dřeviny pro pěstování jako rychle rostoucí olše, jilmy, pajasany, lípy, či jeřáby. Dlouhodobější zkušenosti s jejich použitím však zatím chybí, na vhodných stanovištích však mohou zmíněné dřeviny dosáhnout podobných výnosů jako topoly a vrby.

KREMER (1995) uvádí, že olše vyžaduje bohatší hlubokou půdu, je odolná vůči mrazu a z našich dřevin nejlépe snáší vysokou hladinu spodní vody, o čemž se zmiňuje i NIKL (2009). „Pro pěstování olše k energetickým účelům je možné uvažovat i o využití lužních a podmáčených stanovišť.“

Jako výhodu jilmu považují HIEKE A PINC (1978) širokou stanovištní amplitudu a relativně snadné vegetační množení.

K jeřábu se vyjadřuje PRUDIČ (2000) jako k dřevině s vynikající kořenovou výmladností, kdy dokáže tato dřevina vytvořit až několik desítek kořenových výmladků.

### **3.1. Topoly**

Domovem topolů je především mírný pás severní polokoule, na jih zasahují až po himalájské pohoří. V těchto oblastech roste asi 35 – 40 druhů. Pěstované druhy a jejich kříženci pocházejí ze 3 hlavních oblastí výskytu, a to z Evropy, Severní Ameriky a východní Asie (KOHOUT A KOL., 2010).

Topol má světlé, měkké, lehké, ohebné a dobře štípatelné dřevo. V nábytkářství býval proto vždy využíván k výrobě překližek, dýh, beden a sudů. V současnosti slouží

především jako palivo nebo nalézá své využití v řezbářství (CELJAK; BOHÁČ; KOHOUT, 2007).

Růst topolů je ovlivněn mnoha podmínkami. Jednou z nich je vodní režim v půdě. Původními stanovišti topolů jsou nížiny podél vodních toků, trvalé zásobení vodou je tedy pro tuto dřevinu zcela zásadní. Dobře zvládá i několikátýdenní záplavy, které jsou prospěšné i zanesením nezbytných živin na lokalitu růstu. Topol je také citlivý na půdní kyselost. Nejlépe prosperuje při růstu na neutrálních, či slabě kyselých půdách. Kořenový systém topolů je náročný na provzdušnění půdy. Zejména v prvním roce je dýchání kořenů intenzivnější než u ostatních dřevin. Trvalé provzdušnění je nezbytné k rozšiřování kořenů do prostoru. Z chemických prvků mají velký vliv na růst topolů dusík a vápník (CELJAK; BOHÁČ; KOHOUT, 2007).

### 3.1.1. Základní rozdělení topolů

Rod *Populus* lze rozdělit do 5 sekcí. Jedná se o sekci *Aigeros* (černé topoly), *Tacamahaca* (balzámové topoly), *Leucoides* (velkolisté topoly), *Leuce* (bílé topoly) a sekci *Turanga* (turangové topoly) (KOHOUT A KOL., 2010).

- 1. sekce *Aigeros*** – K této sekci přiřazujeme topoly černé, zejména euroasijský topol černý (*Populus nigra* L.) a americký topol bavlníkový (*Populus deltoides* Marsh.). Zmíněné druhy dosahují výšky kolem 40 metrů. Je pro ně typická dlouhověkost. Oba druhy mají ideální podmínky růstu v lužních polohách. Jsou odolné proti vysokému obsahu vápníku v půdě. Topol černý a bavlníkový je možné vzájemně křížit. Kříženci těchto druhů se nazývají *Populus euroamericana*. (KOHOUT A KOL., 2010)
- 2. sekce *Tacamahaca*** - V této skupině jsou zastoupeny topoly balzámové. Topoly jsou nejvíce rozšířeny v jižní Asii, dalším růstovým areálem je Severní Amerika, konkrétně oblast od Kalifornie až po lesotundry severní Kanady. V Evropě se tato skupina přirozeně nevyskytuje. Pro účely pěstování RRD se z asijských druhů nejvíce využívají topol Maximovičův (*Populus maximowiczii* Henry) a topol korejský (*Populus koreana* Rehd.). Z amerických druhů má největší

potenciál ke křížení topol chlupatoplodý (*Populus trichocarpa* Torr. Et A. Gray)  
Je možné i křížení s topoly ze sekce *Aigeros* (KOHOUT A KOL., 2010).

- 3. sekce *Leucoides*** – V této skupině jsou zastoupeny topoly velkolisté. Tato druhově málo početná skupina topolů roste především ve východní Asii, v Americe je zastoupena jedním druhem. Topoly sekce *Leucoides* nejsou vhodné k energetickému využití, vyznačují se totiž poměrně pomalým růstem v mládí, špatným vegetativním množením a nekříží se s topoly ostatních sekcí. K velkolistým topolům řadíme asijské druhy topol chlupatý (*Populus lasiocarpa*) a topol Wilsonův (*Populus wilsonii*) (KOHOUT A KOL., 2013).
  
- 4. sekce *Leuce*** – V této sekci jsou zastoupeny topoly bílé. S předchozími třemi sekcemi se nekříží a jsou od nich habituelně i geneticky značně odlišné. Tuto sekci lze dále dělit na 2 podsekcce, bílé topoly (*Albidae*) a osiky (*Trepidae*). Do první podsekcce patří především topol bílý (*Populus alba*). Druhá, druhově početná, podsekcce, zahrnuje eurasijský druh topol osika (*Populus tremula*), v Americe se můžeme setkat s topolem osikovým (*Populus tremuloides* Michaux.), či topolem hrubozubým (*Populus grandidentata* Michx.). Topol bílý se často spontánně kříží s topolem osika. Produktem této mezidruhové interakce je topol šedý (*Populus x. canescens* Smith.). Ani další mezidruhové křížení není vyloučeno. K sadovnickým účelům jsou topoly sekce *Leuce* zatím využívány minimálně (KOHOUT A KOL., 2010).
  
- 5. sekce *Turanga*** – V této sekci jsou zastoupeny turangové topoly. Především se jedná o topol eufratský (*Populus euphratica* Oliv.) a topol *Populus pruinosa* Schrenk. Tyto topoly v České republice nemají vhodné růstové podmínky, proto se tu přirozeně nevyskytují (KOHOUT A KOL., 2010).

### 3.1.2. Významné druhy topolů

#### 3.1.2.1. Topol černý (*Populus nigra* L.)

Topol černý se vyskytuje na rozsáhlém území Evropy i Asie. Areál rozšíření této dřeviny sahá od Španělska až po nížiny v povodí řeky Jenisej na západní Sibiři. Na jihu je areál výskytu ukončen středomořským pobřežím západní Afriky. Na východě se vyskytuje až v horských oblastech Kavkazu, Iránu a Pamiro-Altaje v Asii. Jedná se o světlomilnou pionýrskou dřevinu (KOHOUT A KOL., 2010).

Přirozené stanoviště topolu černého se nachází na provzdušněných písčitých až šterkových půdách (náplavy), chudých na humus a obsahujících dostatek podzemní vody. Topol černý roste dobře na bohatších hlinitopísčitých půdách, naopak nenávidí podzolovité, rašelinné a jílovité půdy. S tímto druhem topolu se můžeme nejčastěji setkat v říčních úvalech, jeho výskyt však sahá až do nadmořské výšky 800 metrů. U tohoto druhu je znatelná citlivost na nedostatek světla. Uvádí se, že skvěle snáší zaplavení, avšak pouze s proudící, nikoliv se stojatou vodou (HAVLÍČKOVÁ A KOL., 2008).

Topol černý dorůstá do výšky až 30 – 40 metrů a průměru kmene 1 – 2 metry. V ideálním prostředí na aluviálních písčitých náplavách dosahuje ve 40 letech výšky 19 metrů a šířky 80 – 90 centimetrů v prsní výšce 1,3 metru (KOHOUT A KOL., 2010).

#### 3.1.2.2. Topol Maximovičův (*Populus maximoviczii* Henry)

Topol Maximovičův je asijský druh topolu, jehož areál výskytu sahá od Korejského poloostrova přes Japonsko, Mandžusko a Sachalin až na Kamčatku. Přirozený výskyt tohoto druhu se tedy táhne přes 3000 kilometrů od jihu k severu, konkrétně od 35° až po 62° severní šířky. V domovině dorůstá výšek okolo 30 metrů. Do Evropy byl introdukován koncem 19. století, zpočátku však nenašel větší uplatnění v krajínotvorbě, ani v produkci dřeva. Další fáze jeho dovozu nastala až po 2. světové válce. Ekologická amplituda není v našich podmínkách zatím výrazněji ověřena. Dovezeným klonům nejvíce vyhovují svahové hlíny, které jsou středně zásobeny vodou, avšak obstojně roste i na chudších písčitých půdách. Ideální jsou chlumní a

podhorské polohy s podzemní vodou v dosahu kořenů. Tento druh topolu neprosperuje v lužních podmínkách (KOHOUT A KOL., 2010).

Nějvětším přínosem topolu Maximovičova pro energetiku je zkřížení s topolem černým. Vzniklé klony se obecně nazývají japonské topoly s označením J – 104 a J – 105 (VLÁŠEK, 2013)

### **3.1.2.3. Topol chlupatoplodý (*Populus trichocarpa* Torr. et A. Gray)**

Topol chlupatoplodý je severoamerický druh, který je rozšířen od Kalifornie až po Aljašku. Tento druh roste od pobřeží Tichého oceánu až do vysokých horských poloh. Ve Skalistých horách se s ním můžeme setkat až ve výšce kolem 2000 m. n. m. Areál výskytu je vázán na vodní toky, kde se topol chlupatoplodý přirozeně šíří v říčních nivách na náplavách. Jedná se o dlouhověký strom, dorůstající výšek 40 – 60 metrů a průměru 200 centimetrů. Dřevo je široce využíváno, jednak díky vysokému ročnímu přírůstu až 30 m<sup>3</sup> na hektar, jednak díky jeho nižším nárokům na světlo než u ostatních druhů topolů, což z topolu chlupatoplodého činí velmi variabilní druh. Pěstuje se v monokulturních porostech i jako příměs s jinými dřevinami. Do Evropy byl dovezen v 19. století. Jeho ekologická amplituda je velmi široká. Díky tomu a také díky velké kořenové výmladnosti je použitelnost v našich podmínkách výborná (KOHOUT A KOL., 2010).

### **3.1.2.4. Topol korejský (*Populus koreana* Rehd.)**

Tento asijský druh je rozšířen především na Korejském poloostrově a v Japonsku. Dorůstá výšky okolo 25 metrů a daří se mu dobře na bohatých těžkých půdách s nízkou hladinou podzemní vody, což z něj činí poměrně perspektivní druh pro použití v sadovnictví. Do Evropy byl dovezen ve 30. letech 20. století (KOHOUT A KOL., 2010).

### **3.1.2.5. Topol bavlníkový (*Populus deltoides* Marsh.)**

Topol bavlníkový je severoamerický druh, který se vyskytuje na rozsáhlém území od východního atlantického pobřeží, na severu hranici výskytu ukončuje kanadský Quebec, na jihu Nové Mexiko. Přirozeně se rozšiřuje v říčních nivách, jeho oblast rozšíření tedy není souvislá. Do Evropy byl tento druh topolu dovezen kolem roku 1700. Původně byl využíván především v parkových výsadbách nebo v sadovnictví. Do České republiky se dostal až po 2. světové válce, nenalezl však větší uplatnění, je pěstován pouze na pokusných plochách. Pro energetické účely se používá až kříženec topolu černého a bavlníkového. Ekologická amplituda tohoto druhu je poměrně široká, od lokalit s živnou půdou s dobrým vodním režimem až po lokality sušší. Produkční plantáže topolu bavlníkového se nachází především v Itálii (KOHOUT A KOL., 2010).

### **3.1.2.6. Topol balzámový (*Populus balsamifera* L.)**

Topol balzámový je severoamerický druh, který se vyskytuje od Aljašky a Kanady, kde roste téměř po stromovou hranici v lesotundře, po americké státy New Jersey, Oregon, Nebraska a Michigan na jihu. Na východě protíná areál topolu bavlníkového, na západě topolu chlupatoplodého. Ekologická amplituda topolu balzámového je velmi odlišná od většiny ostatních druhů topolů. V České republice se s tímto taxonem lze setkat především v horách, rámuje republiku, vyskytuje se jen v polohách vyšších než 700 m. n. m., v nížinách se mu nedaří. Prosperuje na březích horních toků říček a potoků, snáší i trvaleji zamokřené půdy a dokonce půdy zrašeliněné. Topol balzámový je značně rezistentní vůči imisemi znečištěnému ovzduší. Tento kultivar vykazuje dobrou kořenovou výmladnost (KOHOUT A KOL., 2010).

### **3.1.2.7. Topol Simonův (*Populus simonii* Carr.)**

Topol Simonův je východoasijský druh rostoucí zejména v Číně a na Korejském poloostrově. Areál výskytu se nachází od suchého vnitrozemí, po vlhké přímoří až do

tvrdších podmínek severní hranice výskytu. Jelikož v podmínkách přechodného klimatu reaguje předčasným začátkem vegetace hned po přechodném předjarním oteplení, bývá v České republice často poškozován jarními mrazíky. Velmi dobře roste od chlumních poloh do podhůří, přibližně do 700 m. n. m.. Vyhledává provzdušněné, vodou dobře zásobené půdy. Nevyhovující stanoviště se nacházejí na těžkých zamokřených půdách. Pro lesnické účely u nás nemá větší význam, i přes dobrou produkci kulatiny (KOHOUT A KOL., 2010).

### **3.1.2.8 – Topol bílý (*Populus alba* L.)**

Topol bílý bývá také označován jako topol linda. KOHOUT A KOL. (2010) popisují jeho areál výskytu následovně: „Topol linda je označován jako eurasijský druh, na severu je hranice výskytu ohraničena 55° severní šířky v Evropě i v Asii. Na severozápadě je pak výskyt ohraničen Španělskem a přechází na široký pobřežní pás celé severní Afriky, od pohoří Atlas, až po Suez. Jižní hranice areálu pak tvoří Jordánsko, Irák, Irán a Pákistán. Areál dále zasahuje do střední Asie až do západní Číny a Mongolska, téměř až k Bajkalu, k hornímu toku Jeniseje. Jeho areál výskytu není pravidelný, ale je vázán na nivy podél toků řek“.

„Topol bílý je světlomilná rostlina, která se však v prvních dekádách růstu prosadí i v hustších porostech. Oproti topolu černému (*Populus nigra*) vyhledává spíše teplejší oblasti. Roste přibližně do 500 m n.m. Bývá označován za původní dřevinu. Jedná se o variabilní druh ve vztahu k půdní vodě, roste na déle zaplavovaných územích, ale i na písčných dunách, či výsypkách s minimálním množstvím podzemní vody. Topol bílý dorůstá v mohutný strom. V minulosti byl v porostech cíleně likvidován, díky své kořenové výmladnosti se však zachoval“ (KOHOUT A KOL., 2010).

## **3.2. Druhy využívané jako RRD v ČR**

VLÁŠEK (2013) uvádí, že v současnosti existuje mnoho druhů a poddruhů, uznaných kříženců a kultivarů rychle rostoucích dřevin, z nichž se však v našich podmínkách největší oblibě těší tzv. japonský topol. Ten bývá označován jako klon J-105 (resp. Max-4) a J-104 (resp. Max-5).



„Oblíbenost introdukovaného japonského topolu je dána nejen jeho skutečně rychlým růstem, vysokou ujímavostí řízků a relativní odolností vůči škůdcům a nemocem, ale také značnou mediální propagací jeho současných pěstitelů. Výběr vhodných klonů je však mnohem širší“ (KRAVKA A KOL., 2012).

ČÍŽEK; ČÍŽKOVÁ (2009) udávají, že v roce 2000 byl ve Věstníku Ministerstva zemědělství zveřejněn sortiment 22 hybridních topolových klonů, vybraných z několika desítek klonů dovezených do České republiky ze zahraničí. Klony byly vždy nejdříve uloženy v klonovém archivu VÚLHM v Kunovicích a postupně ověřovány v pokusných výsadbách v rozličných přírodních podmínkách. Pouze několik nejkvalitnějších klonů bylo schváleno pro pěstování v širokém spektru, a to na základě vysokého výnosu, odolnosti k chorobám, dobré schopnosti zakořenění a adaptability k podmínkám v České republice, zejména pro zakládání plantáží s krátkou obmýtní dobou.

Základním rozdělením klonů v evropských státech bývá rozdělení na tzv. chráněné a nechráněné klony topolů a vrb pěstovaných na zemědělské půdě.

- **„chráněné druhy“** – jedná se o druhy chráněné pěstitelskými právy. Tyto druhy se nemohou volně šířit bez licence majitele příslušného klonu. V EU bylo k roku 2008 zaregistrováno 15 klonů topolů a 15 klonů vrb. V České republice není prozatím registrován žádný chráněný klon, jejich pěstování je omezeno pouze na zkušební plochy. Základním rozdělením bývá determinace na tzv. „švédské vrby“ a tzv. „italské topoly“. V souvislosti se švédskými vrbami mluvíme o klonech, vyšlechtěných především z druhu *Salix viminalis*. Jedná se například o registrované odrůdy Tora, Inger, Tordis a další. Italské topoly (registrované odrůdy AF1, AF2, Sirio a další) byly vyšlechtěny převážně ze skupiny *Populus x euroamericana*.
- **„nechráněné druhy“** – tyto druhy se v podmínkách České republiky vyskytují nejčastěji. Klony jsou evidovány dle zákona č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny, ve Věstníku MZe č. 1/2004. Za vznikem tohoto seznamu stálo především posouzení vlivu nepůvodních druhů topolů a vrb z hlediska ochrany přírody a krajiny dle citovaného zákona. Tento seznam obsahuje přes 40 klonů topolů a vrb (KOHOUT A KOL., 2010). Tento seznam bude uveden v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 – Doporučené klony dle věstníku MZe č. 1/2004 (KOHOUT A KOL. 2010)

<b>Topoly (Populus sp.)</b>	
<b>Kříženci balzámových topolů</b>	
<b>P - 468</b>	<i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Gray x <i>P. koreana</i> Rehd.
<b>P - 473</b>	<i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Gray x <i>P. koreana</i> Rehd. cf. <i>P. deltoides</i> Marsh x <i>P. trichocarpa</i> Torr. Et Gray
<b>Kříženci černých a balzámových topolů</b>	
<b>P - 466</b>	<i>P. maximowiczii</i> Henry x <i>P. x berolinensis</i> 'NE - 44'
<b>P - 494</b>	<i>P. maximowiczii</i> Henry x <i>P. x berolinensis</i> 'Oxford'
<b>J - 105 (Max - 4)</b>	<i>P. nigra</i> L. x <i>P. maximowiczii</i> Henry 'Maxvier'
<b>J - 104 (Max - 5)</b>	<i>P. nigra</i> L. x <i>P. maximowiczii</i> Henry 'Maxfürf'
<b>P - 410</b>	<i>P. nigra</i> L. x <i>P. simonii</i> Carr.
<b>Vrby (Salix sp.)</b>	
<b>Vrba bílá a její kříženci</b>	
<b>S - 457</b>	<i>S. alba</i> L.
<b>S - 117</b>	<i>S. alba</i> L., autochtonní v ČR
<b>S - 639</b>	<i>S. alba</i> L.
<b>S - 195</b>	<i>S. x rubens</i> Schr.
<b>Vrba košíkářka a její kříženci</b>	
<b>S - 310</b>	<i>S. viminalis</i> L., autochtonní v ČR
<b>S - 337</b>	<i>S. viminalis</i> L., autochtonní v ČR
<b>S - 699</b>	<i>S. viminalis</i> L., autochtonní v ČR
<b>Kříženci vrby jívy</b>	
<b>S - 383</b>	<i>S. x smithiana</i> Willd., autochtonní spontánní kříženec v ČR
<b>S - 218</b>	<i>S. x smithiana</i> Willd., autochtonní spontánní kříženec v ČR
<b>S - 704</b>	<i>S. caprea</i> L. x wind
<b>S - 705</b>	<i>S. caprea</i> L. x wind

### 3.2.1 Klony topolů

Z doporučeného sortimentu topolů jsou v České republice prozatím nejvíce pěstovány tzv. Japany, konkrétně J-105 (Max 4) a J-104 (Max 5), vzniklé křížením topolu černého a topolu Maximovičova. Ostatní doporučené klony se pěstují méně, především z důvodu nedostatku sadby a nevyhovujícím stanovištním podmínkám (KOHOUT A KOL., 2010).

### 3.2.1.1. P -468, P-473

Uvedené klony jsou výsledkem křížení topolu chlupatoplodého (*Populus trichocarpa*) a topolu korejského (*Populus koreana*). Původem těchto klonů je pravděpodobně Anglie, přestože oba rodičovské klony pocházejí z Asie. (KOHOUT A KOL., 2010).

ČÍŽKOVÁ A ČÍŽEK (2006) naproti tomu uvádějí, že klon P-473 byl v minulosti dříve uváděn jako klon topolu chlupatoplodého (*Populus trichocarpa*) a topolu korejského (*Populus koreana*), ve skutečnosti se však jedná o křížence topolu bavlíkového (*Populus deltoides*) a topolu chlupatoplodého (*Populus trichocarpa*).

KRAVKA A KOL. (2012) uvádí, že ačkoliv se klony P-468 a P-473 v několika znacích liší, růstové vlastnosti mají obdobné. Například ve srovnání s japonskými topoly (J-104, J-105) tvoří užší korunu, je tedy možné je sázet v hustějším sponu. Na dobře připravených, teplejších, vodou zásobených a odplevelených plantážích se prezentují výbornou růstovou dynamikou. Špatně snáší vysychavá stanoviště s nízkou hladinou spodní vody. Klon P-468 vykazuje terminální růst na konci vegetačního období i v chladnějších podmínkách.

WEGER (2009) přiřazuje klonu P-468 vynikající výnosový potenciál, na vhodných stanovištích je schopen produkovat 9 – 12 tun sušiny/ ha/ rok. Klon P-473 je specifikován jako klon s velmi dobrým výnosovým potenciálem na vhodných stanovištích, produkce se pohybuje kolem 7 – 8 tun sušiny na hektar ročně. Oba klony mají velmi dobrý roční přírůst. V prvním obmýtí 1,2 a ve druhém dokonce 1,8 metru.

KOHOUT A KOL. (2010) naproti tomu uvádí, že klon P-468 je schopen produkce 6,5 – 7,5 tun sušiny na hektar ročně a klon P – 473 6,9 – 8 tun sušiny na hektar za rok. Vhodnými pěstebními stanovišti mohou být klimatické regiony (dále KR) 3, 5-7 a hlavní půdní jednotky (dále HPJ) 14, 29-30, 48-54, 58, 59, 62-76. Ujímavost řízků se pohybuje kolem 70 % při standardních vlhkostních podmínkách. Oba klony mají dobré předpoklady pro pěstování ve výmladkových plantážích.

### 3.2.1.2. P-494

Klon P-494 byl vyšlechtěn buď v USA, nebo v Polsku. Na příznivých lokalitách vykazuje o něco nižší přírůsty než klony P-468 a P-473, na lokalitách hůře udržovaných, nezoraných a zaplevelených však roste naopak lépe. Mívá sklony

k nízkému větvení asi půl metru nad povrchem půdy, což může být bráno jako pozitivní jev, vzhledem k samovolnému a včasnému potlačení plevelů. Tento klon má v prvním roce nízký přírůst, v dalších letech se však přírůsty zvyšují. Velmi dobře snáší častější sklizeň. V současné době není v České republice příliš rozšířen (KOHOUT A KOL., 2010).

WEGER (2009) zařazuje tento klon mezi klony s vynikajícím výnosovým potenciálem (9-12 tun sušiny/ha/rok), naproti tomu KOHOUT A KOL. (2010) se zmiňuje spíše o průměrných růstových a produkčních parametrech.

### **3.2.1.3. P-466**

Klon P-466 vznikl křížením taxonů topolu Maximovičova a topolu berlínského ve Spojených státech amerických ve 30. letech 20. století. Do Československa byl klon dovezen v roce 1959 z Polska. Růstově i produkčně je klon P-466 stejného hybridního původu jako klon P-494. Můžeme ho zařadit mezi nadprůměrně rostoucí klony, mezi topolovými klony patří mezi nejlepší. Má velmi dobrou výmladnou schopnost a tloušťkový přírůst. I na nepříznivých stanovištích vykazuje tento klon vyšší výškový a tloušťkový přírůst ve druhém obmýtí než v prvním. Klon P-466 také disponuje vysokou ujmavostí řízků, a to cca 90 %. V dalších letech po výsadbě a po první sklizni nedochází k významnějšímu úhynu jedinců. Klon P-466 má širokou ekologickou amplitudu, roste jak na sušších, tak vlhčích lokalitách a vykazuje dobré přírůsty i v chladnějších podhorských lokalitách. Mezi vhodná stanoviště pro pěstování tohoto klonu patří např. KR 5-7, 3, 1 a HPJ 14, 29-30, 48-54, 58, 59, 62-76. Na příznivých stanovištích se výnosový potenciál klonu P-466 pohybuje okolo 7 – 8,7 tun sušiny na hektar za rok. Tento klon může být využíván i na plantážích v méně příznivých a chladnějších oblastech (VLÁŠEK, 2013).

### **3.2.1.4. P-410, P-412**

Jedná se o dva identické klony české provenience, jsou výsledkem šlechtění RNDr. Špalka. Vznikly křížením topolu černého a topolu Simonova. Tyto klony prosperují převážně na sušších lokalitách (půdně i srážkově) a v teplejších klimatických regionech. Mezi vhodné lokality pro pěstování tohoto klonu patří například: KR 1 – 5 a HPJ 14, 29-30, 48-54, 58, 59. Klon poměrně časně raší, nehodí se proto do vyšších

poloh a chladnějších klimatických regionů. Tyto klony se vyznačují dobrou výmladností po tříletém obmýtí, po šestiletém již některé pařezy neobráží, celkovou vitalitu si však klon zachová. Výnosový potenciál je spíše průměrný až podprůměrný, po tříletém obmýtí velmi špatný (1 tuna sušiny na hektar ročně), po šestiletém 5,9 – 7,3 tuny sušiny na hektar. Tento klon je vhodný především pro sušší lokality s horším vodním režimem (KOHOUT A KOL., 2010)

WEGER (2009) popisuje tento klon jako klon s dobrým výnosovým potenciálem (4-6 tun sušiny na hektar za rok) na sušších stanovištích při životnosti porostu do 15 let.

### **3.2.1.5. J-104 (Max-5), J-105 (Max-4)**

Tyto dva klony se v České republice laicky označují jako japonské topoly a těší se největší oblibě ze všech pěstovaných topolových klonů, a to nejen u nás. Jedná se o křížence topolu černého (*P. nigra*) a východoasijského topolu Maximovičova (*P. maximowiczii*) vyšlechtěné pravděpodobně právě v Japonsku. KOHOUT A KOL. (2010) se zmiňuje o tom, že japonské topoly byly od roku 1979 v Rakousku ověřovány pro pěstební činnost na výmladkových plantážích. KRAVKA A KOL. (2012) uvádí, že tyto klony k nám byly z Rakouska přivezeny v roce 1992.

ŠPATENKA (2015) považuje za hlavní důvod masové oblíbenosti těchto klonů relativní pěstební nenáročnost, vysokou ujmavost, odolnost a regenerační schopnost – je použitelný ve většině lokalit. Dvoudomá rostlina se rozmnožuje výhradně řízkováním z tzv. matečnicových porostů. Roční přírůstek může v závislosti na půdních a klimatických podmínkách činit až 5,5 metru. Nejvyšších výnosů tyto klony dosahují v nadmořských výškách do 650 m n. m.

Tyto klony topolů rostou dobře na různých stanovištích od chlumních až podhorských (350 – 500 m. n. m.). Nejsou vhodné pro podmáčené lokality. Na sušších lokalitách však prosperují lépe než většina ostatních topolových i vrbových klonů. Mezi vhodné lokality k pěstování patří např. KR 5-7, 3, 1 a HPJ 14, 29-30, 48-54, 58, 59, 62-76. Klony disponují pozitivními vlastnostmi obou rodičů, jako jsou rychlý terminální růst, vysoká ujmavost řízků (kolem 90%) a husté větvení v dolní části kmene, což má za následek eliminaci plevelů. Ztráty v dalších letech po výsadbě neohrožují produkční potenciál porostu. Průměrný roční přírůstek se na ideálních lokalitách pohybuje v rozmezí 1,3 – 2,1 m. Produkční potenciál se v druhém obmýtí odhaduje na 9 – 11 tun sušiny na

hektar ročně. Využití těchto klonů je mimo chráněná území širokospektrální, vyjma podmáčených lokalit (KOHOUT A KOL., 2010).

WEGER (2009) připisuje klonům J-104 a J-105 na vhodných lokalitách vynikající výnosový potenciál, a to 9 – 12 tun sušiny na hektar ročně.

#### **4. PLANTÁŽE RRD**

VLÁŠEK (2013) uvádí, že za plantáž je možné považovat intenzivně obhospodařovanou zemědělskou půdu či travní plochu, která je využívána k pěstování určitého sortimentu biomasy, nejčastěji pak k pěstování rychle rostoucích dřevin nebo vánočních stromků. Všeobecně lze konstatovat, že tyto plantáže nabývají významu jak v České republice, tak ve světě.

V podobném duchu se zmiňují KRAVKA A KOL., (2012), kteří udávají, že trend pěstování rychle rostoucích dřevin u nás i ve světě vykazuje vzestupnou tendenci nejen ve smyslu produkce biomasy jako takové, tedy pěstování pro energetiku, papírenský průmysl, či dřevozpracující průmysl, ale i z hlediska ochrany biodiverzity a přírodních zdrojů.

RASZKA (2011) připisuje rostoucí trend v počtu i celkové rozloze plantáží rychle rostoucích dřevin v České republice především faktu, že ceny energií stále stoupají, což se týká samozřejmě i palivového dřeva.

WEGER (2009) popisuje výmladkové plantáže jako novou formu zemědělského hospodaření, které je založeno na regenerační schopnosti topolů a vrb. Výmladnost zmíněných dřevin tedy umožňuje opakovanou sklizeň bez nutnosti založení nového porostu.

Ve stejném duchu uvažují i WEGER; HAVLÍČKOVÁ A KOL. (2003), kteří udávají, že na rozdíl od dobře známých lesnických lignikultur topolů, sklizených po 20 – 30 letech růstu, jsou výmladkové plantáže RRD na zemědělské půdě sklizeny ve velmi krátkém obmětí (tzv. minirotační) 3 až 7 let, které je možno opakovat bez nutnosti nové výsadby. Výsledným produktem je dřevní biomasa, která je širokospektrálně využitelná.

Základní prvky koncepce výmladkových plantáží se začaly objevovat v 70. – 80. letech 20. století jako alternativní způsob zemědělského hospodaření s cílovým odbytem v oblasti papírenského a energetického průmyslu, a to především ve Švédsku a Anglii. Od lesních lignikultur se liší pěstováním na zemědělské půdě a použitými

agrotechnickými postupy. Sortiment pro výmladkové plantáže je taktéž odlišný a je vázán na zemědělskou legislativu. Rozloha topolových výmladkových plantáží postupně narůstá vlivem příznivých ekonomických a dotačních podmínek, které jsou nezřídka podporovány regionálními samosprávami, agrárními komorami či podnikatelskými subjekty. Podle stávající energetické politiky by se výmladkové plantáže měly do roku 2030 pěstovat na rozloze kolem 60000 hektarů (WEGER, 2009).

Výmladkové plantáže jsou poměrně novou formou pěstování dřevin na zemědělské půdě, které je svými agrotechnickými postupy i mechanizací blízko konvenčnímu zemědělskému hospodaření. V západní Evropě jsou výmladkové plantáže topolů a vrb považovány za jednu z nejperspektivnějších alternativ v transformaci rostlinné výroby vlivem světových a evropských trendů. Například v Itálii se k pěstování topolů na výmladkových plantážích uchylují bývalí pěstitelé cukrové řepy, které k této transformaci dohnala změna evropských kvót v otázce snížení množství produkce cukrové řepy v Itálii. Topolové plantáže se nacházejí především ve střední a jižní Evropě na rozloze kolem 12 tisíc hektarů. Nejvíce pak v Itálii (7000 ha), Německu (2200 ha) a Rakousku (1200 ha). Rozloha topolových i vrbových plantáží se zvyšuje i ve východní Evropě (WEGER, 2011).

Co se týče rozlohy plantáží rychle rostoucích dřevin ve světě, vyčíslují jí KRAVKA A KOL. (2012) na základě dat Mezinárodní komise pro topoly následovně: Čína 6 000, Francie 254, Írán 150, Turecko 145, Itálie 120, Maďarsko 110, Španělsko 103, Srbsko 54, Indie 40, Belgie 40, Bulharsko 26, Británie 20, Argentina 20, Chorvatsko 18, Švédsko 16, Chile 8 (data jsou uvedena v tisících ha). V České republice se současná rozloha plantáží rychle rostoucích dřevin pohybuje řádově kolem 750 ha. O podobné hodnotě mluví i RASZKA (2011), což je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka č. 2 – Rozdělení plantáží rychle rostoucích dřevin na základě výměry porostu v České republice (RASZKA, 2011).

Kategorie	Plocha (ha)	Podíl (%)	Počet plantáží	Podíl (%)
do 1 ha	97,54	12,84	213	53,25
1 - 3 ha	199,18	26,22	113	28,25
3 - 5 ha	154,86	20,38	41	10,25
5 - 10 ha	153,24	20,17	22	5,5
nad 10 ha	154,9	20,39	11	2,75
suma	759,72	100	400	100

NESŇAL (2014) udává, že v roce 2004 měly plochy osázené rychle rostoucími dřevinami v České republice výměru asi 88 hektarů. V následujících letech až do roku 2010 docházelo k navýšení této výměry o 10 – 30% ročně. K ještě výraznějšímu nárůstu poté došlo v letech 2011 – 2012, kdy se jednalo dokonce o 40 – 50% meziroční navýšení rozlohy. Poslední údaje hodnotí o výměře až 1570 hektarů.

WEGER (2009) odhaduje světovou výměru plantáží rychle rostoucích vrb a topolů na 8 milionu hektarů.

Poněvadž Evropská unie v oblasti výroby energie programově zavazuje členské státy ke zvyšování podílu obnovitelných zdrojů, a tedy i biomasy, můžeme očekávat, že v Evropské unii budou porosty rychle rostoucích dřevin na plantážích nabírat vzestupnou tendenci (KRAVKA A KOL., 2012).

STUPAVSKÝ (2009) udává, že nejdůležitějším rozhodnutím je volba vhodného stanoviště budoucí plantáže. Na rozdíl od jednoletých plodin bude plantáž rychle rostoucích dřevin ovlivňovat krajinu i ekonomickou situaci majitele plantáže po řadu let a v potaz je třeba brát i vstupní náklady. Výběr stanoviště je tedy naprosto zásadním krokem, ovlivňujícím celkovou výnosovost plantáže.

KRAVKA A KOL. (2012) Stupavského závěry potvrzují, uvádějí, že výběr plochy je klíčovou operací pro úspěch projektu. Důvodem je skutečnost, že produkční schopnosti jak u topolu, tak u vrby jsou vázány na vhodné půdně klimatické podmínky. Je tedy vhodné provést detailní analýzu půd. Pro orientační posouzení stanoviště lze použít typologii zemědělských půd, která je vázána na znalosti bonitované půdně-ekologické jednotky (BPEJ) posuzovaného pozemku.

STUPAVSKÝ (2009) popisuje další faktory důležité pro výběr vhodného stanoviště pro plantáž RRD. Jedním z oněch faktorů jsou klimatické podmínky. „Topoly mají rozdílné klimatické a vodní požadavky, lépe rostou v teplejších oblastech a mají menší nároky na vodu. Topol je mnohem více náchylný vůči mrazu než vrba, proto nemůže růst ve všech klimatických podmínkách. Podzimní a jarní mrazy mohou na topolech způsobit rozsáhlé škody. Ačkoliv topoly pochází ze severní Ameriky, nemohou dobře růst v podmínkách severní a střední Evropy, protože jejich růst začíná brzy na jaře a jsou ohroženy jarními mrazy. Klimatické podmínky proto umístění plantáží RRD omezují více než půdní vlastnosti.“ Neméně důležitými faktory jsou dostupnost vody a hladina podzemní vody. Co se týče vlastností půd, zmíněný autor uvádí jako nejvhodnější pro pěstování RRD především půdy bohaté na živiny a organický materiál v rovinném terénu. „Nejlepší jsou hlinitopísčité či lehké



jílovitohlinité a dobře provzdušněné kvalitní zemědělské půdy s dobrou vodní retencí. Vzhledem k tomu, že takto kvalitní půdy jsou vhodné též pro pěstování potravinářských a krmivářských plodin, se musí učinit určitý kompromis, které plodiny zde pěstovat. Největší výhodou zakládání plantáží RRD – co se týče životního prostředí – je jejich rychlý růst a krátká doba obmýetí, takže mohou přijímat nadbytek dusíku a fosforu ze zemědělské činnosti, které jinak bývají odplavovány“. Určujícím faktorem je taktéž infrastruktura a dostupnost pro vozidla a ve výsledku také vzdálenost od spotřebitele. Obecně doporučovaná je maximální vzdálenost 40 až 80 km mezi plantáží a spotřebitelem. Blízkost energetického zdroje (teplárny či elektrárny) je velmi výhodná z hlediska pozdějšího prodeje/nákupu biomasy.

NIKL A KOL. (2009) se zmiňuje o tom, že většina topolů i vrb vykazuje jen podprůměrné výnosy na půdách extrémně chudých, vysýchavých a na rašeliništích. Topoly i vrby jsou převážně světlomilné druhy, je proto třeba zvolit pro plantáž vhodnou lokaci s minimálním zastíněním. Důležitým faktorem je i nadmořská výška. Pro rentabilní produkci je výšková hranice výmladkových plantáží přibližně 500 m.n.m.

## 5. PRODUKČNÍ SCHOPNOST RRD

Rychle rostoucí topoly mohou produkovat kyslík, listovou hmotu, kůru, semena, dřevní hmotu, výtažky z pupenů, či větve. Sledujeme – li však energetické využívání rychle rostoucích topolů, je pro nás směrodatný výnos dřevní hmoty ve vazbě na určitou lokalitu a její rozlohu. Základním podkladovým údajem pro ekonomické hodnocení pěstování rychle rostoucích dřevin je produkce čerstvé dřevní hmoty (při určitém obsahu vody), respektive sušiny z hektaru především zemědělské půdy (CELJAK, 2007).

KOHOUT A KOL. (2010) udávají, že výnosový potenciál rychle rostoucích dřevin není možno předem nikdy zcela přesně stanovit, jelikož do hry zde vstupuje mnoho proměnných faktorů. Jedná se především o klimatické a půdní podmínky, vodní režim, svažitosť a expozice pozemku, rozsah a způsob ošetřování, výběr vhodných dřevin v závislosti na lokalitě, způsob přípravy půdy před výsadbou, obsah živin, dodržení správné technologie výsadby a v neposlední řadě délka obmýetí. Nejvyšší výnosy bude tedy produkovat taková plantáž, na které se podaří optimalizovat výše uvedené faktory. Určité rozdíly ve výnosu s sebou nesou také rozdílné klony rychle rostoucích dřevin.

Ve stejném duchu se zmiňuje i WEGER (2009), který udává, že nejdůležitějším předpokladem pro dosažení dobrých výnosů je volba vhodného stanoviště, které je determinováno kombinací půdních a klimatických podmínek. Jedná se zejména o dostupnost vody (půdní i srážkové), fyzikální vlastnosti půdy a další vlastnosti především klimatického rázu.

KOHOUT A KOL. (2010) dále udává, že s rostoucím obsahem živin v půdě, porostou v budoucnu reálné výnosy. K dosažení lepších výnosů je tedy vhodné půdu kvalitně přihnojovat, z důvodu příznivě ovlivněného růstu vlivem půdní přítomnosti dusíku. Ke snížení finálních výnosů vydatně přispívá zastínění, které je velmi negativním faktorem. Důležitá je také výsadba do předem připravené půdy, neboť první a druhý rok jsou pro růst RRD nejdůležitější. Přítomnost plevelů a různých lučních porostů taktéž negativně ovlivňuje růst mladého porostu zastíněním a kořenovou konkurencí, je tedy dobré provést likvidaci nežádoucího plevelu, jestliže půda nebyla před výsadbou vhodně ošetřena.

WEGER (2009) prezentuje ve své práci seznam klonů rychle rostoucích dřevin s jejich produkčními schopnostmi. Tento seznam je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 – Klony vrb a topolů z doporučeného sortimentu (Věstník MZe č. 1/2004) nejlépe hodnocené v polním testu VÚKOZ (WEGER, 2009)

Číslo ve věstníku	Taxonomické zařazení	Hodnocení
TOPOLY		
J-105	<b>P. nigra L. × P. maximowiczii Henry Jap-105 = 'Maxvier' = Max-4</b>	<b>A</b>
P-494	<b>P. maximowiczii Henry × P. × berolinensis 'Oxford'</b>	<b>A</b>
P-468	<b>P. trichocarpa Torr. Et Gray × P. koreana Rehd.</b>	<b>A</b>
P-473	<b>P. deltoides Marsh × P. koreana Rehd. cf. (pův. P.trichocarpa × koreana)</b>	<b>B</b>
P-410, P-412	<b>P. nigra L. × P. simonii Carr. CZ-2354/5</b>	<b>C</b>
P-VUKOZ-1 až 8	<b>P. nigra L</b>	<b>B, D</b>
VRBY		
S-195	<b>S. × rubens Schr.</b>	<b>A</b>

<b>S-469</b>	<b>S. alba L.</b>	<b>A</b>
<b>S-117</b>	<b>S. alba L.</b>	<b>A, D</b>
<b>S-218</b>	<b>S. × smithiana Willd.</b>	<b>A, D</b>
<b>S-337</b>	<b>S. viminalis L.</b>	<b>A, D</b>
<b>S-704</b>	<b>S. caprea × wind</b>	<b>B</b>
<b>S-639</b>	<b>S. alba L. 'Carrone-51'</b>	<b>B</b>
<b>S-519</b>	<b>S. viminalis L.</b>	<b>B</b>
<b>S-383</b>	<b>S. × smithiana Willd.</b>	<b>B, D</b>
<b>S-310</b>	<b>S. viminalis L.</b>	<b>B, D</b>

Legenda hodnocení klonů:

A – klony s vynikajícím výnosovým potenciálem (9-12 t [suš.]/ha/rok) na příznivých půdách (stanovištích); B – klony s velmi dobrým výnosovým potenciálem (7-8 t [suš.]/ha/rok) na příznivých půdách (stanovištích); C – klony s dobrým výnosovým potenciálem (4-6 t [suš.]/ha/rok) na sušších stanovištích při životnosti porostu do 15 let); D – klony domácích druhů (možno pěstovat v zvláště chráněných územích).

Z výše uvedené tabulky tedy plyne, že nejlepšího výnosového potenciálu dosahují topolové klony J-105, P-494 a P-468 a z vrbových klonů S-195, S-469, S-117, S-218 a S-337. Všechny tyto klony disponují produkčním potenciálem 9 – 12 tun sušiny na hektar za rok na vhodných lokalitách.

Na nejvhodnějších lokalitách lze dosáhnout výnosového potenciálu 10 – 15 tun sušiny na hektar ročně, v českých podmínkách je však spíše reálné kalkulovat s výnosy 5 až 10 tun sušiny na hektar za rok (PASTOREK; KÁRA; JEVIČ, 2004).

K přepočtu čerstvě vytěžené biomasy na sušinu lze využít dat uvedených CELJAKEM A, BOHÁČEM (2008). Tyto údaje jsou znázorněny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Přehled fyzikálních parametrů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití (CELJAK; BOHÁČ, 2008)

Fyzikální parametr	Hodnota	Jednotka
<b>Obsah vody při těžbě RRD</b>	<b>51,16 – 67,2</b>	<b>%</b>
<b>Objemová hmotnost kmenové hmoty při těžbě</b>	<b>921,9 – 948,2</b>	<b>kg.m<sup>-3</sup></b>
<b>Průměrná objemová hmotnost suché kmenové hmoty</b>	<b>335,7/20</b>	<b>kg.m<sup>-3</sup>/%</b>
<b>Objemová hmotnost štěpky čerstvé, sypané</b>	<b>133,16</b>	<b>kg.m<sup>-3</sup></b>
<b>Spalné teplo dřevní hmoty</b>	<b>20,18</b>	<b>MJ.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Výhřevnost dřevní hmoty při 20 % obsahu vody</b>	<b>15,18</b>	<b>MJ.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Spalné teplo čisté dřevní hmoty</b>	<b>19,52</b>	<b>MJ.kg<sup>-1</sup></b>
<b>Výhřevnost čisté dřevní hmoty při 30 % obsahu vody</b>	<b>12,98</b>	<b>MJ.kg<sup>-1</sup></b>

K přepočtu čerstvé biomasy na sušinu je důležitý především první a druhý řádek, tedy obsah vody RRD při těžbě a objemová hmotnost (hustota) při těžbě.

CELJAK (2007) udává průměrné hodnoty hmotnosti stromů rychle rostoucích topolů v čerstvém stavu při průměrném obsahu vody 64,78 % v průběhu 8 let od začátku růstu. Tyto hodnoty uvádím v tabulce č. 5. Tyto hodnoty byly získány na základě výzkumu na plantážích v katastru obcí Lhenice, Rankov a Krejcárka u Týna nad Vltavou.

Tabulka č. 5 – Průměrné hodnoty hmotnosti stromů v závislosti na době pěstování (CELJAK, 2007).

stáří stromů (rok)	průměrná hmotnost stromu v čerstvém stavu (kg)
1.	0,017 +- 0,008
2.	0,220 +- 0,110
3.	3,210 +- 1,190
4.	12,670 +- 3,743
5.	18,622 +- 5,073
6.	28,630 +- 5,262
7.	36,890 +- 9,105
8.	44,320 +- 9,301

## 6. TĚŽBA RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN

Plantáže rychle rostoucích dřevin se sklízají ve velmi krátkém obmýtí, takzvané minirotači, které se v našich podmínkách většinou pohybuje mezi 3 a 6 lety. Pokud tedy budeme kalkulovat s životností plantáže 15 – 25 let, bude plantáž sklizena 4 – 5 krát. Podle zahraničních zkušeností se nedoporučuje sklízet v kratším obmýtí, jelikož to negativně ovlivňuje celkový výnos. Při častějším sklizení dojde k poklesu produkce dřívě (do 10 let). 3 – 4 letý cyklus je v českých podmínkách minimem, které by nemělo být snižováno, v mnoha lokalitách by mohlo být naopak prodlouženo (mrazové kotliny, zamokřené půdy apod.) (NIKL, 2009).

MIRCK A KOL. (2005) udávají, že v severní Evropě se obmýtí pohybuje v intervalu 2 – 5 let od založení porostu.

Pro pěstitele je také zajímavá relativní volnost při rozhodování o roku sklizně. Pokud není situace na trhu (poptávka) jeden rok výhodná, může počkat se sklizní do roků následujících. Nejvhodnějším termínem sklizně rychle rostoucích dřevin na štěpku jsou zimní měsíce (prosinec – březen), kdy je obsah vody v pletivech nejnižší a je možné využít volných pracovních sil i strojů. Z důvodu zmrzlé půdy taktéž nemá těžší mechanizace problémy s pohybem po plantáži. Matečnice je nutno sklízet každoročně, i v případě, že není odbyt. Cílem je totiž vypěstovat kvalitní

nevětvený prýt, který dosáhneme právě každoročním seřezáváním (WEGER; HAVLÍČKOVÁ a kol., 2003).

## **6.1. Technologie sklizně**

„S rozvojem využívání dendromasy pro energetické účely je spojen i rozvoj technologií pro její zpracování. Štěpkovače, drtiče, popř. svazkovače musí splňovat mnoho požadavků producentů i zpracovatelů biomasy – producentů energie. Mezi základní požadavky patří ekonomická perspektivnost výroby, proveditelnost v daném terénu, technologické požadavky na kvalitu výstupního materiálu a ekologická šetrnost. V této oblasti již existuje mnoho zkušeností a technologie pro dezintegraci dendromasy (těžebních zbytků) jsou nabízeny mnoha výrobci.“ (PŘÍHODA, 2008).

### **a) Pořezání a štěpkování**

Při této metodě je základní mechanizace představována dvěma traktory, dvěma přívěsy s vysokými bočnicemi, štěpkovač poháněný a tažený traktorem a motorová řetězová pila. Na plantáž přijedou dva traktory s přívěsy a za jedním z nich je připojen za přívěs štěpkovač. Nejdříve je práce zahájena člověkem s pilou a pomocníkem (traktoristou nebo obsluhou štěpkovače). Pomocník pomáhá ukládat stromy kolmo na osu řad tak, aby dolní část stromů směřovala k cestě, respektive do prostoru, kde se bude pohybovat souprava traktoru se štěpkovačem a přívěsem. Stejně směřování stromů je nezbytné především pro vkládání do vstupního hrdla štěpkovače. Po provedené těžbě je započato štěpkování. Souprava jede podél uložených řad stromů a ty jsou pracovníky sbírány ze tří řad a vkládány do štěpkovače (CELJAK; BOHÁČ; KOHOUT, 2007).

### **b) Pořezání a snopkování**

Při této metodě jsou výhony, respektive kmínky rychle rostoucích dřevin podřezávány jednoduchým přídatným zařízením na traktor nebo specializovaným sklízecím strojem, který je spojuje do snopků. Ty bývají buď ponechány na plantáži, nebo jsou odváženy na místo konečného

zpracování. Po vyschnutí na deponii mohou být snopky seštěpkovány. Obsah vody ve štěpce pak bývá kolem 25 – 30% (CELJAK; BOHÁČ; KOHOUT, 2007).

WEGER (2003) uvádí, že tato technologie může být provedena manuálně, či mechanizovaně. Při manuálním způsobu se provádí ruční pořezání stromů křovinořezem nebo motorovou pilou a následuje manuální transport stromů k okraji plantáže. Tímto způsobem mohou být efektivně sklizeny pouze menší plochy o rozloze kolem 2 – 3 hektarů. Ke sklizni větších ploch je již nutné využít mechanizaci, a to nejlépe speciální sklízecí stroj, který v určité výšce podřezává kmen, které následně spojuje do snopů. Tyto svázané snopy se ponechají na okraji pozemku, nebo jsou odváženy na místo konečného zpracování.

#### **c) Pořezání, štěpkování a peletování**

Tento způsob, popsaný WEGEREM, HAVLÍČKOVOU A KOL. (2003) využívá velmi těžké samojízdné sklízecí stroje Biotruck, schopné okamžité výroby pelet ze suchých stébelnin přímo na poli. Ty jsou snáze manipulovatelné a dopravovatelné. Pelety jsou pak využitelné jako topivo v domácnostech.

#### **d) Metoda kmenových výřezů**

Tato metoda, uvedená SCHOLZEM (2009) vyžaduje minimálně desetiletou obmýtní dobu, je využitelná tedy především v lignikulturách a nikoli na výmladkových plantážích. Při této metodě je nasazena klasická lesnická technika, tedy motorové pily a také harvestory. Těžební technika kácí, odvětvuje a vyrábí výřezy v požadovaných délkách. Těžební zbytky se buďto odváží, nebo jsou štěpkovány přímo na místě příslušnými stroji, k tomuto účelu uzpůsobenými.

## **6.2 Těžební mechanizace**

Technické vybavení pro sklizeň plantáží se odvíjí od technologie její sklizně a od produktu, který chceme sklizní z porostu získat. Ve většině případů se jedná o štěpku, klest, či palivové dříví. Samotná sklizeň sestává ze tří částí, a to pokácení stromu, jeho zpracování na požadovaný produkt, a transport materiálu k odběrateli,

případně k prostředku na jeho odvoz. Při ruční těžbě mohou být stromy káceny pomocí jednoduchého nářadí, jako je sekyra, ruční pila či mačeta. Tento druh je však poměrně pracný a prakticky nevyužívaný. K ulehčení práce je vhodné použít mechanizaci (KRAVKA A KOL., 2012).

V zahraničí jsou k dispozici výkonné sklízecí stroje adaptované ze sklízeců na cukrovou třtinu nebo na kukuřici. Při těžbě RRD se uplatňuje spolupráce několika jednotlivých pěstitelů, kteří často vytvářejí sdružení, vzniklé za účelem lepšího využití sklízecích strojů. V jiných případech soukromé subjekty využívají služeb subjektů, které takovýto stroj vlastní. Speciální sklízecí stroje se vyplatí pro větší pěstitelské celky, u kterých se vysoké provozovací náklady rozloží na větší počet pracovních hodin konkrétního stroje (HAVLÍČKOVÁ, 2007).

### **6.2.1. Křovinořezy**

Jednou z možností je využití křovinořezu, který se uplatní i v pěstební péči o plantáž. S křovinořezem je možné kácet jen stromy menších dimenzí, cca do 15 centimetrů v průměru (KRAVKA A KOL., 2012).

### **6.2.2. Motorové řetězové pily**

Nejrozšířenějším a zřejmě i nejvíce univerzálním strojem pro kácení stromů je ruční motorová řetězová pila. Ta je vhodná nejen ke kácení, ale i ke zpracování vytěžených stromů. Motorové řetězové pily je možné dělit na hobby, farmářské a profesionální. Speciální skupinou jsou pak pily elektrické, které však na plantážích nenacházejí širší uplatnění. Pro běžnou práci na plantáži je dostačující běžná pila se spalovacím motorem farmářské třídy. V případě větší rozlohy plantáže je vhodná spíše pila profesionální. Hodinový výkon při moto-manuálním kácení se pohybuje kolem 30 až 50 stromů, především v závislosti na dimenzi stromů. Při předpokládaném počtu 10 000 stromů na hektar by tak jednomu pracovníkovi trvalo pokácení hektarové plantáže přibližně 29 dní (KRAVKA A KOL., 2012).

### **6.2.3. Speciální stroje pro sklizeň plantáže**

Pro plantáže velkého rozsahu (v řádech desítek ha) je vhodné použít velké, většinou samohybné techniky. Časté jsou i adaptéry, zapojené za traktory. Tyto stroje



bývají jednořádkové (stroj zpracovává pouze jednu řadu plantáže) a pracují na podobném principu, jako řezačky na kukuřici, což znamená, že strom nejen pokácí, ale též rozdělí na malé frakce (štěpku). Orientační výkon těchto prostředků se pohybuje kolem 0,5 – 0,8 hektarů za hodinu (KRAVKA A KOL., 2012).

### **6.2.3.1. Sklízecí řezačka Krone Big X**

Tato sklízecí řezačka s výkonem 570 kW (750 PS) nabízí konstantní výkon při velkém nárůstu kroutivého momentu. Řidič tak může pohodlně pracovat i při velmi proměnlivých podmínkách, bez nutnosti dalšího nastavení. Motor této řezačky vyniká velkou pružností. Tuto řezačku lze osadit sklízecím adaptérem WoodCut 1500. Vkládací i řezací zařízení si poradí až se 7 metrů vysokými topoly. Nože na řezacím bubnu následně vyrábí požadovanou štěpku. Při tomto způsobu sklizně se v jednom pracovním kroku přímo na ploše sklízí porost ve dvou řadách. Řezačka zpracovává stromky v řadách na dřevní štěpku třídy G30 a nakládá ji na souběžně jedoucí soupravu k odvozu. Pomocí WoodCut 1500 je možné sklízet kmeny o síle až 15 centimetrů při pojezdové rychlosti 6 – 8 km/h. Plošný výkon může činit až jeden hektar za hodinu, což představuje objem až 250 metrů krychlových vlhké pořezané hmoty (PŘÍHODA, 2013).

### **6.2.3.2. Sklízecí řezačky Ny Vraa**

Řezačky této dánské společnosti jsou nesené na tříbodovém závěsu traktoru. Jde o univerzální adaptéry za traktory o výkonu 90 – 200 HP. Výkon řezačky se odvíjí od vzrůstu dřevin a jejich uspořádání na ploše a pohybuje se v rozmezí 0,6 – 1 ha za hodinu. Průměrná velikost štěpky dosahuje 12 – 20 mm a průměr štěpkované hmoty od 3 do 8 centimetrů podle typu stroje. Stroj je vhodný pro těžbu topolů i vrb. Ceny strojů se pohybují v rozmezí 0,5 až 1 milion Kč bez DPH (PŘÍHODA, 2013).

### **6.2.3.3. Sklízecí mlátička Claas Jaguar 890**

Tento stroj se využívá především v Itálii. Je vybaven sklízecím řezacím rotorem CRA-ING a žací stolem GBE-1. Průměr rotoru činí 403 mm a jeho délka 670 mm a je osazen 10 noži (KOHOUT A KOL., 2010). Ideální výsadbová vzdálenost řádků pro sklizeň tímto strojem činí 3 metry (PARI; CIVITARESE; GALLUCCI, 2009).

#### **6.2.3.4. Sklizňový stroj Frobesta**

Tento stroj sklízí dvě řady najednou a používá se především ve Švédsku na vrbové proutí. Odříznuté pruty jsou transportními řetězy dopraveny na plošinu, která se po zaplnění sklopí, pokud možno na okraj plantáže (PASTOREK;KÁRA;JEVIČ, 2004).

#### **6.2.3.5. Samojízdná sklízecí řezačka New Holland FR 1900**

Tato samojízdná sklízecí řezačka je osazena adaptérem 130 FB pro přímou sklizeň dendromasy. Pořizovací cena řezačky činí 275 000 Euro a cena adaptéru se pohybuje kolem částky 100 000 Euro. V České republice je prozatím pouze jeden tento stroj, vlastněný společností Agrotec. Ideálními porosty pro těžbu tímto strojem jsou plantáže s topoly 8 – 10 centimetrů v průměru na kmínku, stroj však zvládne až 15 cm v průměru. Adaptér je osázen pilovými kotouči a podávacími válci, které dopraví materiál k řezacímu ústrojí sklízecí řezačky. Maximální výkon jsou 2 ha/hod. (LINK, 2014).

#### **6.2.3.6. Ostatní stroje**

Mezi další využívanou těžební techniku patří například kanadský samojízdný štěpkovací a snopkovací stroj, či kombinované sklízeče na dendromasu (PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ, 2004).

### **7. ZPRACOVÁNÍ VYTĚŽENÉ DENDROMASY**

KOHOUT A KOL.(2010) uvádějí, že zařízení pro zpracování dřevních a bylinných odpadů jsou obecně stroje, které působením specifických pracovních orgánů vytvářejí produkt požadovaných vlastností.

KRAVKA (2012) udává, že na plantážích pro energetické účely bývá výsledným produktem štěpka, případně palivové dříví. Pro výrobu štěpky je používán především štěpkovač, který rozseká celé stromy na malé fragmenty. Štěpkovač může být buď samostatným zařízením, nebo agregovaným do sklízecího stroje.

## 7.1. Stroje pro zpracování vytěžené hmoty

„Stroje pro zpracování dřevinných a bylinných odpadů lze dělit na štěpkovače a drtiče. Štěpkovače vlákna přeřezávají a přesekávají, protože jejich nože rotují po obvodu řezného ústrojí (válec, kužel nebo disk) a narážejí (sekají) svými břity na průběžně přisouvaný dřevní odpad. Přeřezávají dřevní vlákno a vlákno bylin buď kolmo, nebo mírně šikmo na osu větve, kmínku nebo stonku. Nože jsou vyráběny v několika geometrických modifikacích (rovnoběžník, lichoběžník, kruh, rovnostranný trojúhelník, kruhová výseč, obdélník, čtverec). Optimální obvodová rychlost břitů nožů zajišťuje bezproblémový řez vláken a transport (výhoz) zpracovaného materiálu. Drtiče dřevní surovinu rozvlákňují (přetrhávají nebo drtí) tlakem břitů nebo několikanásobným úderem břitů kladiv u velkých drtičů. Oddělení dřeviny není tedy charakterizováno řezem jako u štěpkovačů, protože břity kladiv drtičů mají úhel ostří několikanásobně větší než je tomu u štěpkovačů. Štěpkovač se skládá z podvozku (mobilní štěpkovač) nebo stabilního rámu (stacionární štěpkovač), na němž je stroj fixován, pohonné jednotky (spalovací motor, elektromotor), pracovního mechanismu, vstupní a výstupní sekce a systémového příslušenství. Štěpkovací stroje jsou vyráběny v mnoha velikostních kategoriích, v závislosti na nich disponují i teoretickou výkonností. Drtiče pracují na principu rotujících válců nebo válce (rotoru). Rotor je po obvodu opatřen několika kladivy s velmi odolnými břity (karbid wolframu) a k těmto břitům je přiváděn dřevní odpad.“ (KOHOUT A KOL., 2010).

### 7.1.1. Štěpkovače

Výkony štěpkovačů jsou závislé na jejich konstrukci a maximální přípustné tloušce zpracovávané hmoty. U menších štěpkovačů je předpokládán výkon na úrovni 3 metry krychlové za hodinu s maximálním průměrem dřevní hmoty 6 cm. Středně výkonné štěpkovače, schopné zpracovat hmotu o průměru až 15 cm, mají výkon asi dvojnásobný. Výkon je značně ovlivněn rychlostí podávání štěpkované hmoty. Vliv má koncentrace hmoty na lokalitě, počet pracovníků apod. (KRAVKA A KOL., 2012).

PŘÍHODA (2008) definuje štěpkovače takto: „Jsou to stroje dělicí dendromasu řezným účinkem nožů umístěných na rotujícím disku nebo bubnu. Z toho vyplývají i některé

zásadní vlastnosti a omezení. V případě zpracování silně znečištěného materiálu je nutná častější výměna a broušení nožů. V praxi je nutné nože měnit i vícekrát za směnu. Neostré nože snižují výrazně výkon stroje, zvyšují jeho opotřebení a v neposlední řadě snižují kvalitu výsledné štěpky. Předejít znečištění zpracovávaného materiálu zejména klestu lze více způsoby, přičemž jako nejvýhodnější se ukazuje začlenění štěpkování do kompletního harvestorového uzlu a upravením technologických postupů tak, aby docházelo k co nejmenšímu znečištění těžebních zbytků. Tomuto lze částečně předejít i využitím vyvážecích souprav pro sběr těžebních zbytků a odvozu na odvozní místo nebo jinou plochu určenou ke štěpkování.“

#### **7.1.1.1. Mobilní diskové štěpkovače**

Stroje ke zpracování spíše menšího množství těžebních zbytků, dosahují menšího výkonu a jsou konstrukčně jednodušší. Počet nožů se pohybuje v rozmezí 2 až 4 a hodinový výkon nepřesahuje 30 m<sup>3</sup>. K velkoobjemové výrobě štěpky z energetických plantáží nejsou kvůli výkonu a náchylnosti k otupení příliš vhodné.

#### **7.1.1.2. Mobilní bubnové štěpkovače**

Stroje, pracující na principu nožů rotujících po obvodu válce. Jsou schopné teoretického výkonu až 200 m<sup>3</sup>/hod, což je determinuje k velkoobjemové produkci štěpky z energetických plantáží. Konstrukčně jsou složitější a vyžadují dokonalé propracování systému podávání, systému kontroly výkonu a přetížení, které brání zahlcení a poškození stroje (PŘÍHODA, 2008).

Oproti drtičům vykazují štěpkovače řadu výhod, což je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka č. 6 – Výhody a nevýhody mobilních štěpkovačů ve srovnání s drtiči (Příhoda, 2008)

Štěpkovače	
Výhody	Nevýhody
nižší pořizovací náklady	náchylnost k otupení nožů
nižší hmotnost	malý vstupní otvor pro chaotický materiál
obvykle jednodušší konstrukce	nižší výkon
kvalita štěpky	
možnost rychlé změny velikosti štěpky	

Štěpkovače mají nespornou výhodu v podobě variability a kvality štěpky. Pro zpracování kmenů a nekvalitních sortimentů jsou ideálním řešením. Menší výkon nemusí být nevýhodou, díky nižší hmotnosti stroje je štěpkovač značně mobilní stroj, skýtající rychlý a efektivní přesun po jednotlivých lokalitách (PŘÍHODA, 2008).

### 7.1.1.3 Konkrétní stroje

#### 7.1.1.3.1. Štěpkovač JENZ HEM 561

Pohon tohoto štěpkovače realizuje motor o výkonu 373 kW, vstupní otvor má rozměry 650 x 990 mm. Na bubnu je umístěno 24 nožů. Stromy se do něj vkládají nejčastěji pomocí hydraulického drapáku, umístěném na hydraulickém jeřábu. Teoretická výkonnost se pohybuje v rozmezí 170 – 200 m<sup>3</sup> za hodinu (KOHOUT A KOL., 2010).

#### 7.1.1.3.2. Štěpkovač BOBR 7 Eschlbock

Rozměry vstupního otvoru tohoto štěpkovače činí 35 x 56 cm, délka výsledné štěpky 3 cm, počet nožů na bubnu – 8. Jedná se o menší štěpkovač vhodný pro kombinaci s traktorem, kterým je poháněný. Stromy se do štěpkovače vkládají manuálně (KOHOUT A KOL., 2010).

### **7.1.1.3.3. Štěpkovač ALTEC DC 1217**

Pracuje na principu diskového systému, velikost vstupního otvoru činí 30,5 x 43 cm, má 2 nože na disku. Štěpkovač pohání vlastní motor Caterpillar o výkonu 112 kW (KOHOUT A KOL., 2010).

### **7.1.1.3.4. Štěpkovač Pezzolato PZ 140**

Tento menší štěpkovač má rozměry vstupního otvoru u podávacích válců 14 x 18 centimetrů, hodí se tedy především ke zpracování dendromasy z mladších plantáží. Výsledná délka štěpky činí 6 – 12 mm, stroj má 3 nože na disku (KOHOUT A KOL., 2010).

## **7.1.2. Drtiče**

Drtiče jsou stroje, které pracují na principu kladiv umístěných po obvodu rotoru. Kladiva drtí materiál posouvaný pásem a válci k rotoru. Je možné zjednodušeně říci, že se jedná o velké robustní stroje, větší a těžší, než štěpkovače (PŘÍHODA, 2008). Kladiva u drtičů jsou různé konstrukce a tvaru. Liší se též způsobem uchycení na rotoru, rozlišujeme volná a pevná kladiva. Co se týče otáček rotoru drtičů, lze je rozdělit na pomaloběžné a rychloběžné. Rychloběžné drtiče jsou určeny ke zpracování běžné dřevní hmoty nebo odpadu ve formě stromů, keřů, větví nebo klestu. Rychloběžný drtič využívá jako pracovní část jeden rotor, který je kolmo umístěný na osu podvozku v jeho zadní části. Dopravníkem a podávacím válcem je materiál přiváděn z násypky k jeho pracovní části. Pracovní část tvoří rotor s otočně připevněnými kladivy. Veškerá činnost bývá prováděna operátorem s dálkovým ovládním. Materiál je z násypky posouván dopravníkem a vtahovacím otvorem k rotoru prostřednictvím vroubkovaného podávacího válce, či prostřednictvím dvou válců. U některých strojů je posun realizován pásovým dopravníkem, opatřeným přítlačným pásem, jenž materiál stlačuje a posouvá k rotoru s kladivy. Po zpracování je dřevní hmota transportována hydraulicky nastavitelným dopravníkem nebo výhozem za stroj, či vedle stroje. Pro dosažení požadovaných velikostních dimenzí jsou drtiče opatřeny sítí s oky příslušných rozměrů (KOHOUT A KOL., 2010).

Teoretický výkon drtičů se udává až na hranici 450 m<sup>3</sup>/ha, což je v praxi jen stěží realizovatelné. Reálný výkon je v rámci několika desítek prostorových metrů za

hodinu. Přesto lze konstatovat, že drtiče dosahují při zpracování štěpky vyšších výkonů než štěpkovače. Nutný je stálý přísun těžebních zbytků z důvodu plného využití stroje, což může být v České republice problematické. Nevýhodou drtičů může být kromě vysoké hmotnosti a velkých rozměrů také horší kvalita výsledné štěpky. Výhodou může být naopak větší odolnost drtícího systému vůči silně znečištěné dřevní hmotě. Výhody a nevýhody uvádím v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7 – Výhody a nevýhody mobilních drtičů ve srovnání se štěpkovači (PŘÍHODA, 2008).

Drtiče	
Výhody	Nevýhody
vyšší odolnost dělicího agregátu	vysoká hmotnost
vysoký výkon	vysoká cena
rozměrný podávací pás	konstrukční složitost
možnost podávání i čelním nakladačem	rozměrově různorodý výstupní materiál
možnost drtit i materiál s příměsí železa	

### 7.1.2.1. Využívané stroje

Jedním z nejvíce využívaných strojů je drtič Doppstadt AK 450. Tento drtič disponuje motorem o výkonu 335 kW, průměrem rotoru 1,1 metru, šířkou rotoru 1,75 metru, otáčkami rotoru v rozmezí 850 – 1000 za minutu. Drtič Doppstadt je osazen 36 kladivy. Samotný rotor váží 2,5 tuny, celý stroj má hmotnost 19 tun (KOHOUT A KOL., 2010). V České republice se lze setkat například s drtičem Rojek DH 10. Tento drtič dovede zpracovat dřevní hmotu až do průměru 90 milimetrů. Drtící část zde tvoří 2 třínožové hřídele s ozubenými koly (Příhoda, 2013). Dalšími využívanými stroji jsou například drtiče od amerických značek Vermeer, Morbark nebo Peterson. Z evropských značek jsou nejhojněji využívány stroje značek Doppstadt a Jenz (PŘÍHODA, 2013).

## **8. METODIKA**

Výzkum v mé práci měl dvě fáze. Jednou z nich byl výzkum na konkrétní lokalitě na plantáži japonských topolů v Holicích u Pardubic, druhou fází byl sběr dat formou dotazníku od vybraných pěstitelů japonského topolu v České republice.

### **8.1. Popis měřené lokality**

Samotné terénní šetření prezentované v mé práci bylo provedeno na plantáži, která se nachází poblíž města Holice u Pardubic. Na této lokalitě, patřící panu Bc. Petru Špatenkovi je vysázen japonský topol, konkrétně kultivar J-105 (Max 4). GPS souřadnice této plantáže jsou: 50° 3' 35,618'' N, 15° 56' 11,498'' E. Tato plantáž byla založena v únoru roku 2008. Expozice lokality je severovýchodní, nadmořská výška činí 295 m n. m. a roční srážkový úhrn je 550 mm, tedy 550 litrů na metr čtvereční. Půdní rozbor bohužel není k dispozici. V prvním roce bylo z důvodu naprostého zničení okusem a vytloukáním zvěře nutno plantáž zcela zrekultivovat. Předmětem výzkumu této práce se stal tedy 6-letý porost o rozloze 0,8 ha. Na plantáži bylo zasazeno asi 9340 ks/ha, na ploše plantáže se tedy nachází přibližně 7472 jedinců. Po předchozích neblahých zkušenostech se zvěří, se pan majitel rozhodl plantáž obehnat pletivem. Plantáž byla zpočátku ošetřována pletím, později traktorem s rotavátorem, neúčinnějším i neekonomičtějším řešením se však ukázal postřik herbicidy, například Roundupem. Na likvidaci defoliátorů, například mandelinky topolové, byly aplikovány postřiky značek Mospilan či Calypso. Těžba stromů je prováděna motorovou pilou, vyvětřování a jiné odstraňování větví mačetou. Výsledným produktem je palivové dříví.

### **8.2. Vlastní měření**

Ke změření a zhodnocení byl vybrán šestiletý porost topolů. Výzkum probíhal 4. a 13. února 2015. Z jedné řady topolů bylo vybráno 30 jedinců. Aby bylo dosaženo co možná největší objektivity měření a reprezentativnosti vzorků, byl vybrán každý 4. strom v řadě. Měřena byla řada přibližně ze středu plantáže, která nyní tvořila řadu krajní, z důvodu odkácení stromů z řad vedlejších, proběhlého před naším výzkumem. Každý z vybraných jedinců byl nejdříve pokácen jednomužnou motorovou pilou značky



Stihl. Výška pařezu činila 20 centimetrů. Směrové kácení bylo provedeno do volného prostranství vedle zpracovávané řady, z důvodu pozdějšího usnadnění měření i manipulace s vytěženou dendromasou. Každý z pokácených stromů byl následně očíslován lesnickou křídou a poté odvětven mačetou značky Fiskars a větve dislokovány k pozdějšímu zvážení na hromadu k pařezu odvětveného stromu pro větší přehlednost a pro nemožnost záměny z další biomasou. Další fází bylo změření délky všech pokácených stromů lesnickým pásmem, délky byly zapisovány do zápisníku s přesností na centimetry. Dále byly u všech stromů změřeny průměry. K této činnosti bylo použito lesnické průměrky Haglof s milimetrovou stupnicí a kalibrovaného digitálního posuvného měřidla (šuplery). Byly změřeny průměry na pařezu, ve výčetní tloušce, tj. ve výšce 1,3 metru a dále byly změřeny sekce po 1 metru. Všechny průměry byly změřeny dvakrát, kolmo na sebe, aby bylo měření co nejpřesnější. Naměřené hodnoty byly poté zprůměrovány a zapsány s přesností na desetiny milimetru. V dalším kroku byly pokácené stromy nakráceny na dvoumetrové výřezy. Každý jednotlivý výřez byl zvážen ruční závěsnou vahou, hmotnosti z výřezů pocházející z konkrétních stromů sečteny a výsledná hodnota zapsána do zápisníku v přesnosti na setiny kilogramu. Dále došlo ke zvážení větví každého pokáceného jedince ruční závěsnou vahou, hodnoty byly opět zapisovány do připraveného zápisníku s přesností na setiny kilogramu.

### **8.3. Další fáze výzkumu**

Jako druhou fází výzkumu jsem se rozhodl provést dotazníkové šetření cílené na těžbu a zpracování japonského topolu na konkrétních plantážích v České republice. Bylo osloveno 27 subjektů. Konkrétně se jednalo o plantáž ve VÚKOZ Průhonice, ve VÚLHM v Uherském Hradišti, v Neznašově, v Rosicích, v Unhošti u Prahy, ve Zvotokách, v Nové Olešné, v Domanínku, ve Lhotě u Červeného Kostelce, v Huntířově, v Maňovicích v Hradci u Jeseníka, v Tišicích u Neratovic, v Malešově u Štětí, v Arnolticích, v Bruntále, v Havlíčkově Brodě, v Táboře, v Rohatcích, v Bečkově, v Bítovanech, v Holicích, v Hradci Králové, v Hodkovicích nad Mohelkou, v Českých Budějovicích, ve Frýdlantě a ve Vráži u Písku. Na tyto pěstitele jsem získal kontakt především z internetových stránek VÚKOZ v Průhonicích a od svého vedoucího práce, pana Ing. Václava Štíchy, PhD. Vlastníci či provozovatelé výše zmíněných plantáží byli osloveni e-mailem či telefonicky a byl jim zaslán dotazník. Ten obsahuje 11 otázek.

Vygenerované odpovědi uvádím v kapitole Výsledky a samotný dotazník je uveden v kapitole Přílohy.

## 9. VÝSLEDKY

### 9.1. Výsledky měření

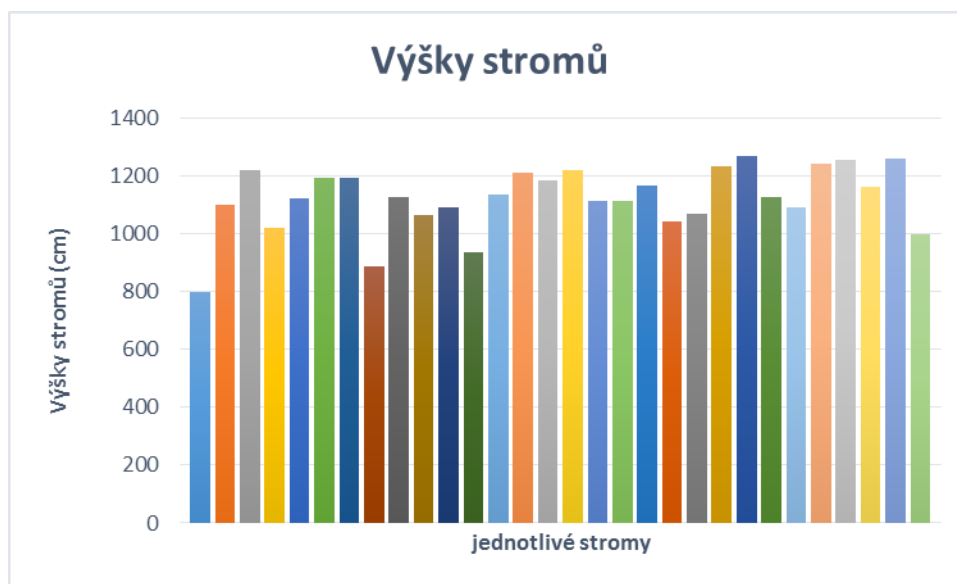
Po změření výšek byl vypočten nejvyšší, nejnižší a průměrný strom na plantáži. Nejvyšší kmen měřil 12 metrů a 68 centimetrů, nejnižší 8 metrů. Průměrná výška jedinců dosahuje 1121 centimetrů. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 8. Dále byl vytvořen graf průběhu výšek měřených jedinců a graf, rozčleňující jedince do jednotlivých výškových tříd.

Tabulka č. 8 – Vypočtená průměrná, maximální a minimální výška měřených jedinců japonského topolu v Holicích u Pardubic

	<b>nejvyšší kmen</b>	<b>nejnižší kmen</b>	<b>průměrný kmen</b>
<b>cm</b>	<b>1268</b>	<b>800</b>	<b>1121</b>

Průměrný roční přírůst na této plantáži činí 187 centimetrů.

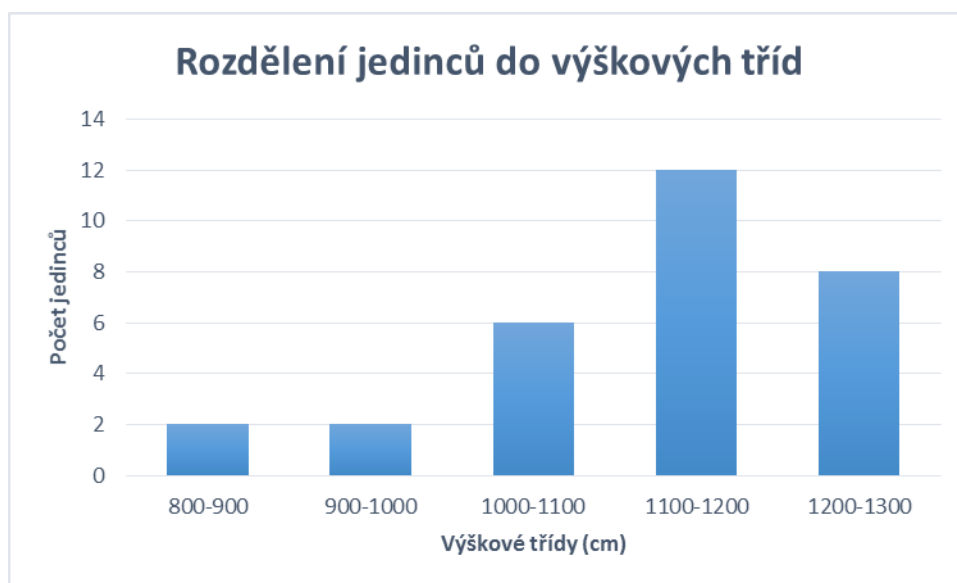
Graf č. 1 – Zobrazení průběhu výšek měřených jedinců japonského topolu v Holicích u Pardubic



Směrodatná odchylka u výšek stromů činí 109,9 centimetru.

Variační koeficient u výšek stromů je 9,8.

Graf č. 2 – Rozdělení jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic do jednotlivých výškových tříd.

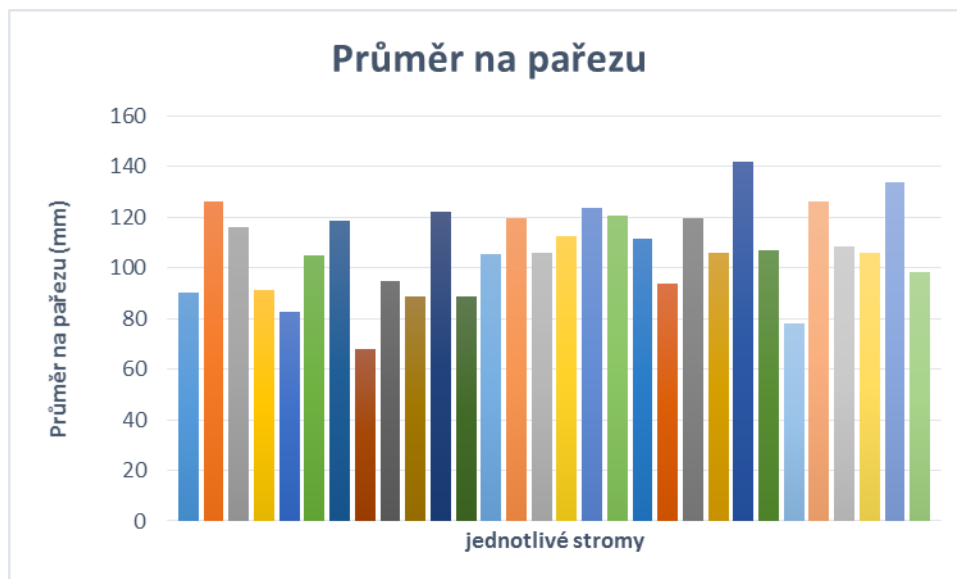


Dále byly u všech jedinců změřeny průměry na pařezu a následně byl vypočítán nejsilnější, nejslabší a průměrný kmen, což je uvedeno v tabulce č. 9. Nejsilnější jedinec měřil 142,1 mm, nejslabší 67,9 mm a průměrný poté 107 mm. V grafu číslo 3 je uveden průběh tloušťek na pařezu všech měřených stromů.

Tabulka č. 9 – Vypočtená nejvyšší, nejnižší a průměrná tloušťka na pařezu všech měřených jedinců v Holicích u Pardubic

	nejvyšší průměr	nejnižší průměr	průměrný strom
mm	142,1	67,9	107

Graf č. 3 – Průběh tloušťek na pařezu všech měřených jedinců v Holicích u Pardubic

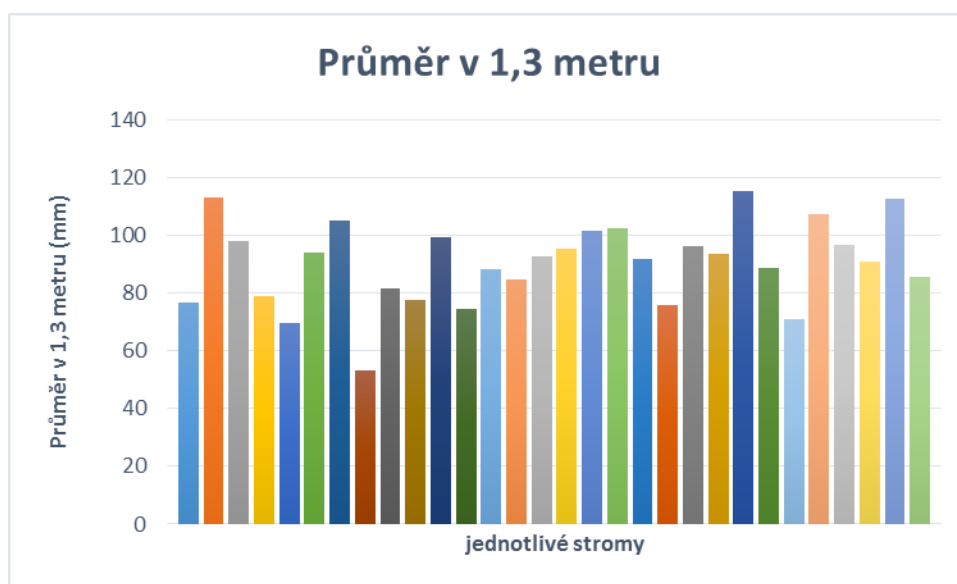


V další fázi byly u všech zkoumaných jedinců změřeny průměry ve výčetní tloušťce, tedy v 1,3 metru. Nejvyšší naměřený průměr činil 115,3 milimetru a nejnižší 53,4 milimetru. Průměrná hodnota výčetních tloušťek činí 90,4 milimetrů. Výsledky tohoto měření jsou uvedeny v tabulce č. 10. Graf č. 4 poté zobrazuje průběh výčetních tloušťek jednotlivých stromů a graf číslo 5 rozdělení do jednotlivých tloušťkových tříd.

Tabulka č. 10 – Vypočtená nejvyšší, nejnižší a průměrná tloušťka v 1,3 metru na plantáži v Holicích u Pardubic.

	nejvyšší průměr	nejnižší průměr	průměrný strom
mm	115,3	53,4	90,4

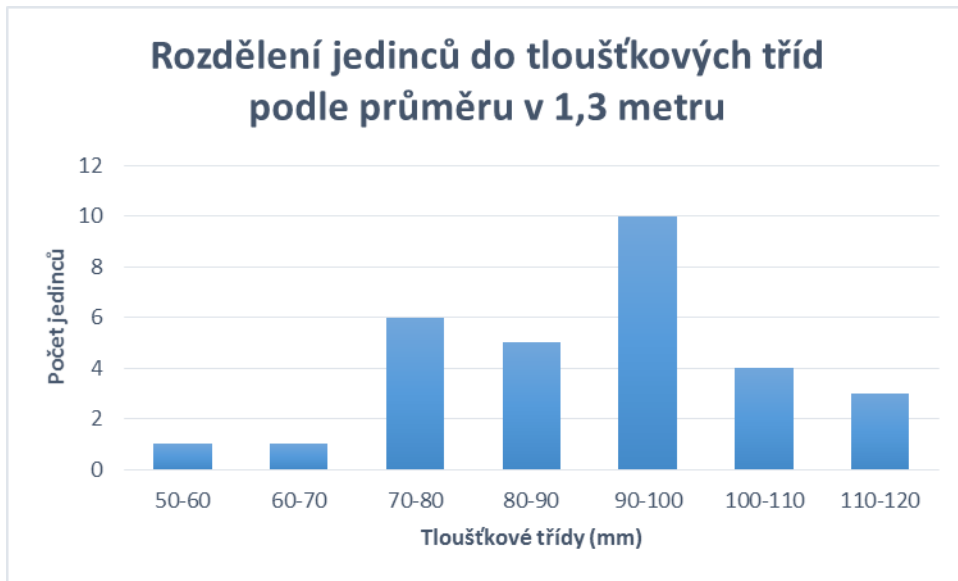
Graf č. 4 – Průběh výčetních tlouštěk měřených jedinců na plantáži v Holicích u Pardubic



Směrodatná odchylka u průměru ve výčetní tloušťce činí 14,1 mm.

Variační koeficient u průměru ve výčetní tloušťce je 15,6.

Graf č. 5 – Rozdělení jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic do jednotlivých tloušťkových tříd podle průměru v 1,3 metru

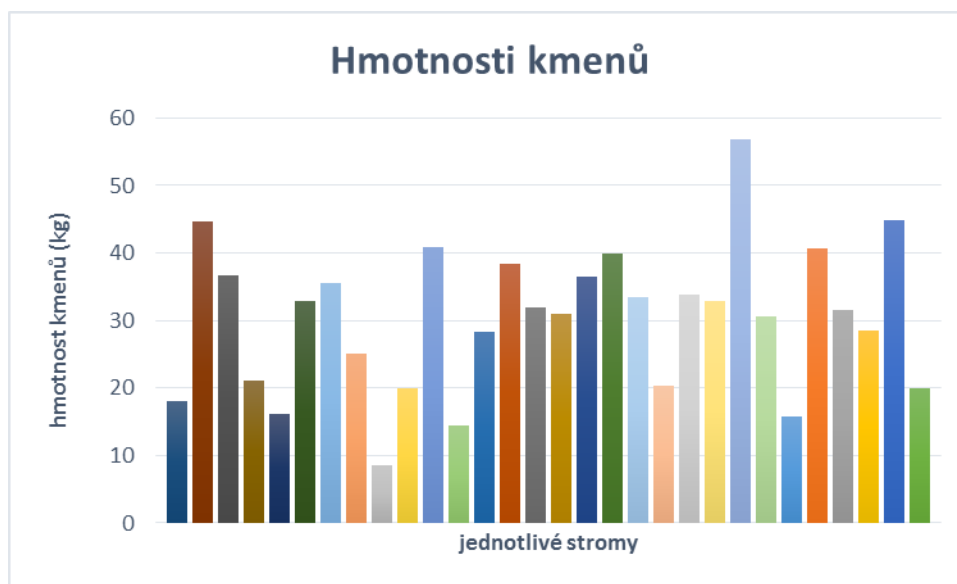


V další části výzkumu byly změřeny hmotnosti kmenů všech zkoumaných jedinců. Nejtěžší kmen vážil 56,9 kilogramů, nejlehčí 8,5 kilogramů, vypočtený průměrný poté 30,3 kilogramů. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 11. Ilustrace průběhu hmotností kmenů měřených jedinců je v příloženém grafu č. 6.

Tabulka č. 11 – Naměřené hmotnosti nejtěžšího, nejlehčího a průměrného kmenu zkoumaných jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic

	<b>nejtěžší kmen</b>	<b>nejlehčí kmen</b>	<b>průměrný kmen</b>
<b>kg</b>	<b>56,9</b>	<b>8,5</b>	<b>30,3</b>

Graf č. 6 – Hmotnosti kmenů měřených jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic

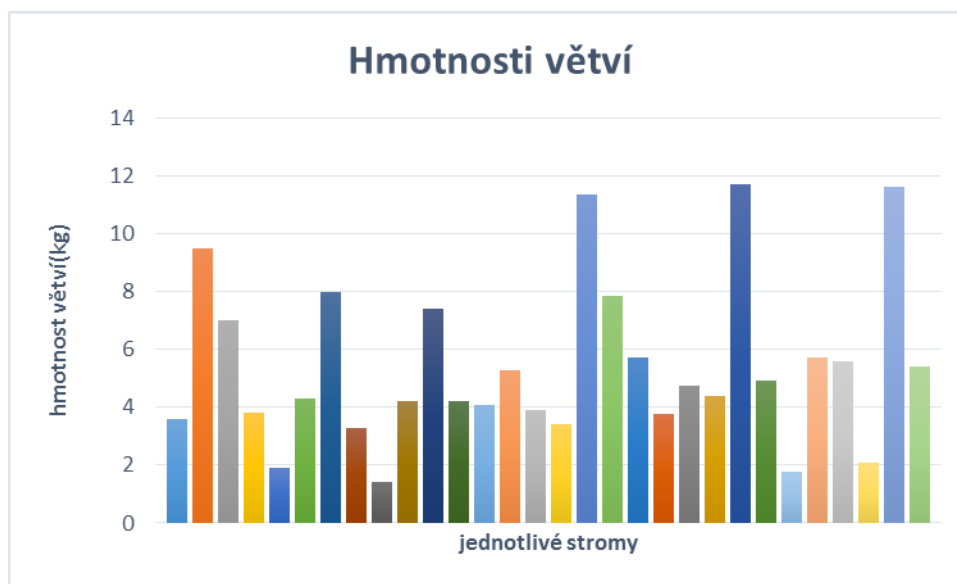


Dále byly změřeny hmotnosti větví jednotlivých měřených stromů. Nejtěžší větve vážily 11,7 kg, nejlehčí potom pouze 1,4 kg. Vypočítaná průměrná hmotnost větví činí 5,4 kg. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 12 a průběh hmotností měřených stromů je uveden v grafu č. 7. Také byl vypočten procentuální podíl větví na celkové hmotnosti stromu, což bylo vypočteno z průměrné hmotnosti větví/průměrné hmotnosti celého stromu (5,4/ 35,7). Tento podíl činí 15 %, což uvádím v grafu č. 8.

Tabulka č. 12 – Naměřené hmotnosti nejtěžších, nejlehčích a průměrně vážících větví zkoumaných jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic

	nejtěžší větve	nejlehčí větve	průměrná váha
kg	11,7	1,4	5,4

Graf č. 7 – Naměřené hmotnosti větví u zkoumaných jedinců japonského topolu na plantáži v Holicích u Pardubic



Graf č. 8 – Procentuální podíl větví na celkové hmotnosti stromu



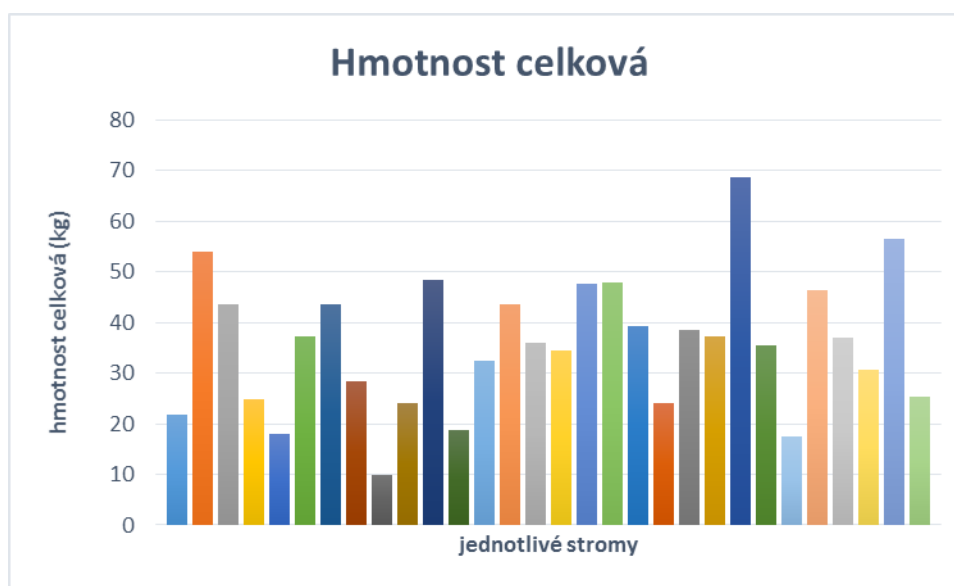
Následně byly hmotnosti jednotlivých kmenů a větví sečteny. Nejtěžší zkoumaný strom vážil 68,6 kilogramů, nejlehčí 9,9 kilogramů a vypočtená průměrná hmotnost stromu činí 35,7 kilogramů. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 13. Výsledný průběh hmotností zkoumaných jedinců je uveden v grafu č. 9.



Tabulka č. 13 – Vypočtená nejvyšší, nejnižší a průměrná hmotnost stromů na plantáži v Holicích u Pardubic

	nejtěžší strom	nejlehčí strom	průměrný strom
kg	68,6	9,9	35,7

Graf č. 9 – Průběh celkových hmotností měřených jedinců na plantáži v Holicích u Pardubic

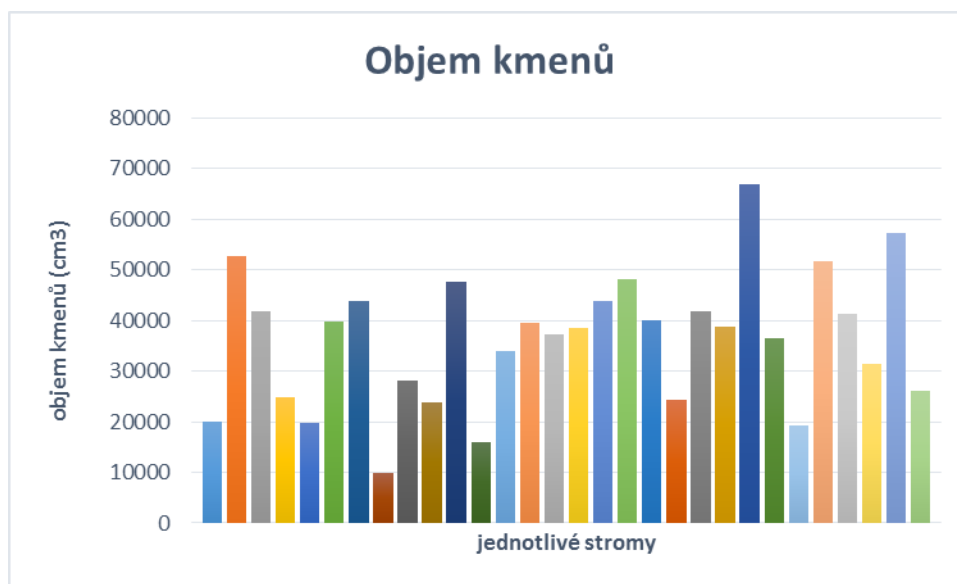


Dále byl Smalianovým vzorcem po sekcích spočten objem jednotlivých kmenů u všech zkoumaných jedinců. Jedinec s nejvyšším objemem měl 66860 cm<sup>3</sup>, jedinec s nejmenším objemem 9859 cm<sup>3</sup>, průměrný objem kmene u zkoumaných jedinců činil 35474 cm<sup>3</sup>. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 14. Průběh hodnot objemů u měřených jedinců je uveden v grafu č. 10.

Tabulka č. 14 – Vypočtený nejvyšší, nejnižší a průměrný objem kmene japonských topolů na plantáži v Holicích

	nejvyšší objem	nejnižší objem	průměrný objem
cm <sup>3</sup>	66860	9859	35474

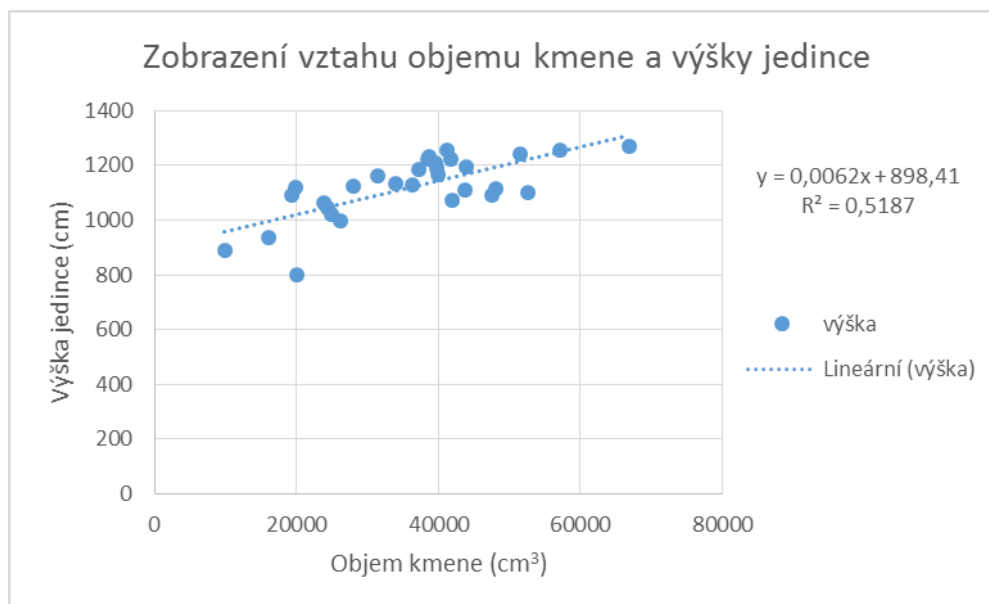
Graf č. 10 – Průběh hodnot objemů kmenů japonských topolů na plantáži v Holicích u Pardubic



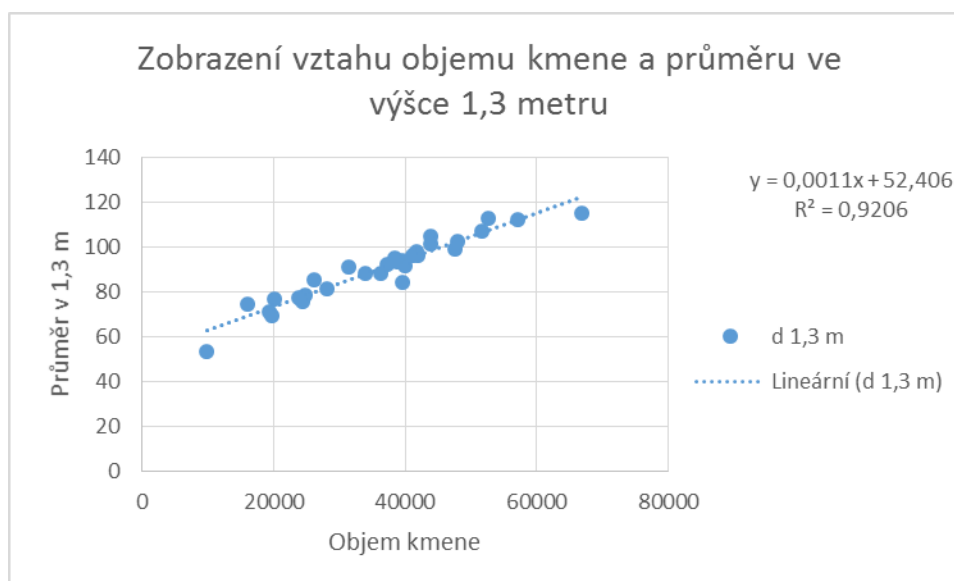
Vypočtená směrodatná odchylka u objemů činí 12836 cm<sup>3</sup>.

Variační koeficient u objemů kmene je 36,2.

Graf č. 11 – Vztah objemu kmene a výšky jedince



Graf č. 12 – Vztah objemu kmene a průměru kmene v 1,3 metru



K výpočtu produkčního potenciálu plantáže japonských topolů v Holicích u Pardubic jsem použil hodnoty naměřených hmotností stromů. Průměrná hmotnost stromu i s větvemi na této plantáži činí 35,7 kilogramů v syrovém stavu. Pokud budu vycházet z CELJAKEM A BOHÁČEM (2008) prezentovaných hodnot, týkajících se obsahu vody při těžbě, tedy 51,16 – 67,2 % a hodnoty zprůměruji na 60%, bude průměrný strom na této plantáži vážit 14,3 kg v suchém stavu. Celková hmotnost stromů na hektar při počtu 9340 ks je 333 416 kg, tedy 333,416 tun v syrovém stavu. To představuje 133 366,5 kg, potenciál plantáže v Holicích u Pardubic po 6 letech růstu je tedy 133, 367 tun na hektar v sušině. Pokud bychom zohlednili přímo konkrétní měřenou plantáž, jejíž výměra činila 0,8 hektaru a počet stromů na ní byl zhruba 7472 kusů, činí celková hmotnost stromů 266 733 kg, tedy 266,733 tuny. Přepočteno na sušinu 106 693 kg, tedy 106,693 tuny. Tyto hodnoty uvádím v tabulce č. 15.

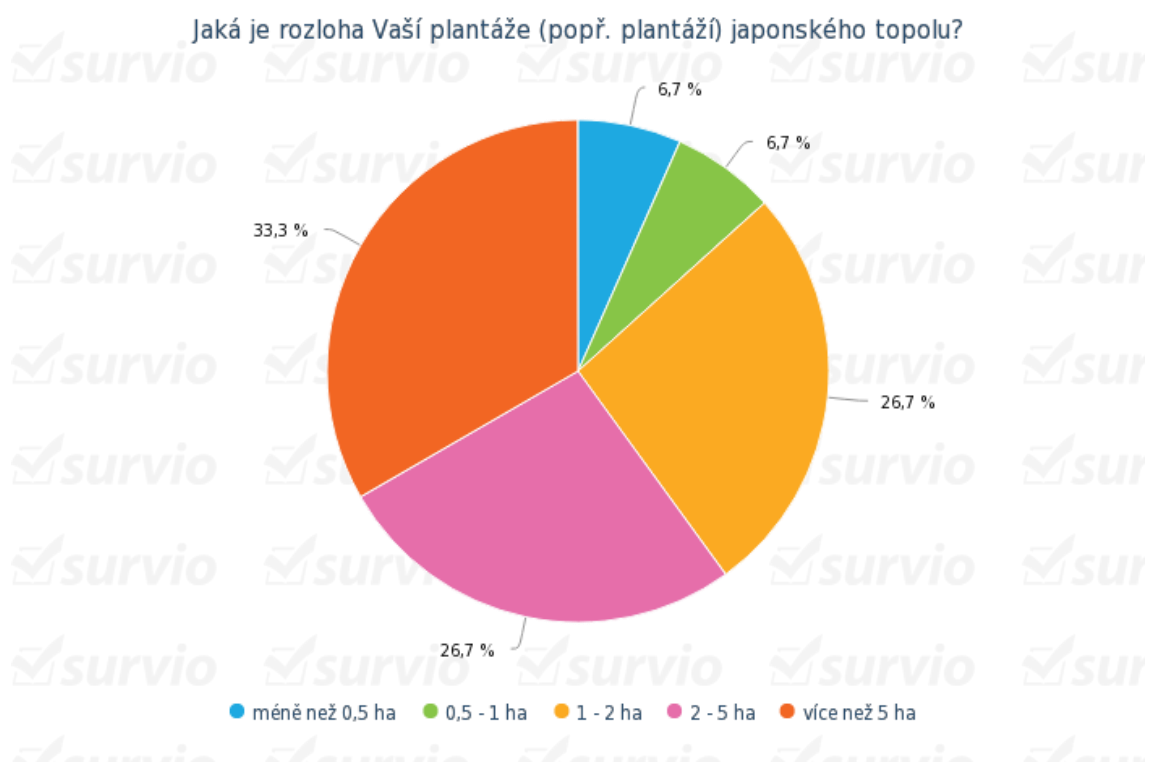
Tabulka č. 15 – Produkční potenciál plantáže v Holicích u Pardubic

<b>Celková hmotnost stromů v syrovém stavu při počtu 9340 ks/ha</b>	<b>333,41 tun</b>
<b>Celková hmotnost stromů v sušině při počtu 9340 ks/ha</b>	<b>133,37 tun</b>
<b>Celková hmotnost stromů v syrovém stavu na plantáži v Holicích (0,8 ha = 7472 stromů)</b>	<b>266,73 tun</b>
<b>Celková hmotnost stromů v sušině na plantáži v Holicích (0,8 ha = 7472 stromů)</b>	<b>106,69 tun</b>

## 9.2. Výsledky dotazníkového šetření

V rámci dotazníkového šetření bylo osloveno na 27 subjektů, z nichž se mi dostalo odpovědí od 15 z nich. První otázka byla směřována na velikost plantáže, popř. plantáží japonského topolu.

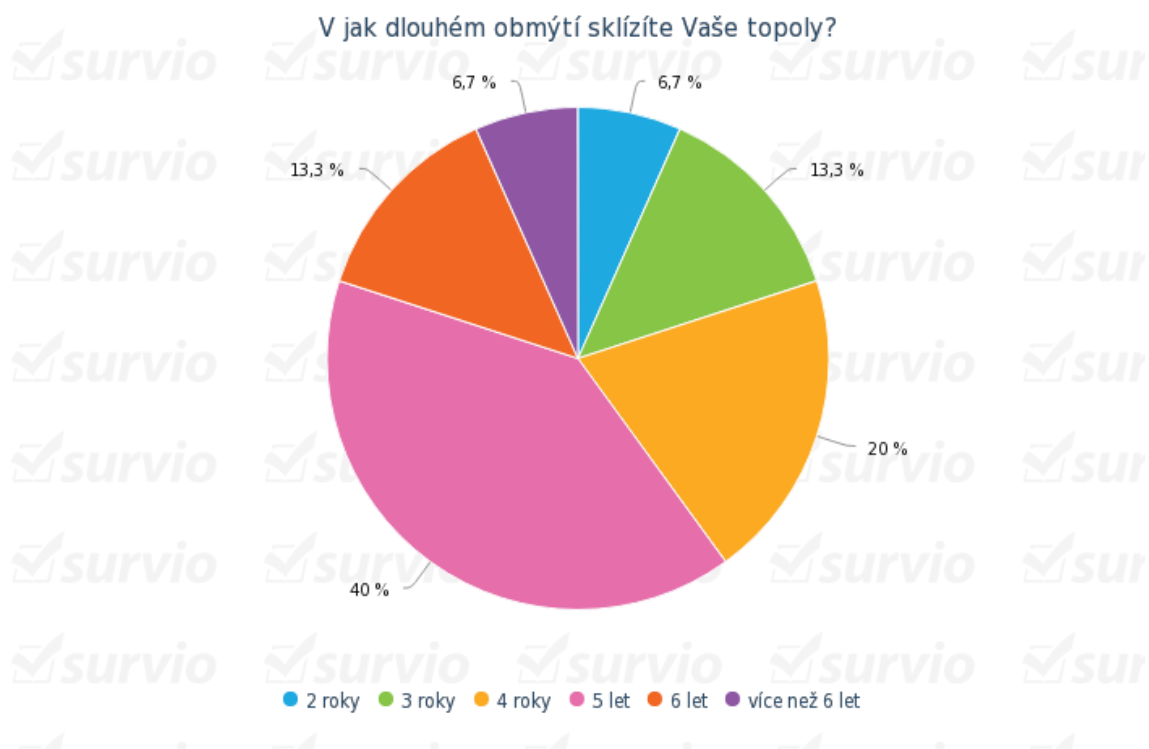
Graf č. 13 – Rozloha plantáží japonského topolu jednotlivých pěstitelů



Z grafu je patrné, že nejvíce pěstitelů (5) obhospodařuje plantáž větší než 5 hektarů, nejméně pak (1 pěstitel) plantáž menší než 0,5 hektaru.

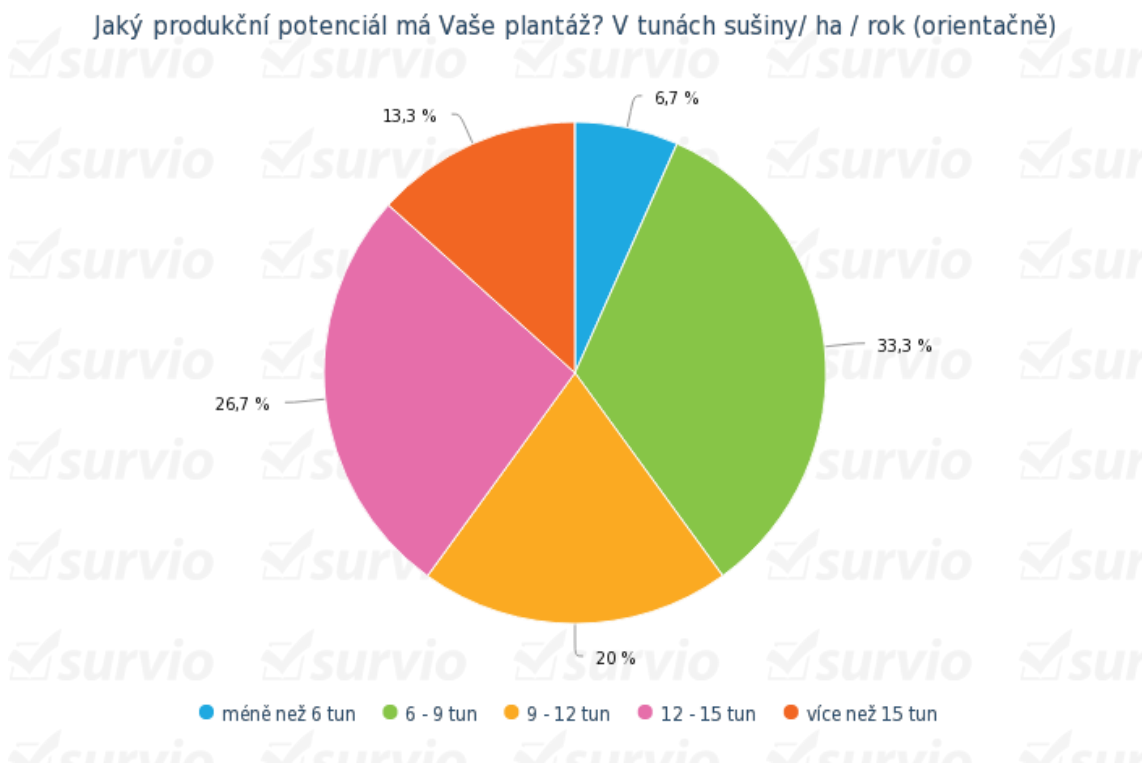
Další otázka se týkala obmýtí. 40% respondentů uvádí pětileté obmýtí, nejméně respondentů těží své topoly ve dvouletém obmýtí a ve více než šestiletém obmýtí (shodně 6,7 %).

Graf č. 14 – Délka obmýtí japonských topolů na jednotlivých plantážích



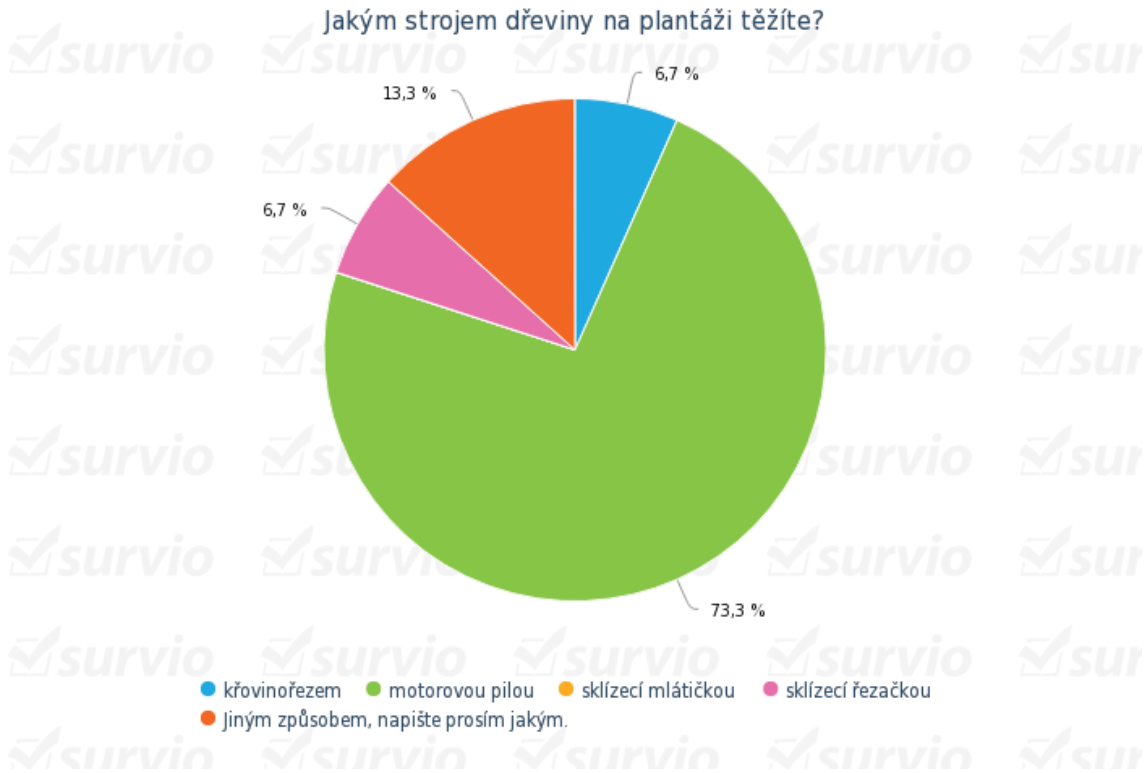
Třetí otázka byla směřována na produkční potenciál jednotlivých plantáží. V odpovědích převážila možnost 6 – 9 tun sušiny /ha /rok, kterou zvolila třetina respondentů, v těsném závěsu je možnost 12 – 15 tun sušiny/ha/rok, kterou zvolili 4 dotázaní.

Graf č. 15 – Produkční potenciál plantáží japonských topolů (v tunách sušiny/ha/rok)



Čtvrtá otázka byla směřována na typ stroje, kterým jsou stromy na plantáži těženy. V téměř třech čtvrtinách všech odpovědí je použitou těžební mechanizací motorová pila. Ve 2 případech dotazovaní zvolili možnost „jiným způsobem“. V prvním případě respondent odpověděl: „Podle průměru kmene křovinořezem, motorovou pilou nebo sklízecí řezačkou.“ V druhém případě byla odpověď: „Řezačkou na štěpku, pilou na dřevo, sklízečkou matečnice.“

Graf č. 16 – Použitá mechanizace k těžbě plantáží



Pátá otázka byla cílena na fakt, zda si pěstitelé provádí sklizeň vlastními stroji, pouze službou, či kombinací obojího. Většina respondentů (9) provádí sklizeň pouze vlastními stroji, (6) respondentů si sjednává k výpomoci služby.

Graf č. 17 – Podíl sklizně plantáží vlastními stroji, službou nebo kombinací obojího



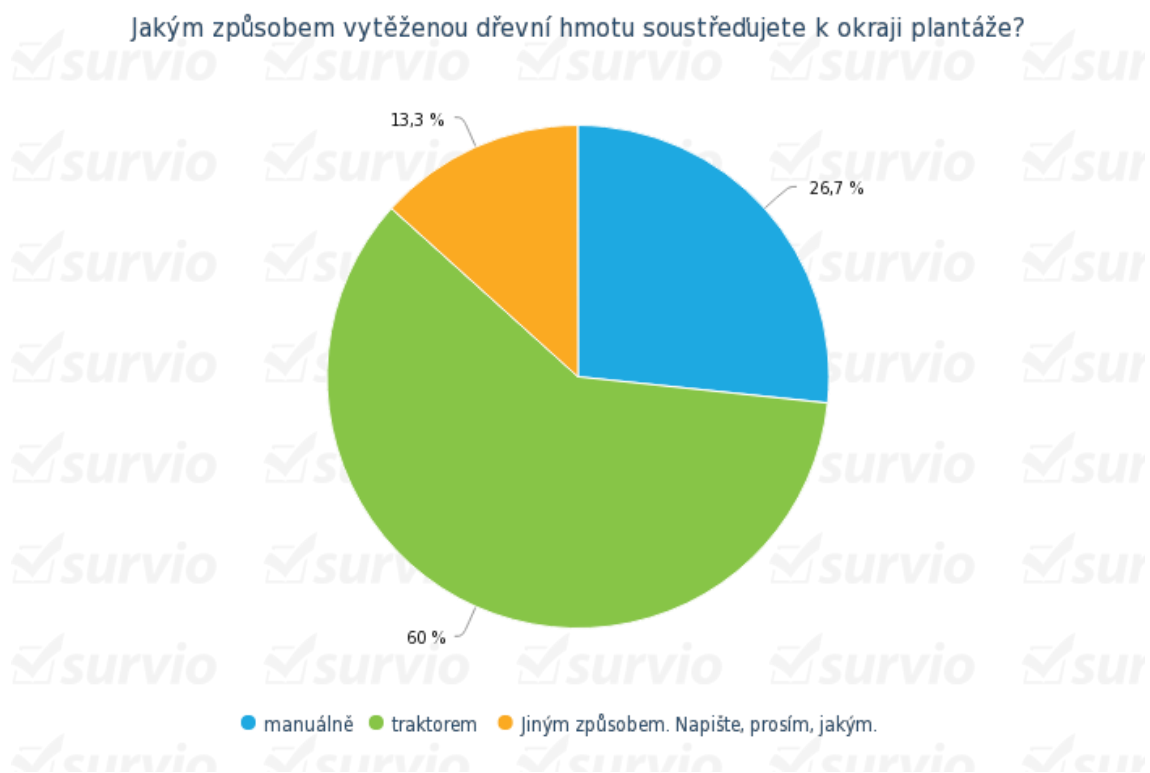
Šestá otázka se týkala konkrétních značek používaných strojů.

- Křovinořezy – Partner (1 případ), Oleo – Mac (1 případ)
- Motorové pily – Husquarna (v 6 případech), Stihl (v 5 případech), Dolmar (1 případ), Oleo – Mac (1 případ)
- Sklízecí řezačka – New Holland (3 případy)
- Jeden z respondentů do budoucna zvažuje použití harvestoru

Sedmý dotaz byl cílený na transport vytěžené dřevní hmoty k okraji plantáže. Celých 60% respondentů vytahuje vytěženou hmotu z plantáže pomocí traktoru (s přívěsem), ve 4 případech je biomasa transportována manuálně a ve dvou případech jiným způsobem. V prvním případě pěstitel prozatím těžbu neprováděl, avšak plánuje částečný transport biomasy ručně, částečně vyvážecím traktorem. V druhém případě pěstitel používá elektrický svážeč plantážního dřeva ESD 800.



Graf č. 18 – Způsob soustředování vytěžené hmoty k okraji plantáže



Otázka číslo 8 se zabývala orientačními náklady na těžbu plantáže (průměrné na 1 ha). Tato otázka byla v dotazníku nepovinná, nicméně 9 respondentů na ni odpovědělo.

Odpovědi:

- 10 000 Kč řezačka, 1000 Kč traktor s návěsem a 500 Kč manipulátor = 11 500 Kč
- 40 000 – 45 000 Kč za roky 2011 – 2014 = 10 625 Kč/ha/ročně
- 6000 Kč
- 15 000 Kč
- 20 000 Kč
- 12 000 Kč
- 5000 Kč
- 22 000 Kč
- Jeden z pěstitelů vyhodnotil náklady pomocí hodin lidské práce. Vyčíslil je následovně: 20 hodin odvětvování nastojato, 32 hodin kácení, 260 hodin

odvčtení naležato + stahání na kupy = 292 hodin lidské práce na hektar + palivo do motorové pily.

Průměrné náklady tedy vycházejí 12 765 Kč/ha.

Devátá otázka byla cílena na odběratele vytěžené biomasy. Jedna třetina dotázaných používá vytěženou biomasu pro vlastní potřebu, zbylé dvě třetiny jí prodávají dalším subjektům. V 6 případech se jedná o soukromé odběratele, ve dvou případech o elektrárny a ve dvou o teplárny.

Graf č. 19 – Odběratelé vytěžené biomasy



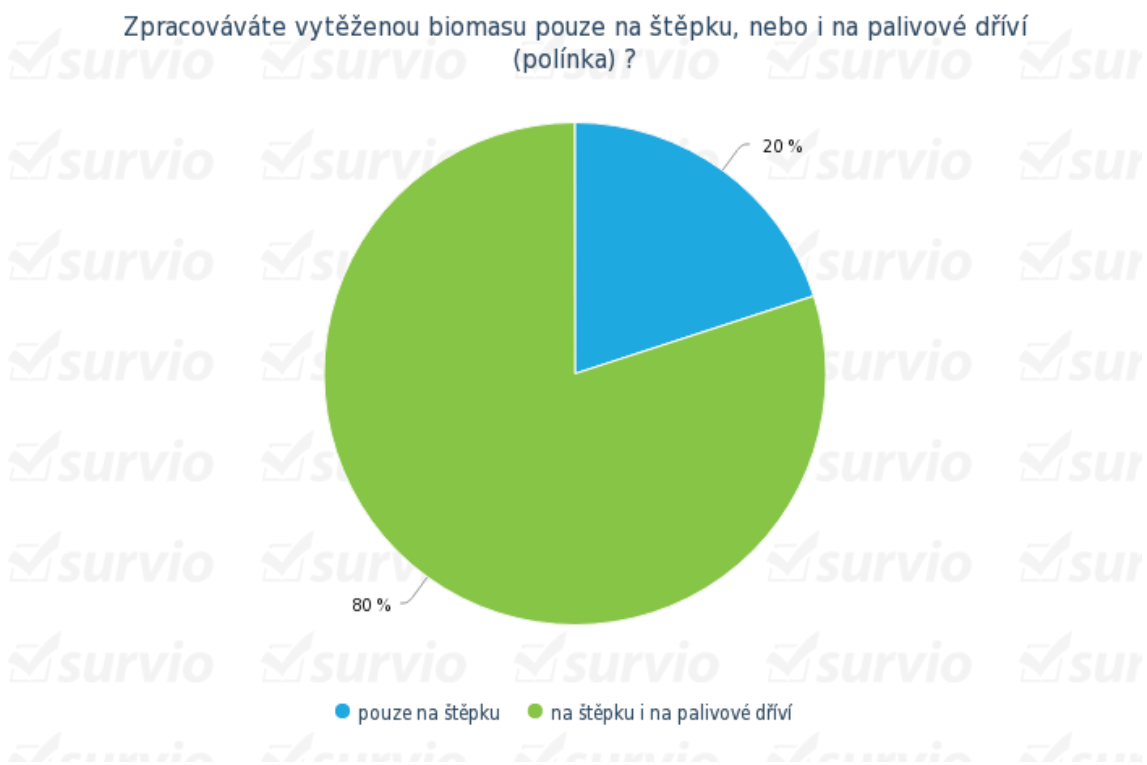
V desáté otázce jsem se zajímal o způsob zpracování vytěžené biomasy. 9 respondentů (60%) využívá štěpkovač, 3 respondenti drtič a 3 ponechávají vytěženou hmotu na polínka.

Graf č. 20 – Způsob zpracování vytěžené biomasy



V poslední otázce jsem se zajímal o to, zda zpracovatelé využívají vytěženou biomasu pouze na štěpku, nebo i na palivové dříví. Celých 80%, tedy 12 dotázaných zpracovává biomasu na štěpku i palivové dříví, zbylí 3 pouze na štěpku.

Graf č. 21 – Způsob využití vytěžené biomasy (pouze na štěpku/na štěpku i polínka)



Jednotlivé otázky s nejčetnějšími odpověďmi jsou sumarizovány v tabulce číslo 16.

Tabulka č. 16 – Sumarizace dotazníkových otázek s nejčetnějšími odpověďmi

rozloha plantáže	více než 5 ha (33,3 %)
obmýetí	5 let (40%)
produkční potenciál	6-9 tun sušiny/ha/rok (33,3%)
těžební stroj	motorová pila (73,3%)
vlastnictví strojů	vlastní (60%)
značka strojů	Husquarna (40%)
transport biomasy	traktorem (60%)
průměrné náklady na těžbu	12 765 Kč/ha
odběratel biomasy	soukromí odběratelé (40%)
zpracování biomasy	štěpkovač (60%)
způsob využití biomasy	na štěpku i palivové dříví (80%)

## 10. DISKUZE

Udávaná produkce topolových plantáží v České republice se pohybuje mezi 5 – 15 tunami sušiny/ha ročně. Množství produkované biomasy je závislé na mnoha faktorech.

Za klony s největším výnosem v podmínkách České republiky považuje ČÍŽEK (2007) japonský topol, tedy klony J – 104, respektive J – 105. Ty zaručují standardně vysoký a spolehlivý výnos. Bylo zjištěno, že tyto klony mohou ve druhém obmýti produkovat 10 – 12 tun sušiny na hektar ročně.

Výnosy z plantáží rychle rostoucích dřevin jsou ovlivněny především stanovištěm, druhem rostliny, délkou obmýti, půdními podmínkami, vodním režimem a v neposlední řadě kvalitou ošetřování. Na nejvhodnějších stanovištích s příslušnými klony je možno dosáhnout průměrného ročního přírůstu 10 až 15 tun sušiny na hektar. Reálnější pro podmínky České republiky jsou však výnosy v rozmezí 5 až 10 tun sušiny ročně (PASTOREK; KÁRA; JEVÍČ, 2004).

Na studované plantáži v Holicích u Pardubic vyšel z naměřených hodnot výnosový potenciál 133,37 tun sušiny na hektar v šestiletém porostu japonského topolu. Tato hodnota odpovídá průměrné produkci 22,23 tun sušiny na hektar ročně, což značí dosti nadprůměrný produkční potenciál této plantáže.

WEGER (2009) uvádí výnosový potenciál tohoto topolového klonu jako vynikající, s výnosem 9 – 12 tun sušiny na hektar ročně, na příhodných stanovištích. Tuto hodnotu WEGER (2011) potvrdil výzkumem na plantáži v Unhošti, kde výnosový potenciál při tříletém obmýti činil 9,2 tun sušiny na hektar ročně.

CELJAK (2012) udává, že na plantáži na Chlumské hoře byl výnos po čtyřletém obmýti 59,36 tun v syrovém stavu na hektar, což znamená, že roční výnos této plantáže činil 14,84 tun na hektar v syrovém stavu, což při přepočtu na sušinu činí cca 6 tun/ha ročně.

FILIP (2014) uvádí na čtyřleté plantáži ve Vráži u Písku roční výnos 18,5 tun v čerstvém stavu na hektar ročně, tedy přibližně 7,4 tun sušiny/ha za rok.

Na téže plantáži ve Vráži u Písku změřil VLÁŠEK (2013) roční výnos u tříletého porostu 10,26 tun v čerstvém stavu na hektar, tedy přibližně 4,1 tun sušiny/ha ročně. Tato hodnota však nezapočítává biomasu větví, proto je částečně podhodnocena.

FELIX A KOL., (2007) prováděl výzkum na plantáži blízko Washingtonu, D.C. v USA. Na této šestileté plantáži naměřil průměrnou výšku 9,7 metrů a průměrnou hmotnost v čerstvém stavu 20,5 kg. Pokud tyto hodnoty opětovně porovnáme s plantáží v Holicích u Pardubic, dojdeme opět k závěru, že na námi zkoumané plantáži jsou hodnoty vyšší. Průměrná výška v 6 letech činí 11,21 metru, průměrná hmotnost v čerstvém stavu je 35,7 kg.

Plantáž v Holicích u Pardubic disponuje průměrným ročním výnosem 55,6 tun v čerstvém stavu na hektar, tedy přibližně 22,2 tun sušiny/ha ročně. Tato velmi nadprůměrná hodnota je zřejmě dána kvalitní půdou, vhodnou expozicí svahu a nulovou konkurencí bočního světla. Existuje také předpoklad, že v pozdějších letech od založení topoly přirůstají značně rychleji, než v prvních letech.

KOHOUT A KOL. (2010) udává průměrnou hmotnost stromu na plantáži v Čakově po 6 letech od založení porostu 28,63 kg v čerstvém stavu. Na mnou měřené plantáži v Holicích u Pardubic má průměrný šestiletý strom hmotnost 35,7 kg. I v tomto ohledu je zkoumaná plantáž v Holicích nadprůměrná.

KOHOUT A KOL. (2010) dále na plantáži v Čakově uvádí průměrnou výšku a průměrnou hodnotu průměru na pařezu ošetřovaných a neošetřovaných stromů v 6 letech od založení; v ošetřovaném porostu činí průměrná výška 829,62 cm a průměr na pařezu 8,66 cm, v neošetřovaném potom tyto hodnoty činí 764,34 cm, respektive 8,2 cm. Na plantáži v Holicích u Pardubic činí průměrná výška stromů v téže věku 1121,32 cm, průměrná tloušťka na pařezu 107 mm. Porost byl po celou dobu růstu ošetřovaný.

LINK (2014) uvádí, že průměrná výška na plantáži v Holicích u Pardubic po konci vegetačního období 2013 byla 9,47 metru. Z toho vyplývá, že průměrná výška porostu na této plantáži vzrostla ke konci vegetačního období 2014 o 174 centimetrů.

LINK (2014) udává, že průměrná tloušťka na pařezu na téže plantáži činila po konci vegetačního období 2013 68,3 mm. Z toho plyne, že průměrná tloušťka na pařezu se na této plantáži meziročně zvýšila o 38,7 milimetru.

LINK (2014) dále uvádí, že průměrná tloušťka ve výšce 1,3 metru na stejné plantáži po konci vegetačního období 2013 činila 65,36 mm, z čehož plyne, že průměrný meziroční nárůst tloušťky v 1,3 metru je na této plantáži 25 mm.

Vypočtený průměrný procentuální podíl větví na hmotnosti stromu na plantáži v Holicích je 15%. Link (2014) uvádí tento podíl 18% na téže plantáži. Mnou naměřená hodnota může být nižší z důvodu sesychání a opadu starších větví s narůstajícím věkem stromu.

Pomocí lineární spojnice trendu byla zobrazena rovnice regrese pro vztah objemu kmene k výšce jedince a pro vztah objemu kmene k průměru kmene ve výšce kmene 1,3 metru. Ke každé rovnici byla zobrazena hodnota spolehlivosti  $R$ , udávající těsnost závislosti. Ze vztahu objemu kmene a výšky vyšla tato rovnice;  $y=0,0062x + 898,41$  s hodnotou spolehlivosti  $R^2 = 0,5187$ , což značí nevýznamnou závislost. Ze vztahu objemu kmene a průměru v 1,3 metru vyšla tato rovnice;  $y=0,0011 + 52,406$  s hodnotou spolehlivosti  $R^2 = 0,9206$ , což značí významnou závislost. Po dosažení změřeného údaje (v tomto případě tloušťky v 1,3 metru) za hodnotu  $y$  si lze přibližně vypočítat objem kmene daného jedince.

Z mého měření se jeví plantáž v Holicích u Pardubic jako výnosově značně nadprůměrná, což dokazuje i porovnání s ostatními plantážemi i odbornou literaturou.

Z dotazníkového šetření vyplynuly následující závěry. Nejvíce oslovených pěstitelů japonského topolu obhospodaruje plantáž větší než 5 hektarů. 40% pěstitelů sklízí topoly v pětiletém obmýtí, což koresponduje s údaji KOHOUTA A KOL. (2010), který udává, že v ČR převládá pětileté obmýtí. Dalším výstupem je produkční potenciál. Nejvíce respondentů zvolilo variantu 6 – 9 tun sušiny/ha ročně, což je o něco méně, než udává např. WEGER (2009), který se zmiňuje o 9 – 12 tunách sušiny/ha ročně. Nejvíce využívaným strojem k těžbě je téměř ve 3/4 motorová pila. To potvrzují např. KRAVKA A KOL. (2012), kteří udávají, že motorová pila je nejrozšířenějším a také nejuniverzálnějším nástrojem určeným pro kácení stromů. Nejvyužívanější značkou stroje při těžbě je Husquarna, druhou nejvyužívanější potom Stihl, což koresponduje s předchozí otázkou. Průměrné náklady na těžbu vyšly 12 765 Kč/ha. Co se týče odběratelů biomasy, v nejvíce případech se jedná o soukromé odběratele, a to ve 40% případech. V další otázce, týkající se zpracování vytěžené biomasy nejvíce pěstitelů uvedlo štěpkovač (v 60%). Jejich oblíbenost a nejšířší využití potvrzuje např. PŘÍHODA (2008). V poslední otázce uvedla naprostá většina pěstitelů (80%), že vytěženou biomasu zpracovává jak na štěpku, tak na palivové dříví.

## 11. ZÁVĚR

Meritem této diplomové práce je téma rychle rostoucích dřevin, které je v současnosti velmi populární a stejně tak aktuální. Zároveň se zvyšujícím se zájmem o alternativní zdroje energie je možno sledovat vzrůstající poptávku po biomase z rychle rostoucích dřevin. Problém biomasy je dalším tématem, kterým se tato práce zabývá. Přínos biomasy byl zjištěn zejména v alternování fosilních paliv v energetickém průmyslu i v sektoru vytápění domácností. Především se jedná o obnovitelný zdroj energie, který nezatěžuje životní prostředí.

Tato práce se dále věnuje plantážím rychle rostoucích dřevin v České republice i ve světě. Bylo zjištěno, že ve světě se již nachází přes 8 milionů hektarů těchto plantáží, v České republice přes 750 hektarů, nicméně jejich počet i rozloha stoupá. V evropském kontextu Česká republika zatím zaostává, převažuje však teze, že tento deficit se bude postupně smazávat, jednak z důvodu příznivé dotační politiky státu, potažmo institucí Evropské unie, jednak díky velkému zájmu o toto odvětví ze strany veřejnosti.

Hlavním předmětem výzkumu této diplomové práce jsou rychle rostoucí dřeviny, jejich popis a analýza, se zaměřením na tzv. japonský topol, tedy klon vzniklý zkřížením topolu černého a topolu Maximovičova (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*). Předmětem zájmu se stalo zhodnocení produkčních vlastností, perspektivy k pěstování a především těžba, zpracování a využití rychle rostoucích dřevin. Největšího využití se u nás těší topoly. Především se pak jedná právě o tzv. japonský topol, i z důvodu značné medializace této dřeviny. Japonský topol, tedy klon J – 104, potažmo J – 105 si však zájem pěstitelů zaslouhuje v plné míře, neboť se jedná o variabilní klon s výtečnými produkčními vlastnostmi. Klony vrb se u nás, například oproti skandinávským zemím, netěší širšímu pěstebnímu zájmu. Těžba rychle rostoucích dřevin se v tuzemsku provádí především manuálně, za použití motorové pily. Specializovaná mechanizace ke sklizni plantáží se zatím objevuje pouze sporadicky a u větších pěstitelských celků. Co se týče zpracování vytěžené biomasy, provádí se ve většině případů štěpkováním. Výsledný materiál nachází uplatnění v elektrárnách, či teplárnách. Mnoho pěstitelů také vyrábí z vytěžené biomasy kusové palivo, které je distribuováno soukromým odběratelům, či využito pro vlastní spotřebu.

V rámci zpracování konkrétního výzkumu byla zanalyzována plantáž na lokalitě v Holicích u Pardubic. Výsledná data byla následně porovnána s výstupy z dalších



konkrétních plantáží. Lokalita v Holicích u Pardubic vykazuje v porovnání s dalšími plantážemi i s údaji z odborné literatury nadprůměrný výnosový potenciál. Na této lokalitě byla také pomocí lineární spojnice trendu zobrazena rovnice regrese, především pro vztah objemu kmene a průměru ve výšce 1,3 metru. Pro tuto výšku byla prokázána významná závislost na objem kmene.

Posledním z důležitých výstupů této diplomové práce se stal dotazníkový průzkum, zaměřený na zhodnocení těžebních možností a zpracování japonského topolu, provedený mezi pěstiteli japonského topolu v České republice. Výstupy dotazníkového šetření ve většině případů korespondují s údaji dostupnými v odborné literatuře.

## 12. POUŽITÁ LITERATURA

CELJAK, Ivo. Biomasa nemá význam pouze energetický. *Agromagazín*. 2007, č. 11, s. 40-44. ISSN 1214-0643

CELJAK, Ivo. Biomasa je nezbytná součást lidského života. *Biom.cz* [online]. 2008-12-22 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <[http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota?utm\\_source=takeit-partner&utm\\_medium=takeit](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-je-nezbytna-soucast-lidskeho-zivota?utm_source=takeit-partner&utm_medium=takeit)>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo. Náklady na produkci štěpky z rychle rostoucích topolů. *Biom.cz* [online]. 2012-07-09 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/naklady-na-produkci-stepky-z-rychle-rostoucich-topolu>>. ISSN: 1801-2655

CELJAK, Ivo - BOHÁČ, Jaroslav. Využití biomasy rychle rostoucích dřevin v energetice sídel. *Biom.cz* [online]. 2008-12-01 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-biomasy-rychle-rostoucich-drevin-v-energetice-sidel>>. ISSN: 1801-2655.

CELJAK, Ivo - BOHÁČ, Jaroslav - KOHOUT, Pavel. *Rádce pro začínající pěstitelé plantáží rychle rostoucích topolů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2007. 54 s. ISBN 978-80-7394-011-9.

ČÍŽEK, Vladimír. *Základní předpoklady pro zakládání plantáží a pěstování rychlerostoucích dřevin v podmínkách ČR*. Expertní studie k projektu BRIE – Regionální trh s biomasou, 2007.

ČÍŽEK, Vladimír - ČÍŽKOVÁ, Luďka. *Determinace hybridních topolových klonů pěstovaných v České republice : recenzovaná metodika*. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2009. 45 s. Lesnický průvodce, 10/2009. ISBN 978-80-7417-022-5.

ČÍŽKOVÁ, Luďka - ČÍŽEK, Vladimír. Pěstování rychle rostoucích dřevin v České republice. In: Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychle rostoucích dřevin. Mze a SLŠ ČR. *Lesnická práce*, 2006, s. 5-23. ISBN 80-86386-85-6.

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

FIALA, Přemysl. Rychle rostoucí dřeviny na bývalých pastvinách. *Biom.cz* [online]. 2010-07-28 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-na-byvalych-pastvinach>>. ISSN: 1801-2655.

FILIP, Vladimír. *Produkce dřeva, celková biomasa a biomasa větví čtyřletého japonského topolu (*Populus nigra* x *Populus maximowiczii*) na vybrané plantáži*. Diplomová práce, ČZU Praha, 2014.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila. *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin* : vědecká monografie. 1. vyd. Průhonice [Praha] : Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví ; V Českých Budějovicích : Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2007. 92 s. ISBN 978-80-85116-00-7.

HAVLÍČKOVÁ, Kamila et al. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2008. 83 s. ISBN 978-80-7415-004-3

HIEKE K. - PINC, M. *Praktická dendrologie*, díl 1. 1. vyd. Praha: SZN, 1978. ISBN 000128363.

KOHOUT, Pavel et al. *Rychle rostoucí dřeviny v energetice: (topoly a vrby): [odborná monografie]*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2010. 101 s. ISBN 978-80-7394-247-2

KRAVKA, Miroslav a kol. *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

KREMER, Bruno P. *Stromy : v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. Praha : Ikar : Knižní klub, 1995. 287 s. Průvodce přírodou. ISBN 80-7176-184-2.

LINK, Radek. *Produkce a těžba dřeva pětiletého porostu japonského topolu (Populus nigra x Populus maximowiczii) na plantáži v Holicích u Pardubic*. Bakalářská práce, ČZU Praha, 2014.

MIRCK, Jaconette, J.G. ISEBRANDS, Theo VERWIJST a Stig LEDIN. Development of short-rotation willow coppice systems for environmental purposes in Sweden. *Biomass & Bioenergy*. 2005, roč. 28, č. 2, s. 219-228. ISSN 09619534. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.08.012

NESŇAL, Zdeněk. Ekonomika pěstování rychle rostoucích dřevin v ČR. *Energie 21: časopis o alternativních zdrojích energie*, 2014, roč. 7, č. 2, s. 18 – 20. ISSN 1803-0394.

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

PARIL,.; CIVITARESE, V.; GALLUCI, F., 2009: Development of a chipping apparatus prototype mounted on Class Jaguar 890. In: 17th European Biomass Conference and Exhibition, 29 June – 3 July 2009, Hamburg, Germany, s. 247 – 251.

PASTOREK, Zdeněk - KÁRA Jaroslav - JEVIČ Petr. *Biomasa: Obnovitelný Zdroj Energie* Praha: FCC Public, 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.

POKORNÝ, J. Biomasa – využití obnovitelných zdrojů energie. In: *Energie pro jihočeský venkov*. Nové Hrady: Ústav fyzikální biologie Nové Hrady, 2008. s. 51 – 52.

PRUDIČ, Zdeněk. Pěstování jeřábu břeku a oskeruše. *Lesnická práce*, 2000, roč.79, č.7, s. 301-303. ISSN 0322-9254.

PŘÍHODA, Jan. Energeticky využitelná biomasa v lesním hospodářství. *Lesnická práce*, 2007, roč. 86, č. 1, s. 32-33. ISSN 0322-9254.

PŘÍHODA, Jan. Technologie pro zpracování dendromasy - těžebních zbytků. *Biom.cz* [online]. 2008-06-09 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/technologie-pro-zpracovani-dendromasy-tezebnich-zbytku>>. ISSN: 1801-2655.

PŘÍHODA, Jan. Automatizace sklizně rychle rostoucích dřevin, *Lesnická práce*, 2013, roč. 92, č.5, s. 23 – 24. ISSN 0322-9254.

RASZKA, David: *Vybraná ekonomická hlediska pěstování rychle rostoucích dřevin a jejich využití*. Praha: Diplomová práce VŠE Praha. 2011, 127 s.

SCHOLZ, Volkhard: Rychle rostoucí dřeviny - technologie sklizně. *Biom.cz* [online]. 2009-07-01 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rychle-rostouci-dreviny-technologie-sklizne>>. ISSN: 1801-2655.

STUPAVSKÝ, Vladimír: Výběr vhodného stanoviště pro založení plantáže rychle rostoucích dřevin. *Biom.cz* [online]. 2009-04-27 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyber-vhodneho-stanoviste-pro-zalozeni-plantaze-rychle-rostoucich-drevin>>. ISSN: 1801-2655.

ŠPATENKA, Petr: Založení plantáže rychle rostoucího japonského topolu. *Energie 21: časopis o alternativních zdrojích energie*, 2015, roč. 8, č. 1, s. 19 – 19. ISSN 1803-0394.

VLÁŠEK, Jaroslav: *Produkční potenciál rychle rostoucích dřevin a jejich těžba*, Bakalářská práce, ČZU Praha, 2013.

WEGER, Jan - HAVLÍČKOVÁ Kamila a kol. *Biomasa : obnovitelný zdroj energie v krajině*. 1. vyd. Průhonice : Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003. 51 s. ISBN 80-85116-32-4.

WEGER, Jan: Topoly a vrby k energetickému užití. *Biom.cz* [online]. 2009-08-10 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topoly-a-vby-k-energetickemu-uziti>>. ISSN: 1801-2655.

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

## 13. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Naměřené hodnoty z lokality Holice u Pardubic

číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci (mm)	délka doměrku(cm)
1	76,8	0	90	0
		1	77	
		2	71	celková délka(cm)
		3	60,5	800
		4	54,1	
		5	43,5	hmotnost větví(kg)
		6	38,4	3,6
		7	21,6	
		8	16,8	hmotnost kmene(kg)
		9		18,1
		10		
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		21,7
				hmotnost celková v sušině (kg)
				8,68
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
2	113	0	126,4	0
		1	115	
		2	100,1	celková délka(cm)
		3	92	1100
		4	85	
		5	79	hmotnost větví(kg)
		6	69	9,5
		7	62	
		8	54	hmotnost kmene(kg)
		9	39	44,6
		10	28	
		11	14	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		54,1
				hmotnost celková v sušině (kg)
				21,64
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
3	98	0	116	21
		1	100	

		2	90	celková délka(cm)
		3	81,6	1221
		4	76,5	
		5	67,9	hmotnost větví(kg)
		6	60,9	7
		7	54,9	
		8	46	hmotnost kmene(kg)
		9	39,4	36,65
		10	25,9	
		11	15,4	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	4,9	43,65
				hmotnost celková v sušině (kg)
				17,46
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
4	78,9	0	91,2	20
		1	79,7	
		2	73,1	celková délka(cm)
		3	66,3	1020
		4	60,8	
		5	54,1	hmotnost větví(kg)
		6	46,8	3,8
		7	40,9	
		8	28,2	hmotnost kmene(kg)
		9	11,8	21
		10	7,2	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		24,8
				hmotnost celková v sušině (kg)
				9,92
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
5	69,5	0	82,6	20
		1	71,2	
		2	66,3	celková délka(cm)
		3	57,9	1120
		4	52,6	
		5	47,4	hmotnost větví(kg)
		6	40,1	1,9
		7	33	
		8	27,5	hmotnost kmene(kg)
		9	19,6	16,1

		10	12,1	
		11	1,6	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		18
				hmotnost celková v sušině (kg)
				7,2
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
6	94,2	0	104,7	92
		1	94,6	
		2	87,2	celková délka(cm)
		3	82,6	1192
		4	73,7	
		5	69,1	hmotnost větví(kg)
		6	60	4,3
		7	55,1	
		8	52,3	hmotnost kmene(kg)
		9	35,9	32,9
		10	24,6	
		11	15	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		37,2
				hmotnost celková v sušině (kg)
				14,88
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
7	105,2	0	118,4	95
		1	107,4	
		2	97,7	celková délka(cm)
		3	92,3	1195
		4	75,1	
		5	66,8	hmotnost větví(kg)
		6	57,8	8
		7	53	
		8	39,2	hmotnost kmene(kg)
		9	31,1	35,6
		10	21	
		11	8,7	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		43,6
				hmotnost celková v sušině (kg)
				17,44
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)

8	53,4	0	67,9	88
		1	56,2	
		2	46,8	celková délka(cm)
		3	41,5	888
		4	35,5	
		5	30,5	hmotnost větví(kg)
		6	25,9	3,3
		7	15,4	
		8	9,1	hmotnost kmene(kg)
		9		25
		10		
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		28,3
				hmotnost celková v sušině (kg)
				11,32
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
9	81,6	0	94,6	26
		1	82	
		2	77,5	celková délka(cm)
		3	68,9	1126
		4	62,6	
		5	57,1	hmotnost větví(kg)
		6	48,8	1,4
		7	43,1	
		8	36,1	hmotnost kmene(kg)
		9	25,6	8,5
		10	17,6	
		11	9,4	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		9,9
				hmotnost celková v sušině (kg)
				3,96
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
10	77,7	0	88,6	65
		1	77,8	
		2	69,4	celková délka(cm)
		3	64,3	1065
		4	57,6	
		5	50,3	hmotnost větví(kg)
		6	45,7	4,2
		7	40	



		8	33,3	hmotnost kmene(kg)
		9	24,1	19,9
		10	16,2	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		24,1
				hmotnost celková v sušině (kg)
				9,64
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
11	99,5	0	122,3	90 - zlom. Ve zlomu
		1	100,1	průměr 21,1 mm
		2	97,1	celková délka(cm)
		3	88,7	1090
		4	83,3	
		5	73,8	hmotnost větví(kg)
		6	69,1	7,4
		7	58,9	
		8	48,8	hmotnost kmene(kg)
		9	41,9	40,9
		10	28,7	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		48,3
				hmotnost celková v sušině (kg)
				19,32
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
12	74,4	0	88,9	37
		1	74,6	
		2	68,3	celková délka(cm)
		3	49,1	937
		4	39	
		5	32,6	hmotnost větví(kg)
		6	27,2	4,2
		7	20,7	
		8	9,8	hmotnost kmene(kg)
		9	4,9	14,5
		10		
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		18,7
				hmotnost celková v sušině (kg)
				7,48

číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
13	88,2	0	105,3	35
		1	89,9	
		2	83,7	celková délka(cm)
		3	76	1135
		4	69,2	
		5	60,5	hmotnost větví(kg)
		6	54,4	4,1
		7	52,8	
		8	38,7	hmotnost kmene(kg)
		9	26	28,4
		10	19,1	
		11	6,8	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		32,5
				hmotnost celková v sušině (kg)
				13
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
14	84,5	0	119,6	10
		1	88	
		2	82	celková délka(cm)
		3	79	1210
		4	77,5	
		5	69,8	hmotnost větví(kg)
		6	62,6	5,29
		7	57,6	
		8	47	hmotnost kmene(kg)
		9	38,7	38,3
		10	24,6	
		11	10,5	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	5	43,59
				hmotnost celková v sušině (kg)
				17,436
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
15	92,7	0	105,8	85
		1	94,6	
		2	88,8	celková délka(cm)
		3	78,2	1185
		4	73,1	
		5	65	hmotnost větví(kg)

		6	58,1	3,91
		7	51	
		8	41,3	hmotnost kmene(kg)
		9	31,8	32
		10	21,8	
		11	10,2	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		35,91
				hmotnost celková v sušině (kg)
				14,364
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
16	95,2	0	112,6	21
		1	96,1	
		2	88	celková délka(cm)
		3	79	1221
		4	73,2	
		5	64,1	hmotnost větví(kg)
		6	59	3,43
		7	50,7	
		8	41,4	hmotnost kmene(kg)
		9	38,7	31
		10	22,7	
		11	13,4	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	6,7	34,43
				hmotnost celková v sušině (kg)
				13,772
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
17	101,6	0	123,6	12
		1	104,3	
		2	94,1	celková délka(cm)
		3	89,2	1112
		4	78,1	
		5	73,3	hmotnost větví(kg)
		6	66,6	11,35
		7	48,4	
		8	33,1	hmotnost kmene(kg)
		9	26,7	36,4
		10	18,4	
		11	9,5	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		47,75

				hmotnost celková v sušině (kg)
				19,1
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
18	102,6	0	120,7	14,5
		1	103,3	
		2	99,5	celková délka(cm)
		3	89,6	1114,5
		4	82,1	
		5	77,5	hmotnost větví(kg)
		6	67,2	7,85
		7	61	
		8	45,7	hmotnost kmene(kg)
		9	38,2	40
		10	25	
		11	13,6	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		47,85
				hmotnost celková v sušině (kg)
				19,14
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
19	91,6	0	111,6	65
		1	92,3	
		2	89,8	celková délka(cm)
		3	81,9	1165
		4	75,2	
		5	71,3	hmotnost větví(kg)
		6	60	5,7
		7	53,3	
		8	45,5	hmotnost kmene(kg)
		9	36,9	33,5
		10	23,5	
		11	13,2	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		39,2
				hmotnost celková v sušině (kg)
				15,68
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
20	75,8	0	93,9	42
		1	77,2	
		2	71,3	celková délka(cm)
		3	64,9	1042

		4	60,1	
		5	54,4	hmotnost větví(kg)
		6	44,4	3,75
		7	38,9	
		8	28,8	hmotnost kmene(kg)
		9	20,4	20,3
		10	13	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		24,05
				hmotnost celková v sušině (kg)
				9,62
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
21	96,4	0	119,7	71 - zlom. Ve zlomu
		1	97,8	průměr 20,2 mm
		2	89	celková délka(cm)
		3	82,6	1071
		4	75,5	
		5	69,6	hmotnost větví(kg)
		6	61	4,75
		7	54,5	
		8	50,3	hmotnost kmene(kg)
		9	37,9	33,8
		10	25,8	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		38,55
				hmotnost celková v sušině (kg)
				15,42
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
22	93,5	0	106	33
		1	93,8	
		2	89,8	celková délka(cm)
		3	80,4	1233
		4	74,3	
		5	66	hmotnost větví(kg)
		6	58,3	4,4
		7	50,9	
		8	42,4	hmotnost kmene(kg)
		9	36,5	32,9
		10	35,3	
		11	11	hmotnost celková v

				syrovém stavu(kg)
		12	6,9	37,3
				hmotnost celková v sušině (kg)
				14,92
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
23	115,3	0	142,1	68
		1	116,8	
		2	113,2	celková délka(cm)
		3	106,9	1268
		4	93,3	
		5	91,1	hmotnost větví(kg)
		6	79,5	11,7
		7	71,3	
		8	62,8	hmotnost kmene(kg)
		9	50,7	56,9
		10	35,1	
		11	28,6	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	14,5	68,6
				hmotnost celková v sušině (kg)
				27,44
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
24	88,6	0	106,7	27
		1	93,7	
		2	86,5	celková délka(cm)
		3	79,6	1127
		4	70,3	
		5	66	hmotnost větví(kg)
		6	56,1	4,9
		7	49,5	
		8	40,2	hmotnost kmene(kg)
		9	30,3	30,6
		10	23,2	
		11	10,4	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		35,5
				hmotnost celková v sušině (kg)
				14,2
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
25	71,1	0	77,8	90
		1	72,5	

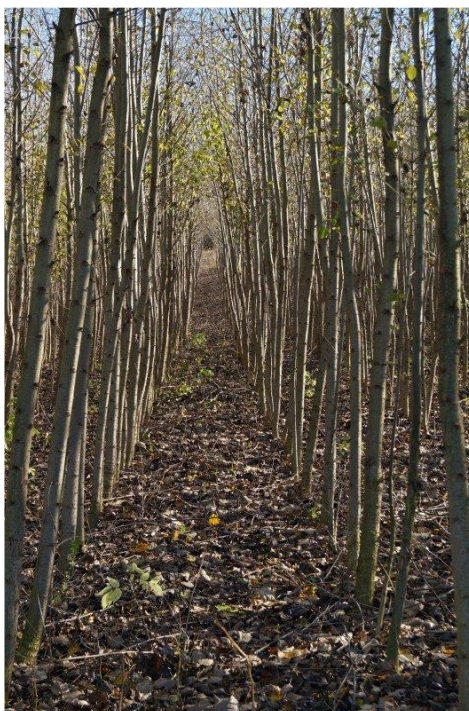
		2	62,2	celková délka(cm)
		3	57,8	1090
		4	53,2	
		5	46	hmotnost větví(kg)
		6	39,3	1,75
		7	35,1	
		8	29,4	hmotnost kmene(kg)
		9	20	15,7
		10	9,5	
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		17,45
				hmotnost celková v sušině (kg)
				6,98
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
26	107,4	0	126	42
		1	108,6	
		2	100	celková délka(cm)
		3	93,2	1242
		4	84,1	
		5	78,5	hmotnost větví(kg)
		6	68,3	5,7
		7	60,9	
		8	53,7	hmotnost kmene(kg)
		9	41,7	40,7
		10	27,7	
		11	15,1	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	7,7	46,4
				hmotnost celková v sušině (kg)
				18,56
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
27	96,7	0	108,3	54
		1	97,2	
		2	89,8	celková délka(cm)
		3	83,1	1254
		4	76,7	
		5	68,7	hmotnost větví(kg)
		6	61,4	5,6
		7	56,6	
		8	45,2	hmotnost kmene(kg)
		9	38	31,5

		10	26,8	
		11	18,8	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	7,7	37,1
				hmotnost celková v sušině (kg)
				14,84
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
28	91,1	0	106	60
		1	93,5	
		2	85,7	celková délka(cm)
		3	77	1160
		4	69,1	
		5	65,8	hmotnost větví(kg)
		6	56,7	2,1
		7	49	
		8	38,8	hmotnost kmene(kg)
		9	34	28,5
		10	20,6	
		11	8,3	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		30,6
				hmotnost celková v sušině (kg)
				12,24
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)
29	112,5	0	133,6	58
		1	114	
		2	110	celková délka(cm)
		3	97	1258
		4	89,7	
		5	84,4	hmotnost větví(kg)
		6	67,1	11,6
		7	61	
		8	52,8	hmotnost kmene(kg)
		9	40,9	44,8
		10	31,4	
		11	22,1	hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12	7,4	56,4
				hmotnost celková v sušině (kg)
				22,56
číslo stromu	průměr v 1,3 m(mm)	sekce 1 m	průměr v sekci(mm)	délka doměrku(cm)



30	85,7	0	98,1	98
		1	85,8	
		2	77,6	celková délka(cm)
		3	67,2	998
		4	60	
		5	52,7	hmotnost větví(kg)
		6	44,7	5,4
		7	39	
		8	23,7	hmotnost kmene(kg)
		9	12,1	20
		10		
		11		hmotnost celková v syrovém stavu(kg)
		12		25,4
				hmotnost celková v sušině (kg)
				10,16

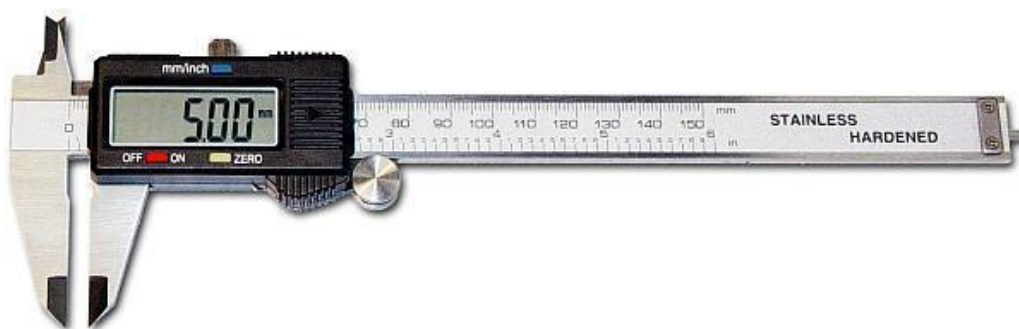
Příloha č. 2 – Mačeta odvětvené stromy na plantáži v Holicích u Pardubic (Foto: Radek Link)



Příloha č. 3 – Svázané větve připravené ke zvážení (Foto: Radek Link)



Příloha č. 4 – Posuvné digitální měřidlo k určování tloušťky (LINK, 2014)



Příloha č. 5 – Pásno pro určování délek (LINK, 2014)



Příloha č. 6 – Motorová pila Husqvarna 55



Příloha č. 7 – Samojízdná sklízecí topolová řezačka New Holland

